

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Академии
инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кузбасский центр САН ВШ
Российский фонд фундаментальных исследований
ОАО «Компания «Кузбассшахтострой»
ОАО «Евраз-Объединённый Западно-Сибирский
металлургический комбинат»
ООО «Евразтехника»**

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ в образовании, науке и производстве

AS'2011

**ТРУДЫ VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**



Проект выполнен при финансовой поддержке РФФИ,
грант № 11-07-06072-г

**Новокузнецк
10-12 ноября 2011 г.**

УДК 658.011.56
С 409

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции / под редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2011. – 552 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0354-3

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник ориентирован на научных работников, инженеров-практиков, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 11-07-06072-г.

Общая редакция: д.т.н., проф. С.М. Кулаков,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляев

ISBN 978-5-7806-0354-3

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2011

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Афанасьев К.Е. – д.ф.-м.н., профессор, проректор КемГУ по информационным технологиям и открытому образованию (г. Кемерово).
2. Бурков В.Н. – д.т.н., профессор, зав. лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва).
3. Ивушкин А.А. – д.т.н., генеральный директор ОАО «Сибшахтострой».
4. Коровин С.К. – академик РАН, д.т.н., профессор, зам. зав. кафедрой нелинейных динамических систем и процессов управления МГУ, зав. лабораторией ИСА РАН (г. Москва).
5. Кулаков С.М. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизации и информационных систем СибГИУ.
6. Мочалов С.П. – д.т.н., профессор, ректор СибГИУ.
7. Мышляев Л.П. – д.т.н., профессор, проректор СибГИУ по научной работе и инновационному развитию.
8. Новиков Д.А. – член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, заместитель директора ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН по научной работе (г. Москва).
9. Спирин Н.А. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой теплофизики и информатики в металлургии УГТУ-УПИ (г. Екатеринбург).
10. Хомченко В.Г. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизации и робототехники ОмГТУ (г. Омск).
11. Шурыгин Ю.А. – д.т.н., профессор, ректор ТУСУР (г. Томск).

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

1. Мочалов С.П. – д.т.н., профессор, ректор СибГИУ – председатель.
2. Мышляев Л.П. – д.т.н., профессор, проректор СибГИУ по научной работе и инновационному развитию – зам. председателя.
3. Кулаков С.М. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизации и информационных систем СибГИУ – зам. председателя.
4. Бондарь Н.Ф. – к.т.н., доцент СибГИУ – ученый секретарь.
5. Евтушенко В.Ф. – д.т.н., профессор кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ.
6. Венгер К.Г. – технический директор ОАО «Сибшахтострой».
7. Татаринов А.Е. – начальник регионального центра эксплуатации АСУ ТП «Сибирь» ООО «Евразтехника».
8. Крестьянов А.Г. – региональный директор Евраз по ИТ региона «Сибирь».
9. Киселева Т.В. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой систем информатики и управления СибГИУ.
10. Островляничик В.Ю. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизированного электропривода и промэлектроники СибГИУ.
11. Пугачёв Е.В. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой электромеханики СибГИУ.
12. Чеченин Г.И. – д.м.н., директор кустового медицинского информационно-аналитического центра.
13. Трофимов В.Б. – к.т.н., доцент СибГИУ – технический менеджер AS'2011.

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ТЕКУЩЕЙ И ОЖИДАЕМОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ОБЛАСТИ МЕЗОМАСШТАБА

Горев Е.В., Дубовик К.Ю., Лавриненко А.В., Комаров В.С.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

г. Томск

Информационный мобильный комплекс для оценки и прогноза текущей и ожидаемой метеорологической обстановки в области мезомасштаба, макет которого разработан в Институте оптики атмосферы СО РАН, является продолжением работ, связанных с информационно-вычислительной системой «Метео» (она была представлена на предыдущей конференции «AS'2009» [1]). Мобильная версия системы может восстанавливать 8-километровые высотные профили текущей и прогностической информации на территориях, ограниченных размерами вплоть до 300 км, при условии соблюдения заявленной точности технических характеристик. Базироваться мобильный комплекс может как на специализированной многоцелевой машине, так и в стационарном пункте приёма и обработки метеорологической информации. Мобильная версия работает в любой точке Земного шара и при различных климатических условиях. Графический интерфейс комплекса позволяет оператору легко взаимодействовать и просто управлять системой, а также передавать подготовленную метеорологическую информацию.

Мобильный комплекс использует различные источники метеорологической информации и в частности такие как, стандартные WMO аэрологические данные, данные метеорологических спутников, данные высотных наблюдений из Интернета, а также различных специализированных сетей локальных измерителей устройств, базирующихся в непосредственной близости от мобильного комплекса. В качестве таких устройств могут выступать радиометры, содары, мобильные метеорологические станции и прочее (рисунок 1).

Время, которое необходимо для получения первой информации о текущей и ожидаемой метеорологической обстановке составляет не более 30 минут. После обновления исходной информации, получаемой от измерителей по каналам связи, результаты оценки и прогностическая информация будет выдана не позднее 5 минут после начала работы комплекса. Наша система способна выдавать следующие поля высотных профилей: скорость и направление ветра, ортогональные составляющие скорости ветра, температуры, влажности воздуха и геопотенциала.

Подобные системы широко разрабатываются во всём мире. Некоторые из них применяются в военных целях, другие модификации используются например для оценки текущей метеорологической обстановки и сверхкраткосрочного прогноза погоды вплоть до 42 часов, оценки метеорологических параметров и различных метеорологических явлений (например ураганов, смерчей, штормового ветра) во время проведения продолжительных массовых мероприятий, таких как летние или зимние олимпийские игры [2]. Кроме того, с помощью подобных систем, возможно, производить оценку и прогноз загрязнения атмосферы в локальном масштабе, и прогнозировать развитие быстро протекающих природных пожаров, способных нанести значительный ущерб жизни, здоровью и собственности людей, проживающих в населённых пунктах, расположенных поблизости от возгорания. Наличие достоверного прогноза о распространении возгорания позволит своевременно произвести эвакуацию людей и правильно разместить пожарные команды, борющиеся с огнём.

Как правило, эти системы используют методы гидродинамического четырёхмерного усвоения данных глобальной сети метеорологических наблюдений, дополненных данными наблюдений со специально развёрнутых, локальных измерительных приборов.

Обычно в этих системах используют множество параллельных вычислений, выполняемых на большом количестве быстродействующих компьютеров, подобно тому, как это происходит в крупных стационарных метеорологических центрах.

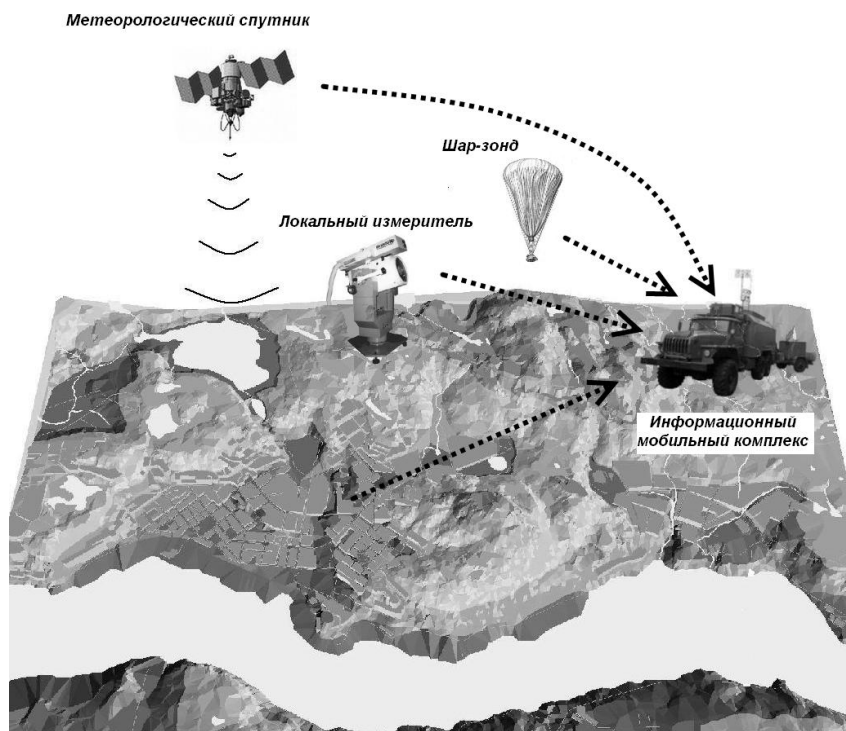


Рисунок 1 – Схема взаимодействия информационного мобильного комплекса с различными источниками и потребителями метеорологической информации

Информационный мобильный комплекс, рассматриваемый в данном докладе, похож на эти системы во многих отношениях. Он спроектирован в локальном исполнении, может выдавать данные в автоматическом режиме и по требованию, но в отличие от упомянутых систем, он более дешёвый, не требует современных дорогостоящих вычислительных кластеров и может работать на ограниченном числе источников исходной метеорологической информации, представленных в различном, в том числе и нестандартном виде. Это особенно важно для систем, использующихся в отдалённых районах, где данные могут быть редкими по времени и рассредоточенными по пространству.

1. Информационный мобильный комплекс

На рисунке 2 представлена структурная схема макета информационного мобильного комплекса, используемого для оценки и прогноза текущей и ожидаемой метеорологической обстановки в области мезомасштаба. Мобильный комплекс состоит из семи блоков и предназначен для обработки метеорологических и аэрологических данных, поступающих от различных источников, и для решения таких целевых задач как:

- восстановление вертикальных профилей температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра или ортогональных компонентов скорости ветра до высоты 8,0 км в месте расположения базового комплекса или источника аэрологической информации и точках, удаленных от них на 50 – 100 км;
- сверхкраткосрочный (с заблаговременностью 3 – 6 ч) прогноз параметров атмосферы (температуры, влажности, давления и ветра);
- пространственная экстраполяция (интерполяция) мезомасштабных полей геопотенциала, температуры, влажности и ветра в точку пространства или вдоль траектории (до расстояния 250 – 300 км) или в узлы заданной регулярной сетки мезомасштабной области;

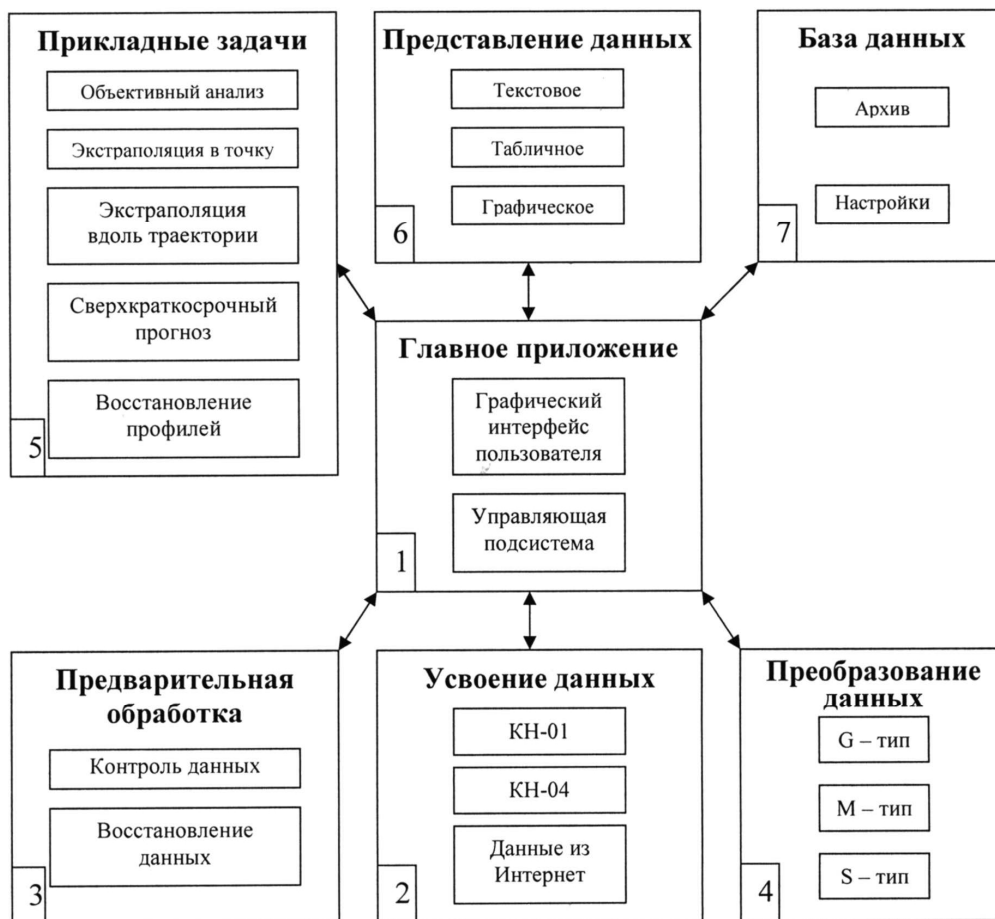


Рисунок 2 – Функциональная схема информационного мобильного комплекса

– представление результатов расчётов в табличном, графическом и картографическом видах. Программно-алгоритмическое обеспечение работы информационного мобильного комплекса основано на оригинальной методике, изложенной в [3 – 4] и базирующейся на использовании малопараметрических динамико-стохастических моделей и алгоритма фильтра Калмана. Для сверхкраткосрочного прогноза используется двумерная динамико-стохастическая модель вида:

$$\xi_{h,k} = \sum_{m=h}^{h+i} \sum_{j=0}^K d_{m,j} \cdot \xi_{m,k-j} + \varepsilon_{h,k}, \quad (1)$$

где $\xi_{h,k}$ – значение метеорологического поля на высоте h и в момент времени k ; m – высота восстановления; $i = 3$ – число учитываемых уровней; j – дискретное время; $d_{m,j}$ – неизвестные параметры; $\varepsilon_{h,k}$ – невязка модели.

Для пространственной экстраполяции в узлы регулярной сетки и вдоль заданной траектории используется четырёхмерная динамико-стохастическая модель, которую можно записать в виде:

$$\xi_{i,h,k} = \sum_{j=1}^K a_j \cdot \xi_{i,h,k-j} + \sum_{m=1}^{M-1} b_m \cdot \xi_{i,m,k} + \sum_{s=1}^S \frac{c_s \cdot \xi_{s,h,k}}{\rho_{i,s}} + \varepsilon_{h,k}, \quad (2)$$

где $\xi_{i,h,k}$ – поле метеорологического параметра в i -й точке, на высоте h и в момент времени k ; K – максимальное число взятых предыдущих измерений; M – количество высот, используемых в формировании оценки поля ξ ; S – число пунктов наблюдений; a_j , b_m , c_s – неиз-

вестные параметры, определяющие временную, высотную и пространственную зависимость между значениями поля ξ ; $\rho_{i,s} = \rho_0 / (\rho_0 - R_{i,s})$ – нормирующий коэффициент, учитывающий взаимное расположение аэрологических станций и точки восстановления в пределах заданного полигона (здесь ρ_0 – радиус пространственной корреляции, а $R_{i,s}$ – расстояние между i и s -й точкой); $\varepsilon_{h,k}$ – невязка модели.

Для восстановления высотных профилей используется методика, описанная в [5], на основе двумерной динамико-стохастической модели, подобной (1).

На рисунке 3 показано главное окно информационного мобильного комплекса с загруженной картой мезомасштабного полигона.

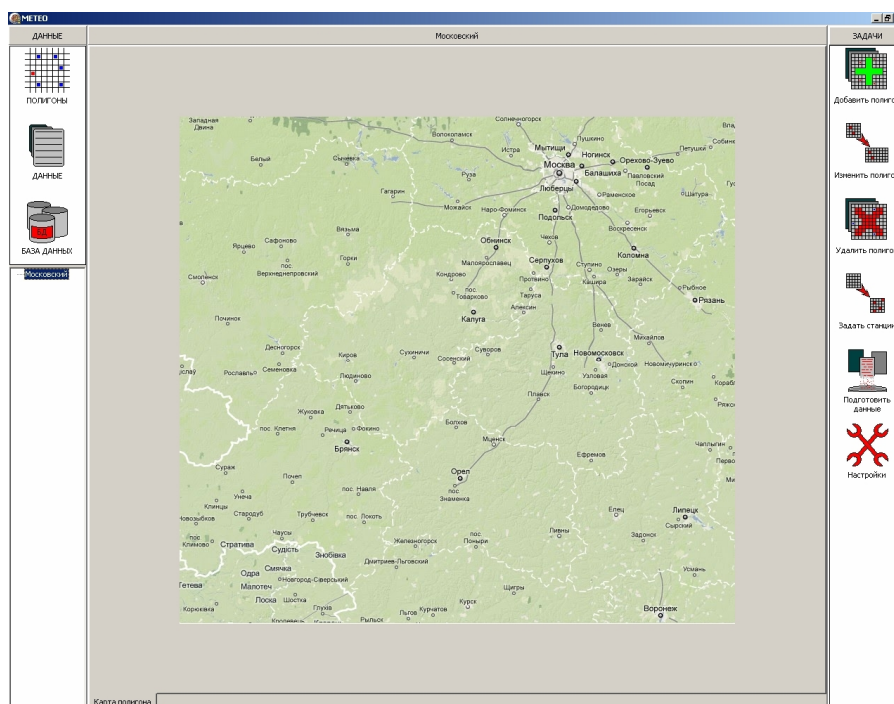


Рисунок 3 – Интерфейс программы мобильного комплекса. Главное окно системы с загруженной картой мезометеорологического полигона

2. Технические характеристики информационного мобильного комплекса

В таблице 1 приведены основные технические характеристики информационного мобильного комплекса, который реализован на персональном компьютере Pentium-IV с двухядерным процессором с тактовой частотой 1,8 ГГц, и оперативной памятью 2 Гбайт. Комплекс ориентирован на работу в операционной среде Windows-XP/Vista.

На рисунке 4 представлено окно мобильного комплекса в процессе работы с заданным полигоном.

Таблица 1 – Основные технические характеристики информационного мобильного комплекса

Наименование	Предельное значение
Количество станций, необходимых для восстановления высотного профиля или сверхкраткосрочного прогноза	min 1
Количество станций, необходимых для восстановления поля метеорологического параметра в сетку или вдоль траектории	min 3
Высотный диапазон работы комплекса	от 0 до 8 км

Окончание таблицы 1

Наименование	Предельное значение
Шаг восстановления и прогноза по высоте	от 100 м
Пространственный диапазон работы комплекса	до 300 км
Шаг сетки объективного анализа	от 1 км
Точность сверхкраткосрочного прогноза с заблаговременностью 6 ч	
– температуры	2,0 °C
– ортогональных компонентов скорости ветра (до 2 км и $V < 30$ м/с)	2,5 м/с
– ортогональных компонентов скорости ветра (свыше 2 км и $V < 30$ м/с)	3,5 м/с
– ортогональных компонентов скорости ветра (свыше 2 км и $V < 60$ м/с)	4,0 м/с
– влажности воздуха	12 %
Точность объективного анализа при наличии не менее 6 влияющих станций	
– температуры	1,8 °C
– ортогональных компонентов скорости ветра (до 2 км и $V < 30$ м/с)	2 м/с
– ортогональных компонентов скорости ветра (свыше 2 км и $V < 30$ м/с)	3 м/с
– ортогональных компонентов скорости ветра (свыше 2 км и $V < 60$ м/с)	3,5 м/с
– влажности воздуха	10 %

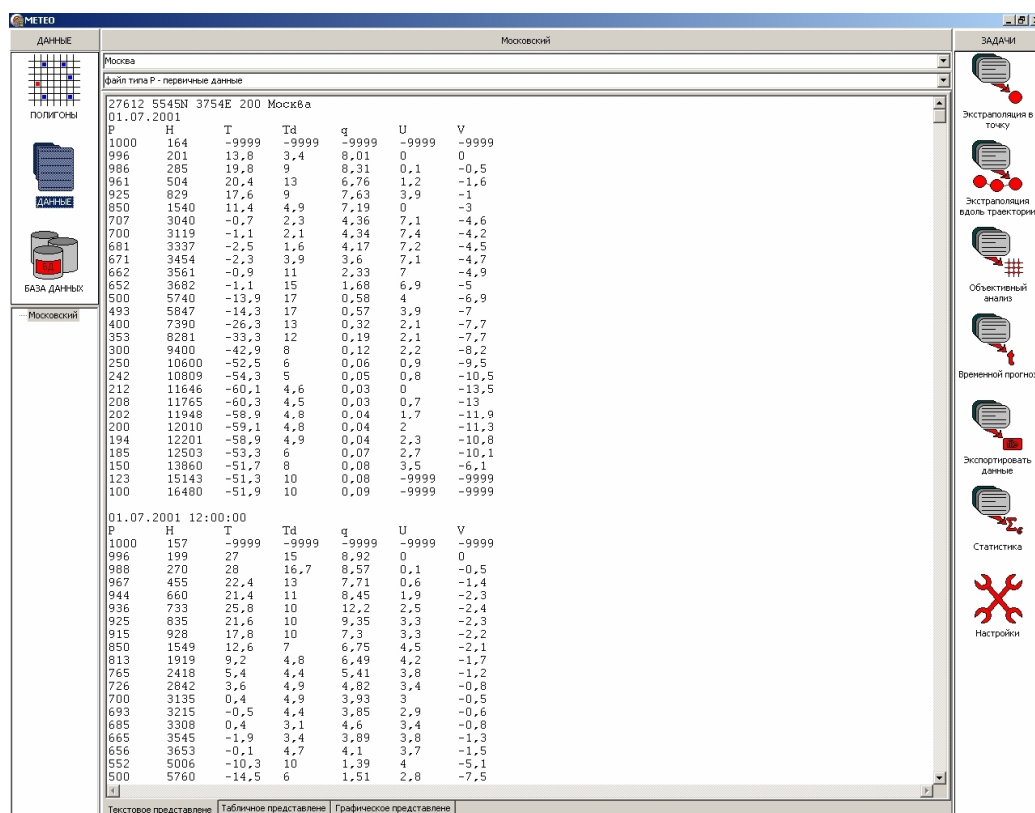


Рисунок 4 – Интерфейс программы мобильного комплекса.
 Главное окно системы в режиме выполнения целевых задач

3. Результаты работы мобильного комплекса

Для проверки заявленной точности работы мобильного комплекса были использованы данные двухсрочных (00 и 12 ч. по Гринвичу) радиозондовых наблюдений пяти аэ-

рологических станций: Москва, Смоленск, Рязань, Сухиничи и Курск, за 2004 – 2010 гг.

На рисунке 5 приведены в качестве примера графическое изображение результатов объективного анализа, мезомасштабного поля геопотенциала и ветра на изобарической поверхности 500 гПа проведенного для 10 января 2004 г. 12:00GMT, с шагом регулярной сетки 25 км.

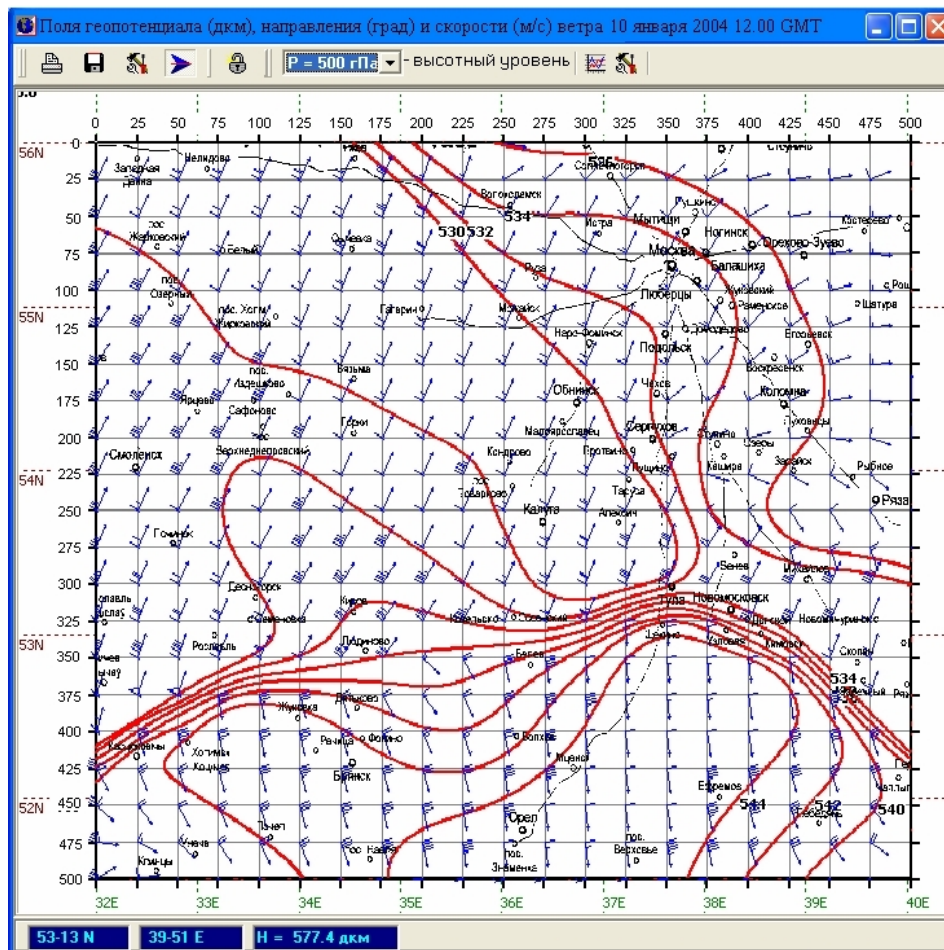


Рисунок 5 – Пример объективного анализа для мезометеорологического полигона

4. Заключение

Разработанный макет информационного мобильного комплекса позволяет производить оценку и сверхкраткосрочный прогноз метеорологических полей. Система построена таким образом, что может легко дополняться новыми программными средствами, обеспечивающими ввод и обработку различных видов метеорологической информации, а также решение более широкого спектра целевых задач. В дальнейшем предполагается внести в систему возможность оценки и прогноза видимости, нижней границы облаков, вида и количества осадков

Библиографический список

1. Лавриненко А.В., Горев Е.В., Комаров В.С. Информационно-вычислительная система «Метео» для метеорологической поддержки решения прикладных задач // Системы автоматизации в образовании науке и производстве: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции, Новокузнецк, СибГИУ 2009. – С. 413 – 419.
2. Liu Y., and Coauthors, Development and evaluation of a real-time FDDA and forecast system for the year-2002 SLC Olympics. Preprint, 12th NCAR Mesoscale Model Users' Workshop,

Boulder, CO, NCAR, 44-47.

3. Komarov V.S., Lavrinenko A.V., Lomakina H.Ya., Popov Yu.B., and Popova A.I. New Method of Spatial Extrapolation of Meteorological Fields on the Mesoscale Level Using a Kalman Filter Algorithm for a Four-Dimensional Dynamic-Stochastic Model. //J. of Atmos. and Ocean. Technol. 2007, – V.24, – № 2, – P. 182-193.
4. Лавриненко А.В., Комаров В.С., Попов Ю.Б. Методика сверхкраткосрочного прогноза параметров состояния атмосферы на основе алгоритма калмановской фильтрации и двумерной динамико-стохастической модели // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18, – № 4. – С. 344 – 348.
5. Горев Е.В., Комаров В.С., Лавриненко А.В., Будаев В.В. Численное восстановление профилей температуры и ветра в пограничном слое атмосферы на основе алгоритма фильтра Калмана и двумерной динамико-стохастической модели. Часть 1. Методические основы // Оптика атмосферы и океана – 2008. – Т. 21. – № 4. – С. 323 – 326.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКОЙ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И МАТЕРИАЛОВ И ГАЗОВ

Спирин Н.А.*, Краснобаев А.В., Рыболовлев В.Ю.**,
Лавров В.В.*, Онорин О.П.***

** Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина
г. Екатеринбург,*

*** ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»
г. Магнитогорск*

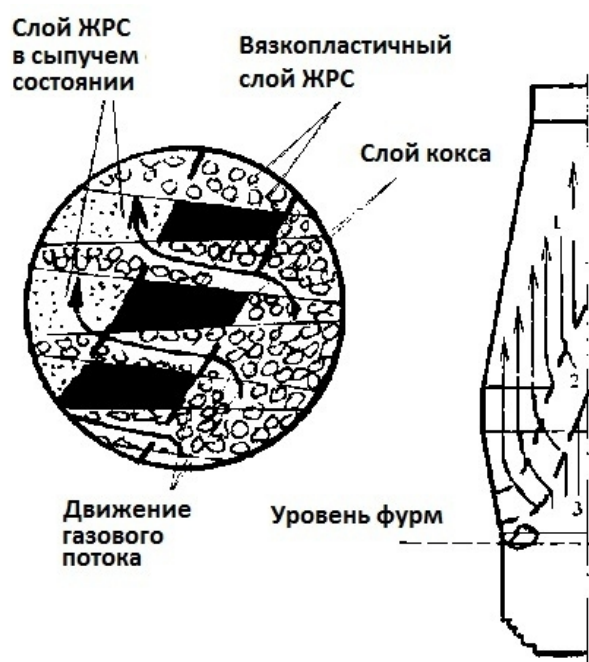
Современные тенденции управления сложными технологическими процессами характеризуются внедрением модельных и экспертных систем поддержки принятия решений. В докладе рассмотрены современные тенденции развития компьютерных систем поддержки принятия решений для решения задач SCADA и MES-уровней в металлургии. Интеллектуальным ядром таких систем являются математические модели технологических процессов.

Модель доменного процесса УрФУ условно можно разделить на две части – модель базового состояния и прогнозирующую модель (модель в малом). Модель базового состояния позволяет оценивать состояние процесса по фактическим усредненным показателям за базовый период работы печи. При этом используется фактически доступная информация о работе печи. Прогнозирующая модель с использованием результатов, полученных с помощью модели базового состояния, позволяет оценить показатели доменного процесса в случае изменения условий плавки. Используемый принцип [1 – 2] позволил построить математическую модель доменного процесса, предназначенную для решения сформулированных выше задач и обладающую свойствами адаптируемости структуры вычислений к конкретной технологической задаче с учетом существующей системы сбора информации и помехозащищенностью, то есть обеспечил возможность получения достоверных оценок прогнозного изменения параметров работы печи по зашумленной информации. Математическое, алгоритмическое обеспечение модулей расчета материального и теплового балансов доменной плавки, моделирования теплового, шлакового, дутьевого и газодинамического режимов, программное обеспечение «АРМ инженерно-технологического персонала доменной печи» и «АРМ инженерно-технологического персонала доменного цеха» разработаны в УрФУ ранее [3 – 4].

Однако выявлены и ее недостатки. Главное внимание при разработке этой модели было уделено моделированию теплового, дутьевого, газодинамического и шлакового ре-

жимов доменной плавки, особенности неравномерности распределения материалов и газов не находили должного отражения в этой модели, что ограничивало область ее практического применения. Основное внимание уделено в докладе подсистеме расчета расположения, конфигурации зоны и свойств материалов в зоне вязко-пластичного состояния железорудных материалов (зоне когезии) и прогнозирования технологических ситуаций.

По современным представлениям газопроницаемость столба шихты в доменной печи определяется положением и формой зоны вязко-пластичных масс. Выше этой зоны располагается слой шихты в кусковом состоянии, ниже – слой кокса со стекающим расплавом чугуна и шлака. Зона пластичности (зона когезии) представлена чередующимися слоями железорудного материала (ЖРМ) и кокса и только наличие слоев кокса (коксовых окон) обеспечивает газопроницаемость этой зоны. Слои ЖРМ, находясь в вязкопластичном состоянии, непроницаемы для газового потока (рисунок 1). Наличие коксовых окон в объеме вязкопластичных масс подтверждается исследованиями «замороженных» доменных печей – при разборке печи в зоне пластичности сохраняется послойное расположение коксовых слоев [5].



1 – «сухая» часть столба шихты; 2 – зона вязкопластичных масс;

3 – орошаемая расплавами чугуна и шлака зона кокса

Рисунок 1 – Схема расположения слоев железорудного материала, кокса и характер движения газа и расплавов в зоне вязко-пластичных масс

Форма зоны пластичности и ее расположение в профиле печи определяется многими факторами, главными из которых являются распределение рудной нагрузки по сечению колошника, а также вязкопластичные характеристики железорудных материалов: температура начала и температура расплавления – появление текучего шлакового расплава. В этом случае толщина пластичного слоя зоны когезии будет определяться температурным интервалом плавления. Максимально возможная производительность может быть достигнута при наилучшей форме зоны пластичности, наименьшей толщине этой зоны, а также при хорошей фильтрации расплавов в зоне, расположенной ниже зоны пластичности.

Формирование необходимой формы зоны пластичности возможно за счет применения безконусных засыпных устройств (БЗУ), которые в настоящее время используются более чем на 400 доменных печах во всех промышленно развитых странах и как средство за-

грузки не имеют альтернативы. Эффективность применения БЗУ может быть увеличена при оснащении печи современными средствами контроля распределения шихты и газов – профилемерами, термовизорами, устройствами измерения температуры, определения химического состава и давления газов по радиусу и окружности печи, а также современными автоматизированными системами диагностики состояния и режимов работы оборудования [5 – 6].

Структура модели подсистемы моделирования расположения и конфигурации зоны вязко-пластичного состояния железорудных материалов представлена на рисунке 2.

Задача поиска варианта плавки с получением высокой производительности печи сводится к сопоставлению двух вариантов: базового и прогнозного, в которых решаются нескольких последовательных задач:

1. Определение распределения рудной нагрузки по сечению колошника для базового варианта. Поскольку нет способов прямого определения соотношения железорудного материала и кокса по сечению колошника печи, то эта задача решается по косвенным показателям – по распределению либо CO_2 , либо температуры в поперечном сечении колошника.

2. При полученном распределении рудной нагрузки производится расчет соотношения масс и объемов ЖРМ и кокса, эквивалентного диаметра, порозности в среднем и в кольцевых сечениях колошника печи, а затем расходов газа и скоростей движения газа в этих кольцевых сечениях.

3. В дальнейшем выполняются аналогичные расчеты для заплечиков и распара доменной печи.

4. Задавая теплотехнические характеристики используемых компонентов шихты, находятся параметры, определяющие теплообменные процессы как в нижней, так и верхней зонах печи с расчетом изменения температуры шихты и газа в нижней ступени теплообмена по кольцевым зонам.

5. По химическому составу загружаемых железорудных материалов определяются вязкопластичные характеристики этих материалов: температура начала размягчения (температура начала плавления) и температура расплавления (температура появления подвижного шлакового расплава). При наличии экспериментальных данных о вязкопластичных характеристиках применяемых ЖРМ в модели используются фактические, а не расчетные данные.

6. Используя модель расчета зоны пластичности по кривым изменения температуры шихты в кольцевых зонах низа печи, находятся изотермы, соответствующие температуре начала размягчения и температуре расплавления ЖРМ. По найденным значениям определяется расположение и конфигурация зоны пластичности в профиле печи для базового варианта.

7. Далее рассматривается прогнозный вариант, в который вносятся изменения в режимных параметрах плавки: использование рудного сырья, обладающего лучшими вязкопластичными характеристиками, изменение в режиме загрузки печи для формирования более благоприятной формы зоны пластичности, изменение дутьевых параметров плавки (температуры, влажности, кислорода в дутье, расхода природного газа), изменения фракционного состава кокса и его прочностных характеристик (M25, горячая прочность, истираемость M10).

8. Осуществляется диагностика доменной плавки. Выполняются расчеты по определению производительности печи и удельного расхода кокса в прогнозном периоде в сравнении с базовым.

Необходимость блока «Настройка» в структуре модели, включающего подсистемы «Нормативно-справочная информация», «Корректировочные коэффициенты», «Настройка диагностики», обусловлена требованиями настройки модели на конкретные условия функционирования системы. Обосновано, что в рамках решаемых в работе задач для учета

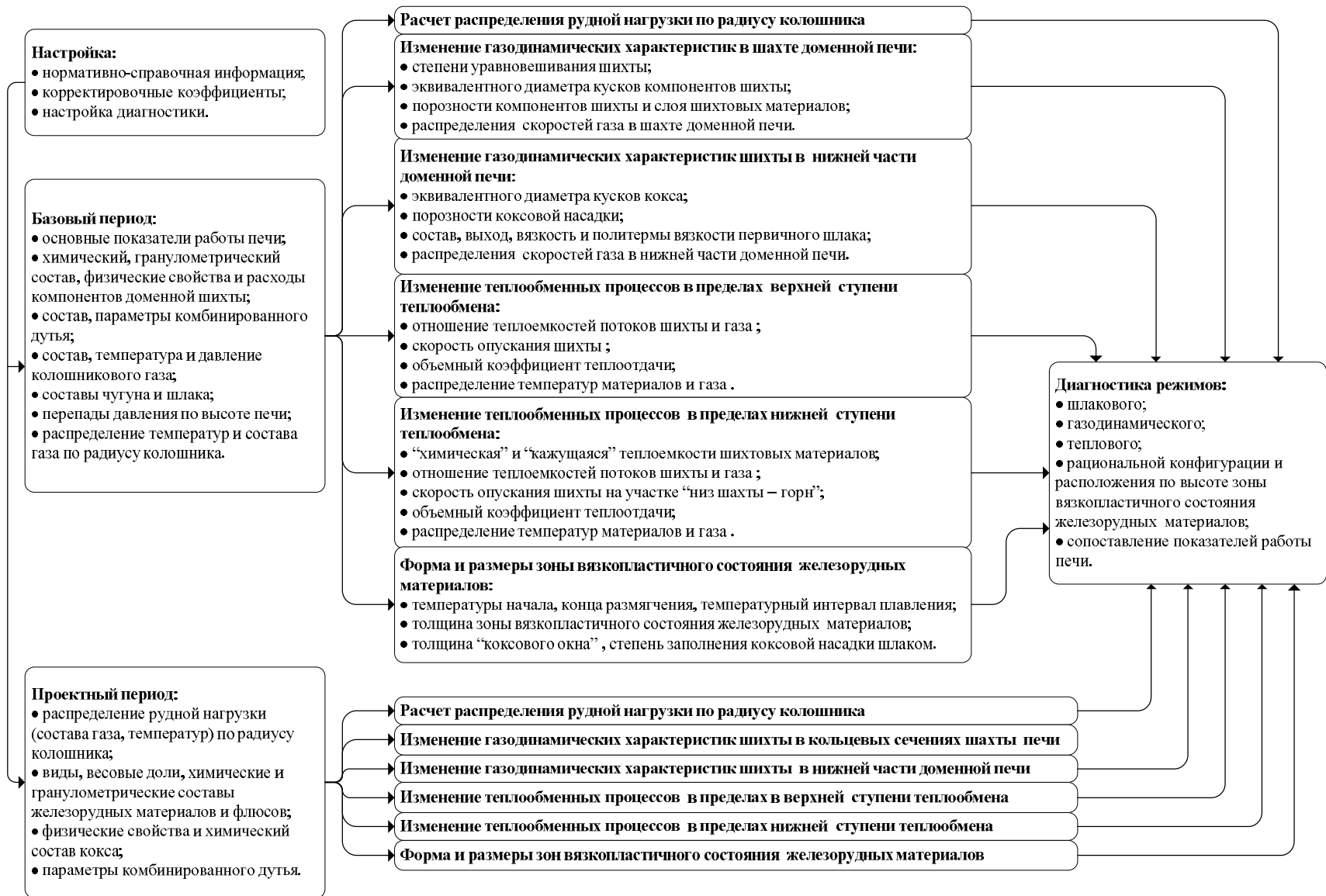


Рисунок 2 – Структура подсистемы моделирования расположения и конфигурации зоны вязко-пластичного состояния железорудных материалов

влияния свойств железорудного сырья, кокса и параметров комбинированного дутья достаточно использовать нормативные коэффициенты расчета расхода кокса и производительности печи. В основе этого анализа лежат количественные соотношения между изменившимися параметрами (факторами) и удельным расходом кокса и производительностью доменных печей.

Поскольку математическая модель расположения и конфигурации зоны вязкопластичного состояния железорудных материалов является сложной для реализации подсистемы в виде программного модуля, потребовалась более детальная разработка спецификаций отдельных блоков модели. В качестве метода разработки спецификаций использовали диаграммы потоков данных (Data Flow Diagram, DFD), адаптированные для отображения математических зависимостей [7 – 8]. Нотация метода DFD предполагает разбиение математической модели на отдельные функциональные компоненты (процессы) и представление их в виде сети, связанной потоками данных. Главная цель использования средства – продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между этими процессами. В соответствии с методологией математическая модель отражена в виде иерархически диаграмм потоков данных, описывающих асинхронный процесс преобразования информации от ее ввода в подсистему до выдачи пользователю. Отдельные процессы декомпозированы до такого уровня, при котором они становятся элементарными и детализировать их далее невозможно. Число функциональных компонентов более 100.

В основу технологического подхода к разработке программного обеспечения положена известная итерационная (спиральная) модель, приводящая к выпуску внутренней или внешней версии программного изделия, которая в дальнейшем совершенствуется от итерации к итерации. При разработке системы применялась трехзвенная архитектура (клиент - сервер приложений - сервер баз данных).

Структура разработанного программного обеспечения условно отражена на рисунке 3.

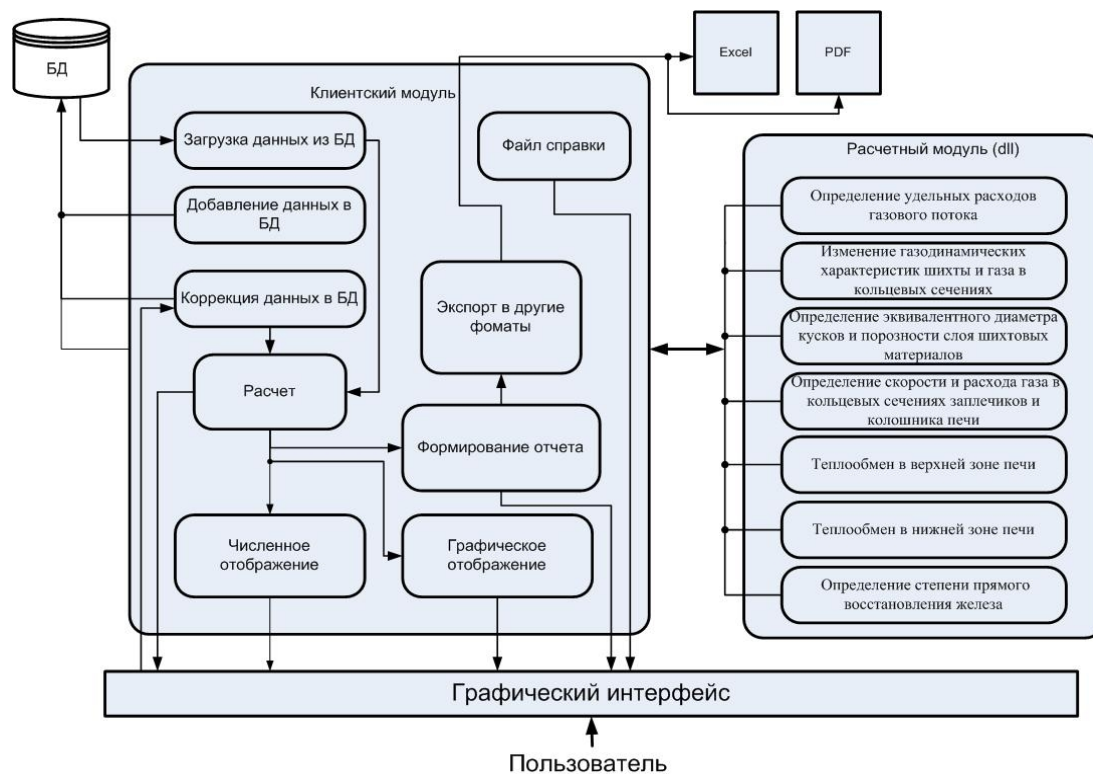


Рисунок 3 – Архитектура программного обеспечения

Общая характеристика программного обеспечения:

- объектно-ориентированная методология разработки;
- программная платформа – операционная система MS Windows;
- среда программирования – MS Visual Studio 2008.NET, язык программирования – C# [9];
- инфологическая модель базы данных, выполненная в виде ER-диаграмм в пакете ERWin [10];
- обработка данных выполняется средствами прикладной программы и СУБД. В случае использования MS SQL Server 2005 – с помощью хранимых процедур (stored procedures) и триггеров (triggers), организации представлений (views). Взаимодействие прикладной программы и сервера с помощью SQL-запросов [11];
- контроль доступа и организация работы нескольких пользователей с различными привилегиями (users);
- функциональность программного обеспечения;
- надежность работы, защита от некорректно вводимых данных;
- клиентское приложение выполнено на основе технологии MS .Net Framework;
- сохранение исходных данных в базу данных, возможность загрузки различных вариантов данных без завершения работы;
- возможность сохранения результатов во внешнем файле отчета, экспорт отчета в MS Office Word, MS Office Excel, HTML и другие популярные форматы.

С помощью программного обеспечения выполнен анализ различных периодов работы доменных печей ОАО «ММК», ОАО «НТМК», ОАО «ЧМК» и др., разработаны рекомендации по корректировке состава железорудной части шихты, распределению материалов на колошнике, дутьевых параметров.

Использование современной информационно-моделирующей системы управления доменной плавкой с учетом неравномерности распределения и материалов и газов обеспечит повышение эффективности принятия решений инженерно-техническим персоналом в условиях нестабильности состава и качества проплавленного железорудного сырья в доменных печах и изменении конъюнктуры рынка.

Библиографический список

1. Прогнозирование в системах управления / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко. – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – 358 с.
2. Теория и практика прогнозирования в системах управления / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев, А.С. Рыков, В.Ф. Евтушенко, С.М. Кулаков, Н.Ф. Бондарь – Кемерово; М.: Издат. объединение «Российские университеты»: Кузбассвузиздат – АСТШ, 2008. – 487 с.
3. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 456 с.
4. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П. Онорин, Н.А. Спиринов, В.В. Лавров [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 301 с.
5. Металлургия чугуна / Под ред. Ю.С. Юсфина. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.
6. Курунов И.Ф. Доменное производство Китая, Японии, Северной Америки, Западной Европы и России. – *Металлург* № 2, 2010. – С.69–77.
7. Одинцов И.О. Профессиональное программирование. Системный подход. 2-е изд. – СПб.: БХВ–Петербург, 2004. – 624 с.
8. Технология и средства разработки информационно-моделирующих систем для решения технологических задач в металлургии / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, А.А. Бурькин [и др.]. // *Известия Томского политехнического университета. Секция «Управление, вычислительная техника и информатика»*. 2010. №5. С.156–161

9. Пауэрс Л. Microsoft Visual Studio 2008: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 1200 с.
10. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004. – 256 с.
11. Ларсон Б. Разработка бизнес-аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – СПб: Питер, 2007. – 684.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ РЕЖИМНЫМИ И КОНСТРУКТИВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА И АГРЕГАТА ТИПА САМООРГАНИЗУЮЩИЙСЯ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННЫЙ РЕАКТОР

Кожемяченко В.И., Рыбенко И.А., Мочалов С.П., Цымбал В.П.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Принципы и конструктивные решения, заложенные в создание нового струйно-эмульсионного металлургического процесса были рассмотрены ранее [1 – 3], а в [4] достаточно последовательно проанализирована эволюция идей, приведших к созданию этого процесса. Здесь мы хотим лишь подчеркнуть, что при этом благодаря использованию некоторых принципов синергетики и ряда физических эффектов (встречные струи, свойства двухфазной среды) была решена задача резкого увеличения скорости химических реакций, уменьшение удельного объема агрегата и его энергоемкости.

Благодаря диспергации шихты встречными струями, процесс переведен в газофазную область (газовзвесь), а использование свойства критического истечения двухфазной среды (газовзвеси, эмульсии) в сочетании с принципом круговой подчиненности (частицы-поле-частицы) позволило создать самоорганизующийся реактор-осцилятор. При этом величина неравновесного колебательного стационара (производительность процесса) находится из решения совместной математической модели, связывающей основные конструктивные параметры агрегата и режимные параметры процесса.

Математические зависимости, описывающие взаимосвязанные модели процесса и агрегата, были рассмотрены нами ранее [5 – 7]. Структура математической модели состоит из набора взаимосвязанных агрегатов, каждый из которых разделен на зоны. Каждая зона состоит из ряда фаз, состав которых постоянен в пределах зоны. Каждая зона может иметь произвольное количество выходных потоков, причем количество и соотношение массовых расходов фаз через выходные потоки может быть различным. Единицей математического описания рассматривается зона.

Схема методики расчета конструктивных параметров агрегатов и технологических режимов представлена на рисунке 1.

При наличии системы взаимосвязанных агрегатов часть этапов расчета выполняется индивидуально для каждого из них, при этом определяются параметры процессов и состояния фаз в стыковочных точках. Расчет всей системы становится много итерационным и двунаправленным, так требуется проход в прямом направлении при определении соотношений исходных материалов в шихте для получения заданных конечных параметров продуктов, и проход в обратном направлении для расчета конструктивных параметров агрегатов.

Алгоритм расчета конструктивных параметров агрегатов строится на основе задания конечных результатов работы системы агрегатов. Эти показатели могут быть получены: путем термодинамических расчетов, на основе данных низкотемпературного и высокотемпературного физического моделирования, использования критериев подобию, математического моделирования.

Ниже приводятся результаты модельных экспериментов и расчетов, направление на

конкретизацию применения рассмотренных выше принципов при решении задачи проектирования агрегата типа СЭР (самоорганизующийся струйно-эмульсионный реактор) определенной (заданной) производительности.

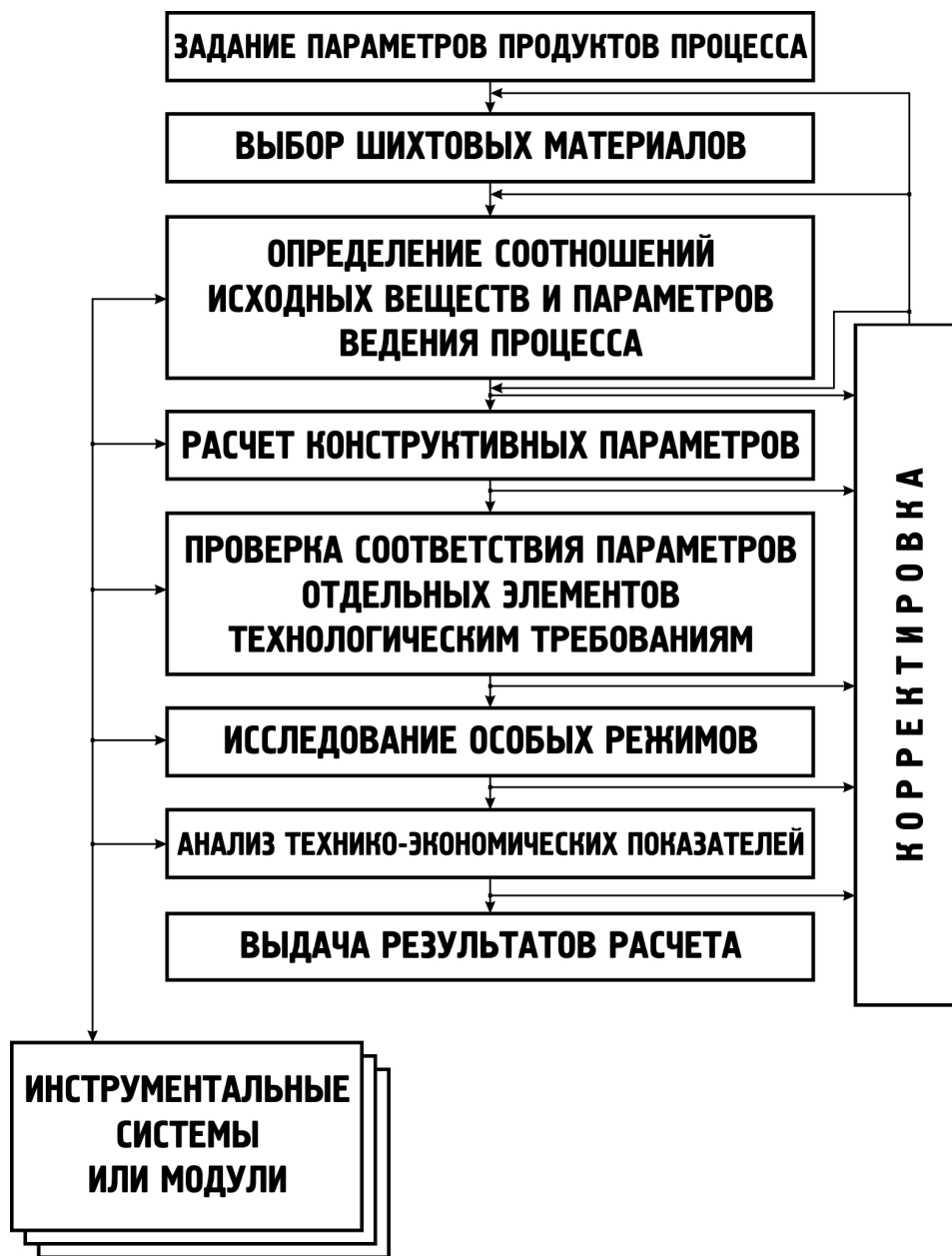


Рисунок 1 – Схема методики расчета конструктивных параметров агрегатов и технологических режимов

Компоновочная схема агрегатов включает (рисунок 2):

- первый агрегат сферического типа, именуемый далее «Первый агрегат»;
- второй агрегат цилиндрического типа, именуемый далее «Второй агрегат», состоящий из двух зон, расположенных одна над другой и именуемых далее «Копильник» и «Шлаковая пена»;
- соединительный канал между агрегатами, именуемый далее «Соединительный» и выходящий в нижнюю часть зоны «Шлаковая пена»;
- канал для отвода металла из зоны «Копильник», именуемый в дальнейшем «Летка»;

- основной канал для отвода шлака и газа из зоны «Шлаковая пена» именуемый в дальнейшем «Основной»;
- вспомогательный канал для отвода газа из зоны «Шлаковая пена», именуемый в дальнейшем «Вспомогательный».

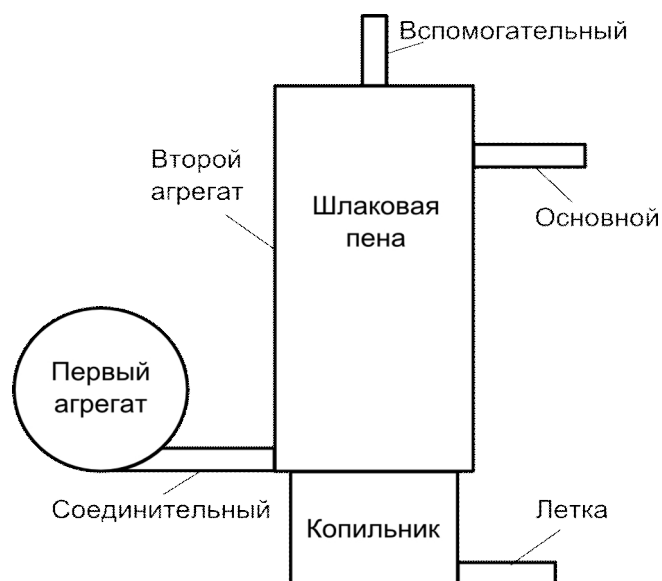


Рисунок 2 – Компоновочная схема агрегатов

Расчет режимов и конструктивных параметров осуществляется на основе исходных данных, пример которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Пример исходных данных для агрегата «Второй агрегат»

Характеристика входных потоков					Тепловой баланс													
Наименование	кг/с	кг/т	Наименование	кг/с	кг/т	Приход	кДж/с	Расход	кДж/с									
Железорудные материалы			Шлакообразующие			1.Тепло иск. м-в	0,000	1.Тепло металла	1178,4									
1. Окалина	0,00	0,000	1.Известь (известняк)	0,50	555,19	2.Тепло экз. р-й	8918,1	2.Тепло шлака	1757,0									
2. Шлам	0,00	0,000	2. Боксит	0,00	0,00	3. Тепло инд-ра	2000,0	3.Тепло газа	3197,3									
3. Железная руда	2,00	2220,755	3. Плавиковый шпат	0,00	0,00			4. Тепло энд. р-й	3787,4									
4. Марганцевый концентрат	0,00	0,000	4. Футеровка	0,00	0,00			7.Потери тепла	1000,0									
5. Титаномагнетитовый концентрат	0,00	0,000	Итого:	0,50	555,19	Итого:	10918,1	Итого	10920,0									
Итого:	2,00	2220,755	Общий расход шихты	3,12	3461,25			Невязка	0,000%									
Металлошихта			Газообразные вх-е потоки															
1. Жидкий чугун	0,00	0,000	1. Кислород	0,610	676,98	м3/с	м3/т	м3/ч										
2. Чугунный лом	0,00	0,000	2. Воздух	0,00	0,00													
3. Металлический лом	0,00	0,000	3. Природный газ	0,00	0,00													
4. Окатыши металлизированные	0,00	0,000	4. Восстановительный газ	0,00	0,00													
5. Металлодобавки	0,00	0,000	Итого:	0,61	676,98	0,43	474,18	1537,370										
Итого:	0,00	0,000	Итого:	0,61	676,98	0,43	474,18	1537,370										
Твердые восст-ли и топливо			Расход материалов															
1. Уголь	0,6172	685,311		3,727	4138,2													
2. Отработанное масло (мазут)	0,0000	0,000																
3. Коксик	0,0000	0,000	Технико-экономические показатели															
4. Ферросилиций (отходы)	0,0000	0,000	Энерго-емкость	Себесто-имость	Себесто-имость	Произ-водительность												
5. Алюминий (отходы)	0,0000	0,000	ГДж/т	руб/т	\$/т	т/ч												
Итого:	0,617	685,311	18,723	3673,31	111,313	3,24												
Производительность агрегата	кг/с	кг/мин	т/ч	т/сут	тыс.т/год													
	0,90	54,04	3,24	77,81	28,40													
Характеристика выходящих потоков																		
Металл	Итого	Fe	C	Mn	Si	S	P	Ti	Cr	V	Ni							
%	100,0%	99,35%	0,50%	0,13%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%							
кг/с	0,901	0,895	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000							
Шлак	Итого	FeO	Fe₂O₃	CaO	SiO₂	Al₂O₃	MgO	MnO	P₂O₅	S	TiO₂	V₂O₅	Cr₂O₃	NiO				
%	100%	2,69%	0,00%	34,92%	38,12%	17,70%	2,40%	0,17%	2,18%	0,25%	0,79%	0,63%	0,14%	0,00%				
кг/с	1,322	0,036	0,000	0,462	0,504	0,234	0,032	0,002	0,029	0,003	0,011	0,008	0,002	0,000				
Газ	Итого	CO	CO₂	N₂	H₂	H₂O	SO₂											
%	100%	48,32%	35,73%	0,54%	0,30%	15,11%	0,00%											
кг/с	1,504	0,727	0,537	0,008	0,004	0,227	0,000											
Температура, С		металл		1550														
		газ		1550														
Дожигание		CO		0,30														
		H₂		0,80														

Сводная характеристика параметров расчетов для разных степеней дожигания CO приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры расчета для разных степеней дожигания CO

Параметр	Степень дожигания CO , %				
	10	20	30	40	50
Содержание CO в агрегате «Первый агрегат», %	68,64	58,42	49,04	40,39	32,40
Содержание CO в агрегате «Второй агрегат», %	67,65	57,65	48,32	39,74	31,83
Массовый расход металла в канале «Соединительный», кг/с	0,185	0,184	0,184	0,184	0,184
Массовый расход шлака в канале «Соединительный», кг/с	1,766	1,752	1,743	1,737	1,732
Массовый расход газа в канале «Соединительный», кг/с	1,464	1,215	1,051	0,935	0,848
Массовый расход шлака в канале «Основной», кг/с	1,348	1,333	1,322	1,314	1,308
Массовый расход газа в канале «Основной» при отсутствии отвода через канал «Вспомогательный», кг/с	1,979	1,699	1,504	1,361	1,251

Расчет конструктивных параметров осуществляется «с конца», то есть с тех агрегатов и выходных каналов, которые имеют связь с атмосферой. Рассчитанные давления используются как исходные данные при расчетах взаимосвязанных с ними агрегатов.

Определение параметров агрегата «Второй агрегат»

Для определения диаметра канала «Основной» и давления в зоне «Шлаковая пена» были проведены расчеты истечения смеси газа и шлака через данный канал. Зависимость скорости истечения смеси от диаметра канала приведена на рисунке 3.

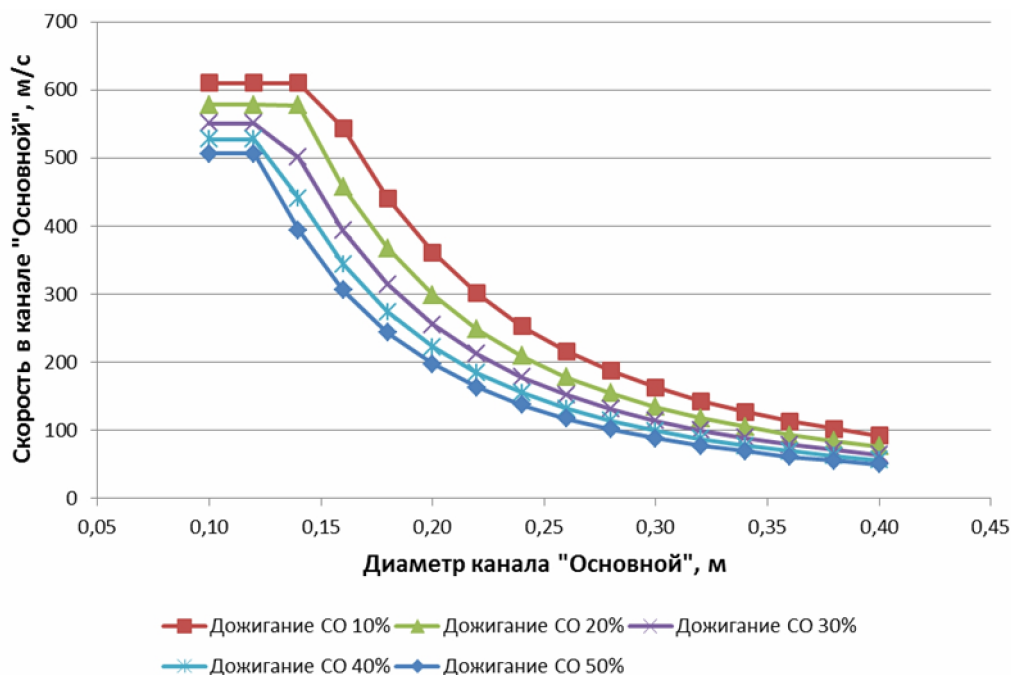


Рисунок 3 – Зависимость скорости истечения в канале «Основной» от диаметра канала при разных степенях дожигания CO

В качестве базового для расчетов выбран режим с дожиганием 30 % CO , поэтому дальнейшие расчеты, в основном, относятся к данному режиму.

Для обеспечения необходимых режимов работы агрегатов требуется наличие некоторого давления в зоне «Шлаковая пена», однако в этом случае, как видно из рисунка 3, скорости истечения из канала «Основной» достаточно высоки. Для уменьшения скоростей истечения, а также для поддержания уровня газшлаковой пены выше основного канала, принято решение об отводе части газов через канал «Вспомогательный». Для этого канала были рассчитаны аналогичные зависимости при степени дожигания CO 30 % и разных соотношениях расхода газа через каналы «Основной» и «Вспомогательный».

Изменение соотношения расходов газа в каналах «Основной» и «Вспомогательный» не приводит к серьезному изменению объемного газосодержания в канале «Основной», т.к. уменьшение объема газа в канале за счет отвода части газа через канал «Вспомогательный» компенсируется увеличением объема газа за счет снижения давления в зоне «Шлаковая пена». Таким образом, даже при отводе части газа через канал «Вспомогательный», расчет истечения газа через канал «Основной» можно производить как для газа с эффективными параметрами.

Расчет выпуска металла через канал «Летка» производился исходя из заданных расходов металла и необходимого времени пребывания металла в зоне «Копильник» до одного часа. Расчет показал, что для обеспечения заданных условий требуется высота зоны 0,83 м. (при диаметре зоны 0,80 м.) Получающийся при этом для условий непрерывного выпуска диаметр канала 0,006 м не может быть реализован технически, поэтому принято решение о периодическом выпуске металла. В этом случае площадь сечения канала определяется желаемой скоростью выпуска металла.

На основе приведенных выше данных, с учетом конструктивных и технологических ограничений, выбраны следующие параметры:

- диаметр канала «Основной» – 0,25 м.;
- доля расхода газа в канале «Вспомогательный» – 20 %.
- диаметр канала «Вспомогательный» – 0,10 м.;
- диаметр зоны «Шлаковая пена» принят 1 м.;
- диаметр зоны «Копильник» принят 0,8 м.;
- высота зоны «Шлаковая пена» принята 4 м.;
- высота зоны «Копильник» – 0,83 м.

Определение параметров агрегата «Первый агрегат»

Определение параметров этого агрегата выполнялось с учетом обеспечения необходимого времени пребывания и степени превращения веществ в нем. Для обеспечения требуемой степени превращения веществ в агрегате. Время пребывания, наряду с давлением в агрегате и требуемым массовым расходом веществ, оказывает существенное влияние на геометрические размеры агрегата. Полученные зависимости диаметра агрегата «Первый агрегат» от давления в реакторе для разных значений времени пребывания при заданном массовом расходе веществ показаны на рисунке 4.

Для обеспечения времени пребывания 0,35 с и давления в агрегате 3 – 4 атм. диаметр первого агрегата подучается равным 1,1 м. Столь малое время пребывания веществ в первом агрегате объясняется тем, что в данном случае он выполняет прежде всего задачу смесителя, т.е. является ректором для приготовления псевдогомогенной газозвеси при высоком потенциале давления. Благодаря этому он является побудителем расхода (своеобразным компрессором), позволяющим проталкивать образованную рабочую смесь через все последовательно расположенные элементы агрегата.

При заданных массовом расходе веществ в канале «Соединительный» и давлении в агрегате «Первый агрегат» значения скоростей истечения в канале и диаметра канала определяются однозначно. Зависимости скорости и диаметра канала от давления в агрегате приведены на рисунке 5.

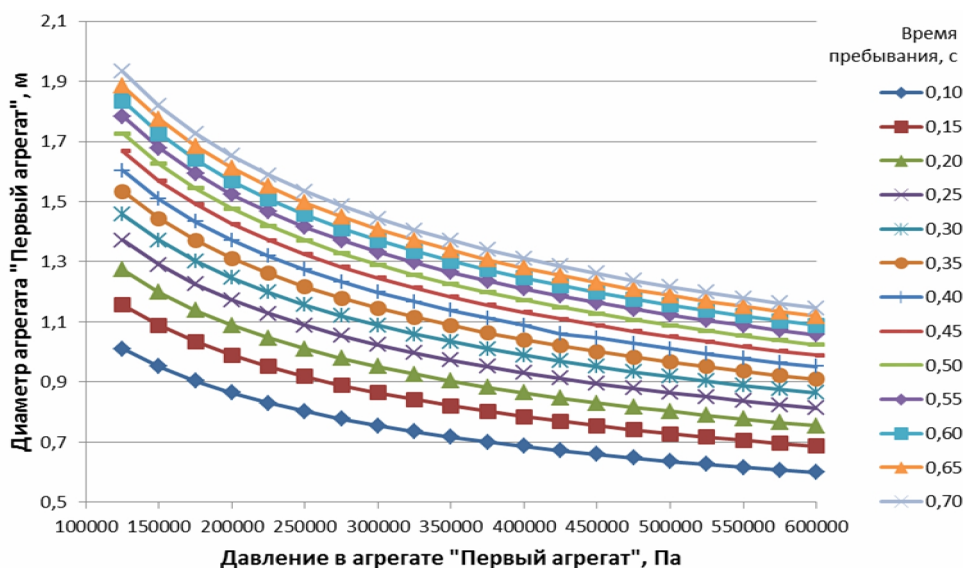


Рисунок 4 – Зависимость диаметра агрегата «Первый агрегат» от давления в агрегате при разных значениях времени пребывания

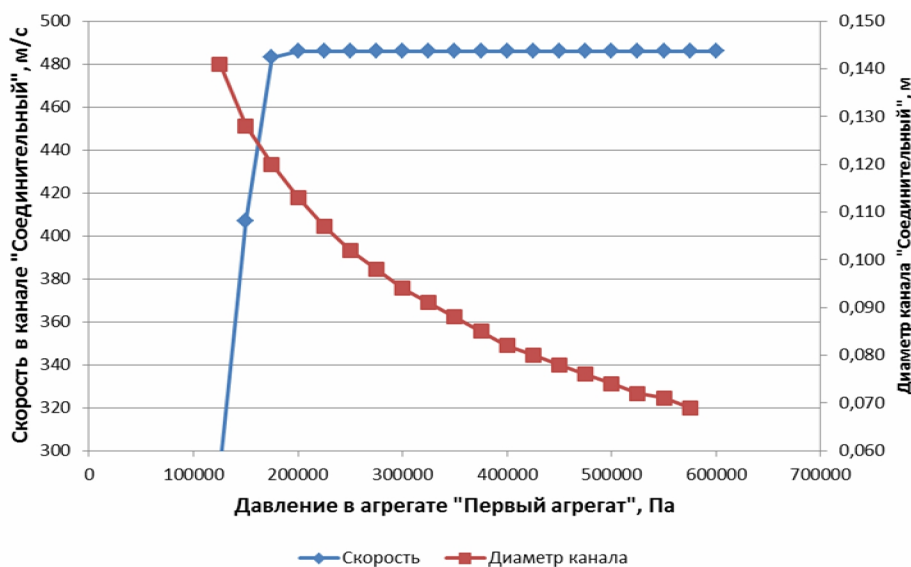


Рисунок 5 – Зависимость скорости в канале и диаметра канала «Соединительный» от давления в агрегате

Для выбранного давления в агрегате диаметр канала «Соединительный» будет составлять 0,092 м при скорости 486 м/с.

В канале «Соединительный» скорость истечения достигает критической отметки. Значения критических скоростей для различных степеней дожига CO и различных значениях объемного газосодержания для условий канала «Соединительный» показаны на рисунке 6. Точками в средней части рисунка показаны значения объемных газосодержаний и скоростей, соответствующие режимам работы агрегатов при рассчитанных конструктивных параметрах.

На рисунке 7 представлены зависимости для соотношения диаметров первого агрегата и соединительного канала при разном времени пребывания, которые могут быть использованы для предварительной оценки размеров агрегата при масштабировании его производительности.

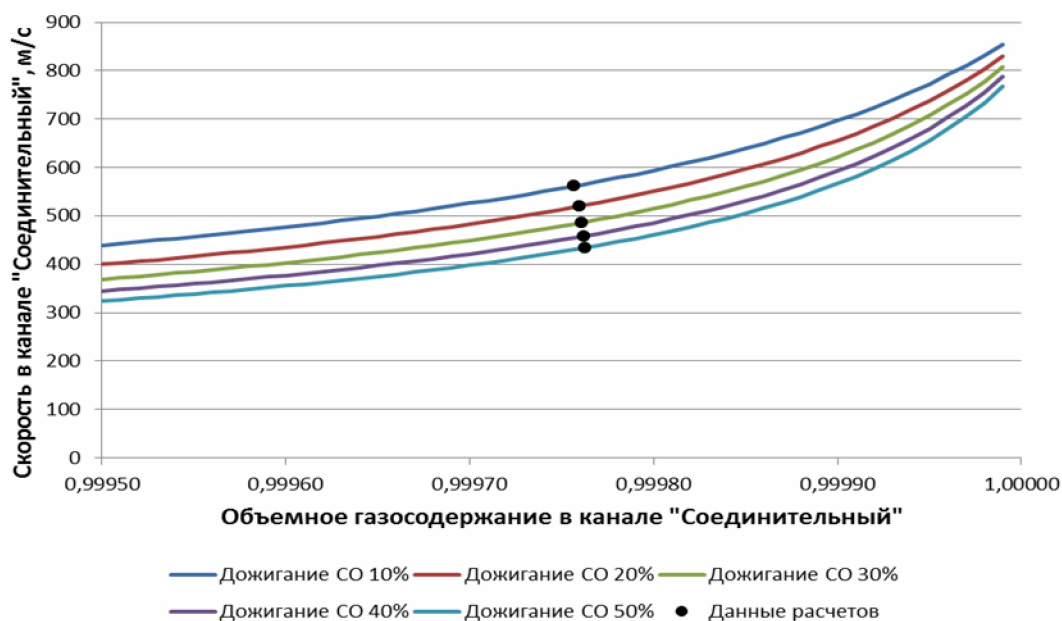


Рисунок 6 – Зависимость критической скорости от объемного газосодержания при разных степенях дожигания CO для условий канала «Соединительный»

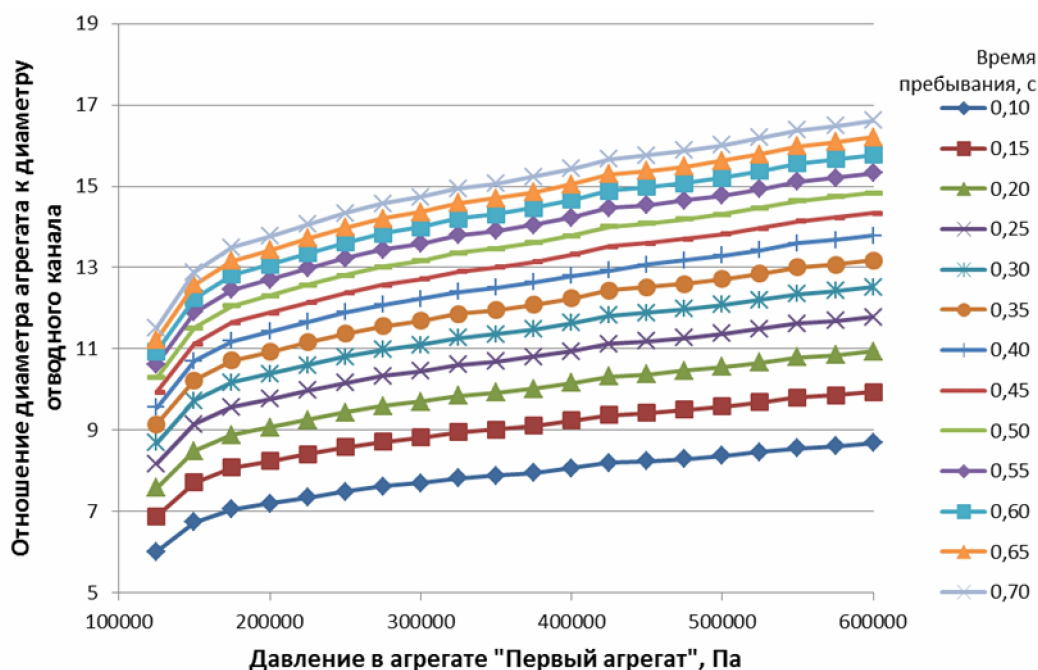


Рисунок 7 – Зависимость отношения диаметров агрегата «Первый агрегат» и канала «Соединительный» от давления и времени пребывания в агрегате

На основе ранее разработанной математической модели самоорганизующегося струйно-эмульсионного металлургического процесса и агрегата, связывающей параметры процесса и конструктивные параметры агрегата, создан алгоритм и его программная реализация, что позволило осуществить ряд важных исследований и создать методику расчета основных конструктивных параметров агрегата. В данном примере это сделано для пилотного образца производительностью 30 тысяч тонн в год.

Показано, что роль управляющих параметров здесь играют давление в реакторе и

объемное газосодержание. Частота пульсаций процесса при этом четко связана со временем пребывания частиц, что при неизменных режимных параметрах определяется отношением диаметров реактора и отводного канала. В результате исследований на этой модели найдено оптимальное значение соединительного канала, обеспечивающего устойчивый пульсирующий режим.

Есть основания сделать важный вывод о том, что ряд решений, обеспечивающих автоматизацию процессов, может быть принят еще на этапе конструирования.

Библиографический список

1. В Сибири рождается альтернативная наукоемкая металлургия постиндустриальной эпохи / В. Цымбал, Б. Кустов, Р. Айзатулов, С. Мочалов, К. Шакиров // *Металлы Евразии*. – 1996. – № 1. – С. 114-117.
2. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Айзатулов Р.С. и др. Струйно-эмульсионный процесс и реактор: новые возможности для мини-металлургии и машиностроения / *Электromеталлургия*. – 2002. – № 5 – С. 10 - 18.
3. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. III. Примеры реализации идей и принципов синергетики: Учеб. пособие / Под редакцией В.П. Цымбала. СибГИУ. – Новокузнецк, 2005. – 264 с.
4. Цымбал В.П. Зарождение и развитие научной идеи (на примере создания самоорганизующегося струйно-эмульсионного реактора). – Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции/ под редакцией С.П. Мочалова, В.П. Цымбала; сиб. гос. индустр. ун-т. - Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2011. С. 95-113.
5. Кожемяченко В.И., Рыбенко И.А., Мочалов С.П., Цымбал В.П. Реализация стационарных колебательных режимов в струйно-эмульсионном металлургическом процессе и расчет конструктивных параметров с использованием свойства критического истечения двухфазного потока. - Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции / под редакцией С.П. Мочалова, В.П. Цымбала; Сиб. гос. индустр. ун-т. - Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2011. – С. 339-347.
5. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 2. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 560 с.
6. Темцев Б.Т. Техническая гидромеханика. - М.: Машиностроение, 1978. – 463 с.

О СТРУКТУРИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВА ПОДХОДОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА*

Кулаков С.М., Бондарь Н.Ф., Зимин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Введение. Сложные вопросы выбора и применения исследовательских подходов к созданию и оптимизации автоматизированных систем (АС) управления техническими, человеко-машинными и организационными объектами, а также автоматизированных систем исследования, обучения, мониторинга и т.п. сегодня решаются, главным образом, на основе накопления, отбора и распространения лучших практик. Последние закрепляются в го-

* Работа выполнена в соответствии с тематическим планом СибГИУ по заданию Минобрнауки № 1.6.07.

сударственных и международных стандартах [1, 2, 3], в нормативных документах министерств и ведомств, но главным образом – в ноу-хау исследовательских, проектных и эксплуатационных организаций. Наглядным примером своеобразного «хранилища» лучших практик в сфере информационных технологий является ITIL (IT Infrastructura Library) [4].

Накопленный практический опыт в области разработки, освоения и эксплуатации автоматизированных систем позволяет приступить к структуризации *пространства исследовательских подходов* (ПИП), к разработке их нормативных моделей (включающих функциональную структуру системы исследования (СИ), виды обеспечения, предпосылки правильного применения, порядок реализации, формальные процедуры и методы и т.д.), к постановке и алгоритмизации решения типовых задач выбора конкретного подхода или набора подходов применительно к разным частям (фазам, стадиям, этапам) жизненного цикла АС, к совершенствованию средств реализации подходов. Предварительно определим базовое понятие «исследовательский подход», а также ряд производных и дополнительных понятий, рассмотрим классификацию подходов.

Научное исследование – деятельность, связанная с получением новых научных знаний в определенной области [5].

Объект исследования – часть реального или мыслимого мира, с которой связана деятельность познающего субъекта.

Предмет исследования (познания) – сторона, часть, аспект, точка зрения, с которой исследователь познает целостный объект исследования (с выделением главных, существенных его признаков) [5].

Исследовательский подход – направление изучения (анализа или (и) синтеза) предмета исследования [5].

Автоматизированная система (АС) – человеко-машинный комплекс, включающий объект (управления, исследования, обучения, испытания, мониторинга и т.п.) и автоматизированную управляющую (исследующую, обучающую и т.д.) подсистему, функционирование которого направлено на достижение установленной цели.

Жизненный цикл автоматизированной системы (ЖЦАС) – непрерывный процесс разработки, функционирования и развития системы определенного назначения, который начинается с момента принятия решения о создании и завершается в момент ее полного изъятия из эксплуатации (в момент утилизации) [3, 6, 7].

Сложный и продолжительный ЖЦАС декомпозируется на стадии, фазы и этапы [7], отличающиеся частными целями, подпроцессами, методами и средствами их реализации. В данном докладе в соответствии с [1, 2, 3, 4, 7] ограничимся рассмотрением следующих основных стадий жизненного цикла АС: определение стратегии АС, проектирование АС, ввод АС в эксплуатацию (внедрение), эксплуатация АС, вывод АС из эксплуатации (утилизация).

Анализ ряда источников, раскрывающих, в той или иной степени, исследовательские подходы к созданию, анализу и оптимизации систем автоматизации управления [5, 8-17, 19], позволяет ориентировочно оконтурить пространство (множество) исследовательских подходов, осуществить его декомпозицию, исходя из: разнообразия трактовок понятия «исследовательский подход», классификации объектов познания (систем автоматизации), классификации средств изучения предмета исследования, и установить связи между компонентами ПИП и стадиями ЖЦАСА. Попытка решения этой сложной неструктурированной задачи в первом (укрупненном) приближении представлена на рисунке 1.

Конкретизацию некоторых общих подходов, применительно к задаче оптимизации системы автоматического (автоматизированного) управления техническим объектом (САУТО) рассмотрим на примере трех из них – модельного, натурального, натурно-модельного.

1 Конкретизация модельного подхода (М-подхода)

1.1 Подход на базе математических моделей объекта оптимизации – САУ^М и внешней среды (М_М-подход), рисунок 2.

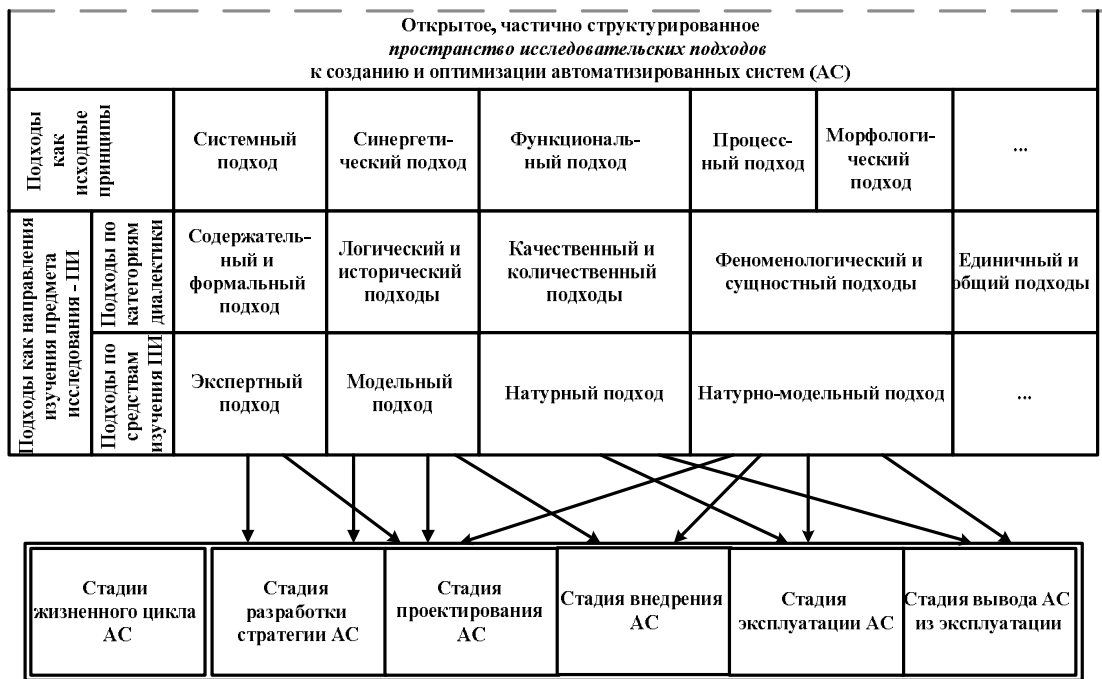
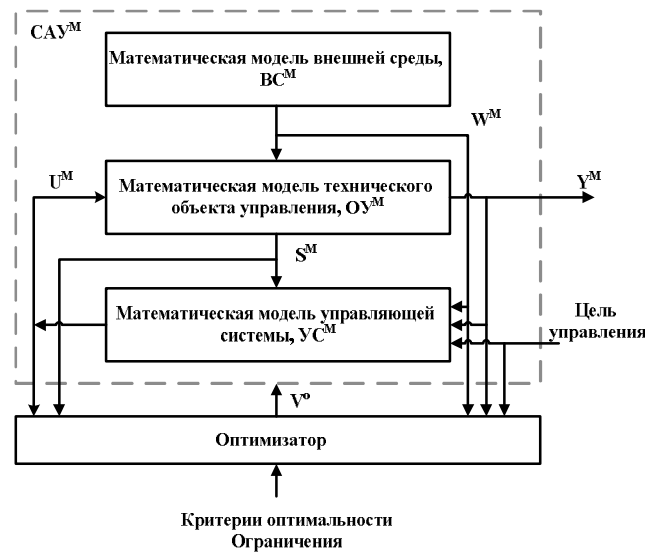


Рисунок 1 - Частичная структуризация пространства исследовательских подходов и связи некоторых из них со стадиями жизненного цикла автоматизированной системы (управления, исследования, обучения, мониторинга и т.д.)



W^M, Y^M, S^M, U^M – модельные сигналы внешних воздействий, выходных воздействий, состояний объекта, а также управляющих воздействий соответственно;
 V^o – воздействия оптимизатора

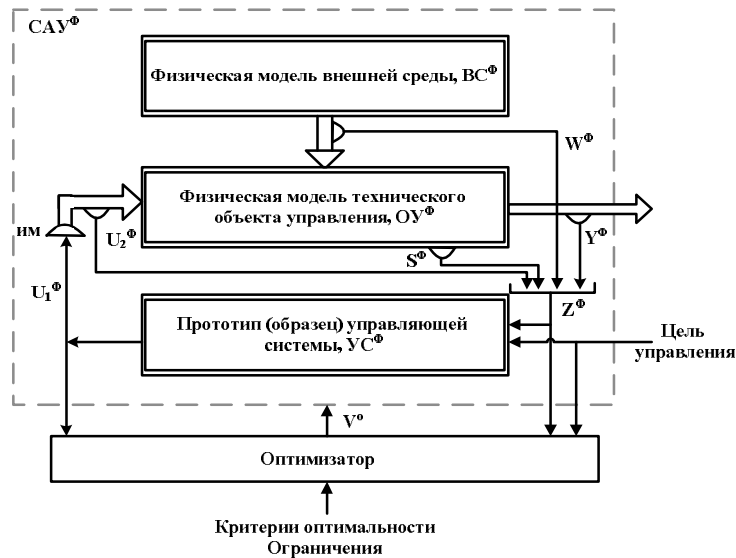
Рисунок 2 – Схема реализации модельного подхода с использованием математических моделей

Теоретической базой этой разновидности модельного подхода является теория математического моделирования [18].

Блок «оптимизатор» реализует автоматическую или человеко-машинную процедуру структурной и (или) параметрической оптимизации. Точность данного подхода определяется адекватностью используемых моделей. Затраты на его реализацию (по отношению

к натурному подходу) – невелики. Он применяется на первой и второй, и реже на третьей стадиях жизненного цикла СА.

1.2 *Подход на базе физических моделей* объекта управления, физической модели внешней среды и прототипа управляющей системы $УС^\Phi$ (M_Φ -подход), рисунок 3.



$W^\Phi, Y^\Phi, U^\Phi, S^\Phi$ – сигналы физических воздействий внешней среды, выходных воздействий объекта, управляющих воздействий, датчиков состояния объекта соответственно;

V^o – воздействия оптимизатора); ИМ – исполнительные механизмы

Рисунок 3 – Схема реализации модельного подхода с использованием физических моделей

Теоретической базой данного подхода является теория подобия и физического моделирования [17]. Блок «оптимизатор» планирует и осуществляет оптимизационные эксперименты на специальном стенде (исследовательской установке). Необходимость использования физических моделей связана с отсутствием адекватных математических моделей. Точность данной конкретизации модельного подхода определяется точностью подобия физических моделей и соответствующих натуральных компонентов САУ. Затраты на реализацию (по отношению к предыдущей схеме) в этом случае гораздо более значительны. Данная схема обычно применяется на третьей и реже на четвертой стадии ЖЦАС.

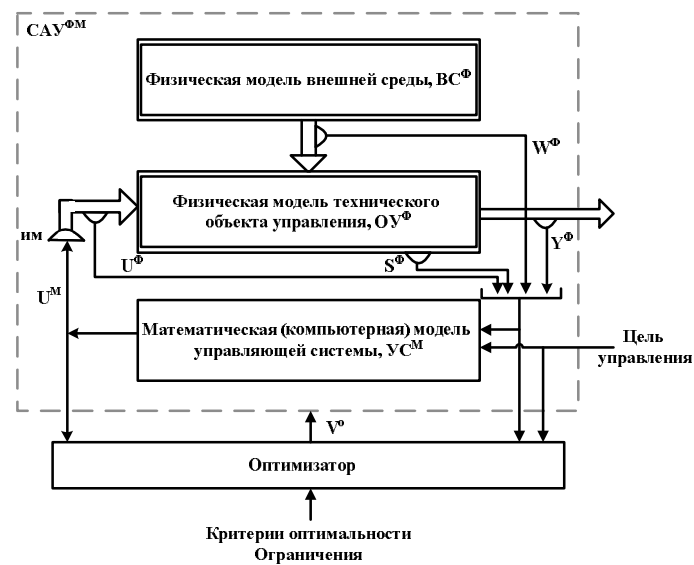
1.3 *Подход на базе комбинирования математических и физических моделей* компонентов САУ, например физической модели объекта управления – $ОУ^\Phi$, физической модели внешней среды – $ВС^\Phi$ и математической модели управляющей системы – $УС^M$ ($M_{\Phi M}$ -подход), рисунок 4.

Данная конкретизация является промежуточной между конкретизациями, приведенными на рисунках 2 и 3. Показатели ее эффективности (точность оптимизации, затраты на оптимизацию) также занимают промежуточное положение. Воздействия V^o оптимизатора в этом случае связаны с реализацией некоторого поискового оптимизационного эксперимента. Рекомендуемая область применения представленной схемы связана, главным образом, с третьей стадией жизненного цикла АС.

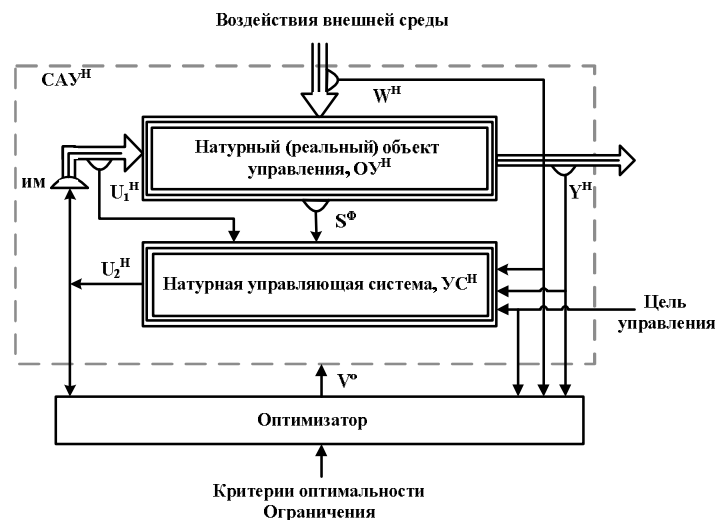
2 Конкретизация натурального подхода (Н-подхода)

Суть натурального исследовательского подхода состоит в познании естественного или созданного человеком объекта исследования путем наблюдения за его функционированием и (или) экспериментирования с ним в реальной (натурной) внешней среде. Применительно к задаче оптимизации системы автоматического управления его схему можно представить в виде рисунка 5. Данный подход общепризнан среди разработчиков сложных ав-

томатизированных систем, с одной стороны, как наиболее эффективный по критериям точности, информативности, адекватности, но с другой стороны, - как ресурсозатратный.



$W^{\Phi}, Y^{\Phi}, U^{\Phi}, S^{\Phi}$ – сигналы физических воздействий внешней среды, выходных воздействий объекта, управляющих воздействий, сигналы датчиков состояния объекта соответственно; V^O – воздействия оптимизатора); ИМ – исполнительные механизмы
 Рисунок 4 – Схема реализации физико-математической разновидности модельного подхода, то есть комбинирования физических (BC^{Φ}, OU^{Φ}) и математической (UC^M) моделей



W^H, Y^H, U^H, S^H – сигналы натуральных воздействий внешней среды, выходных воздействий объекта, управляющих воздействий, сигналы датчиков состояния объекта соответственно; V^O – воздействия оптимизатора); ИМ – исполнительные механизмы
 Рисунок 5 – Схема реализации натурального исследовательского подхода

«Несмотря на возможность современных методов обработки систем в лабораторных условиях, роль натуральных испытаний неоспорима, так как именно при этом полностью выявляются особенности взаимодействия испытуемых объектов с окружающей средой, определяются эксплуатационные характеристики, а в отдельных случаях устанавливаются новые физические явления, приводящие к их существенным доработкам. Время, затрачи-

ваемое на обработку в натуральных условиях зачастую регламентирует общие сроки создания новых систем» [8].

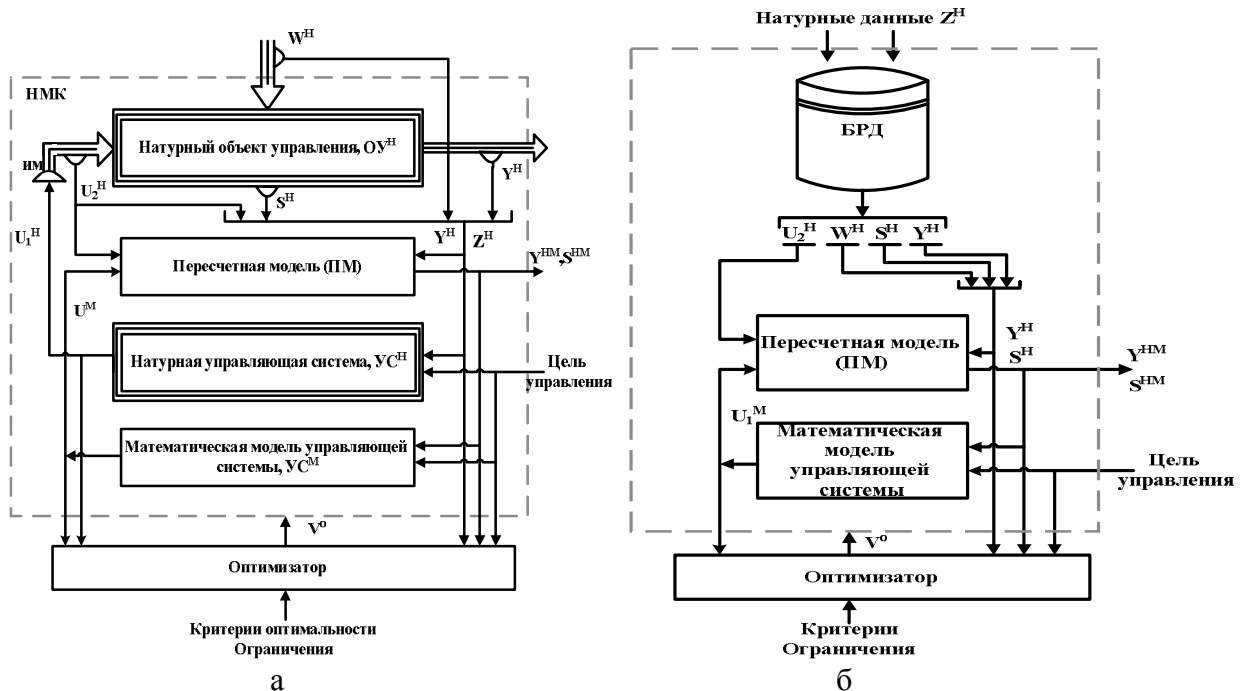
Основными методами реализации данного подхода являются: активный эксперимент, предусматривающий тестовые, поисковые и иные воздействия на объект исследования, пассивный эксперимент, предусматривающий наблюдение за функционированием объекта исследования без вмешательства в его работу. Рекомендуемая область применения натурального подхода связана в основном с двумя стадиями жизненного цикла АС – стадией внедрения и стадией эксплуатации.

3 Конкретизация натурно-модельного подхода (НМ-подхода)

Данный подход предусматривает комбинирование двух выше рассмотренных подходов. Его суть состоит в познании объекта исследования при совместном использовании математических или (и) физических моделей и натуральных частей исследуемой системы. Следует отметить, что данный подход изучен существенно меньше, чем модельный или натуральный подходы. Его понятийный аппарат нельзя признать сформировавшимся. Так в работе [8] вместо терминов «натурно-модельный подход» [10, 12], «натурно-математическое моделирование» [9] и «натурный подход» используются термины «полунатурное моделирование» и «полнатурные испытания», хотя по сути в статье идет речь об испытании натурной САУ в модельной внешней среде, то есть о натурно-модельном подходе.

Рассмотрим некоторые разновидности (варианты) натурно-модельного подхода на примере задачи оптимизации системы автоматического (автоматизированного) управления техническим объектом (САУТО), то есть когда предметом исследования является оптимизация САУТО.

3.1 Натурно-модельный подход на базе натурной системы управления и пересчетной математической модели объекта, $НМ_{ПМ}$ -подход. Схема его реализации в режиме реального времени дана на рисунке 6, а, в ретроспективном режиме – на рисунке 6, б.



$Z^H = \{U^H, S^H, W^H, Y^H\}$; Y^{HM}, S^{HM} – натурно-модельные сигналы выхода и состояния объекта; НМК – натурно-модельный комплекс; БРД – база ретроспективных данных

Рисунок 6 – Схема реализации $НМ_{ПМ}$ -подхода с применением пересчетной модели в режиме моделирования в реальном времени (а) и в режиме ретроспективного натурно-математического моделирования (б)

Представленная на рисунках 6, а, б конкретизация натурно-модельного подхода теоретически обоснована и защищена многочисленными авторскими свидетельствами и патентами научно-практической школы Сибирского государственного индустриального университета (ранее Сибирского металлургического института) [9 – 14]. Главным интерфейсным звеном между натурной и модельной частью объекта исследования в данной конкретизации является так называемая «пересчетная модель», которая позволяет вычислять натурно-модельные значения выходных переменных Y^{HM} и переменных состояния S^{HM} объекта управления.

Основными достоинствами данной конкретизации НМ-подхода являются:

- получение и использование натуральных данных в процессе исследования без переключения технологического объекта с рабочего режима на исследовательский режим;
- достижение точности моделирования близкой к высокозатратному натурному эксперименту;
- возможность моделирования как в реальном, так и в модельном (ускоренном или замедленном) времени;
- применимость для решения задач оптимизации, наладки, испытания САУТО, а также для создания встроенной тренажерно-обучающей системы [20].

3.2 *Натурно-модельный подход на базе математической или физической модели объекта управления (вместе с внешней средой) и натурной управляющей системы, HM_M -подход, HM_ϕ -подход соответственно.*

Примером применения HM_M -подхода (рисунок 7) может служить работа [16] и ее аналоги, в которых речь идет о, так называемом, полунатурном моделировании для отработки САУ летательных аппаратов, двигателей, систем управления железнодорожным локомотивом, технологическим агрегатом и другими техническими объектами.

Примеры применения HM_ϕ -подхода описаны в работах [14, 15] (рисунок 8). Рассмотренные конкретизации НМ-подхода эффективны для решения задач, связанных со стадиями внедрения и эксплуатации автоматических и автоматизированных систем, в частности задач наладки, доводки, испытания, оптимизации.

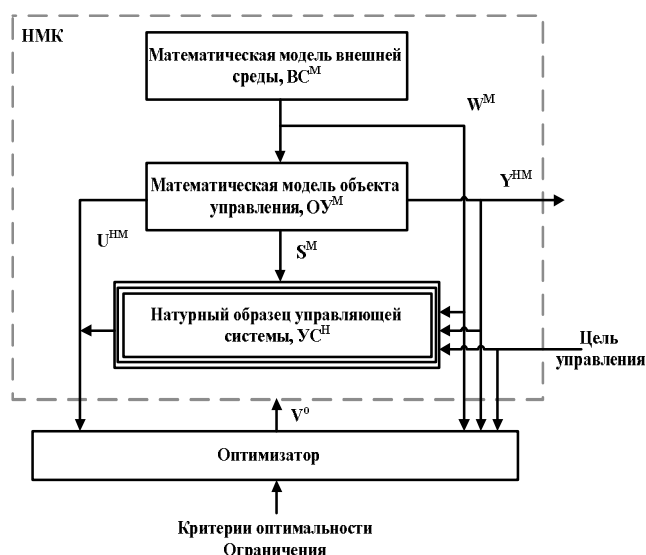


Рисунок 7 – Схема реализации HM_M -подхода

Кроме конкретизации НМ-подхода, представленных на рисунках 6, а, б, 7 и 8, исходя из разных вариантов сочетания модельных (математических или физических) и натуральных компонентов исследуемого натурно-модельного комплекса, а также режимов их

- Т.2. Системы автоматизации производственного назначения / Под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск : Наука, 2006. – 483 с.
13. Емельянов С.В. Теория и практика прогнозирования в системах управления/ С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев и др. – Кемерово; М.: Изд. объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2008. – 487 с.
 14. Емельянов С.В. Методы идентификации промышленных объектов в системах управления/ С.В. Емельянов, С.К. Коровин, А.С. Рыков и др. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 307 с.
 15. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
 16. Абакумов А.В. Полунатурное моделирование внешней среды для отработки систем управления / А.В. Абакумов, Е.В. Блесхина, А.Г. Шкаев. – <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/3592/html>. – 2007. С. 1 – 9.
 17. Веников В.А. Теория подобия и моделирования: уч. пособие / В.А. Веников – М.: Высш. школа, 1976. – 480 с.
 18. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии/ В.п. Цымбал – Кемерово; М.: Изд. объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2006. – 431 с.
 19. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: уч. пособие для вузов/ Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш. школа, 2004. – 616 с.
 20. Авдеев В.П. Особенности моделирования в обучающих системах/ В.П. Авдеев, Т.В. Киселева, С.Р. Зельцер, П.Г. Белоусов // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1979. – № 10. – С. 120 – 123.

О ДИНАМИЧЕСКОМ ПОДОБИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ*

Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Березин Д.Г., Макаров Г.В.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Определение динамического подобия систем управления является в настоящее время актуальной и далеко не тривиальной задачей. Актуальность ее заключается в том, что исследования систем управления, связанные с их анализом и синтезом, как правило, проводятся на модельном и натурно-модельном уровнях, и поэтому важной с практической точки зрения является задача переноса результатов этих исследований на натурные системы управления и их основные составляющие, включая управляющие системы, объект управления, внешние и внутренние (контролируемые и неконтролируемые) воздействия, влияющие на его состояние и выходные переменные.

Для определения подобия конструктивных характеристик неуправляемых объектов и протекающих в них процессов преобразования энергии и вещества в настоящее время хорошо разработаны и широко применяются методы и критерии теории подобия [1]. Однако они не могут быть успешно использованы для определения подобия систем управления [2], что требует их развития не только для систем в целом, но и для их основных составляющих (рисунок 1).

1. Подобие систем управления в целом. Объектом подобия в этом случае должна являться совокупность взаимосвязанных между собой объекта управления, управляющей системы, внешних и внутренних воздействий. По результатам анализа доступных отечественных и зарубежных публикаций можно сделать вывод о том, что в них не рассматривается и даже не ставится задача динамического подобия систем управления, соответственно, отсутствуют методы и критерии такого подобия.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 10-07-00193-а.

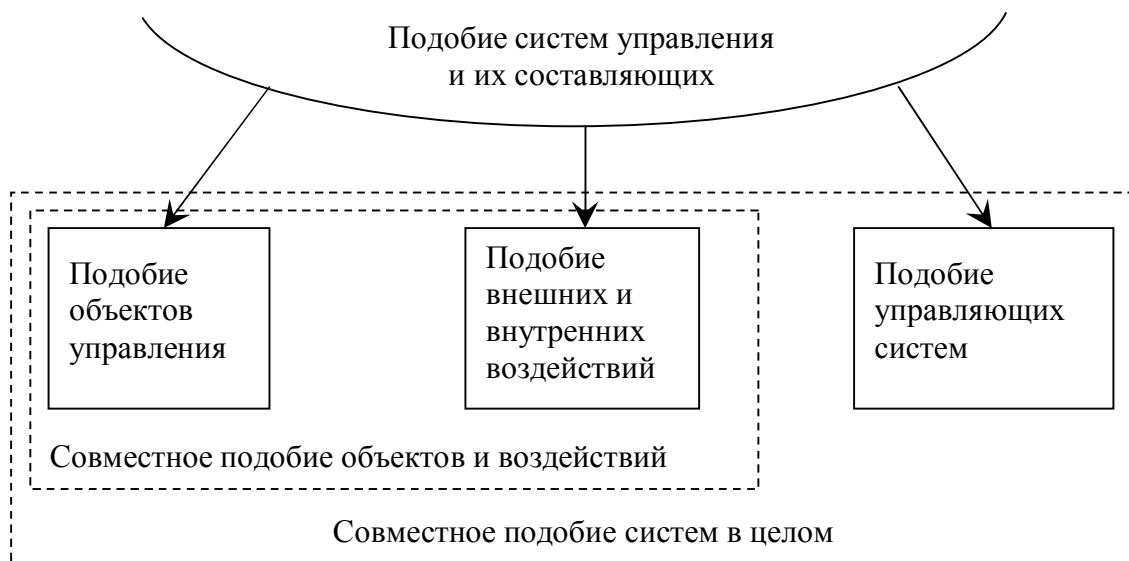


Рисунок 1 – Подобие систем управления и их составляющих

В качестве одного из основных показателей подобия систем управления в целом следует, по нашему мнению, использовать целевые показатели их функционирования, считая, что функционирование подобных систем управления должно характеризоваться одинаковыми или близкими друг другу значениями целевых показателей эффективности. В этом случае системы управления следует считать подобными независимо от их качественного различия, вызванного различной физической природой систем и их основных составляющих, структурных различий, обусловленных различием структур объекта управления и системы в целом, внешних и внутренних воздействий и управляющих систем. Условие подобия систем управления может быть выражено либо непосредственно через меру близости целевых показателей, либо по аналогии с [3] с помощью статистических оценок корреляционных моментов между этими показателями.

2. *Подобие объектов управления.* Современная теория подобия располагает методами и критериями лишь для неуправляемых объектов и является недостаточной для определения подобия свойств объектов в составе систем управления. В публикациях, посвященных теории и практике подобия, отсутствуют постановки задач и какие-либо схемы их решения применительно к объектам управления. Но при решении задач анализа и синтеза систем автоматического регулирования, используются количественные безразмерные показатели, отражающие динамические свойства каналов преобразования изменений входных воздействий, но ничего не говорится о них как о критериях подобия.

Исключение составляет [2], которая по существу является одной из первых публикаций, где говорится о динамическом подобии объектов управления. В частности, здесь для объектов управления, динамика преобразующих каналов которых описывается линейными дифференциальными уравнениями первого порядка с запаздывающими аргументами, предлагается в качестве условия подобия этих каналов использовать равенство отношений их времени запаздывания к постоянной времени инерции. Однако это условие является не исчерпывающим, соответствует лишь небольшому классу динамических объектов управления и требует дальнейшей проработки.

3. *Подобие внешних и внутренних воздействий.* Публикаций по разработке и применению методов и критериев подобия воздействий, представленных в виде реализаций процессов или рядов данных, не выявлено. Однако, при решении некоторых задач, где возникает необходимость сопоставления между собой конкретных участков временных рядов данных, используют для этого различные структурные или статистические характе-

ристики, но они не рассматриваются как критерии подобия.

Для многих натуральных объектов управления, функционирующих в условиях неопределенности, большое значение имеет установление подобия неконтролируемых внешних и внутренних воздействий. Здесь при установлении подобия воздействий необходимо дополнительно оценивать их реализации с использованием известных методов, в частности, в соответствии со схемами формирования приведенных к выходу [4] или одному из управляющих входов [5] объекта управления.

4. *Совместное подобие объектов управления и воздействий.* Важной особенностью подобия в системах управления является определение совместного подобия внешних и внутренних воздействий с динамическими свойствами каналов преобразования воздействий, так как может оказаться, что раздельное их подобие будет далеко не достаточным. Следовательно, еще одной основной задачей является разработка методов и критериев подобия воздействий, а также совместного подобия воздействий и преобразующих каналов объектов управления.

5. *Подобие управляющих систем.* Публикаций о подобии управляющих систем не отмечено, поэтому требуется разработка методов и критериев подобия и для этих важных составляющих систем управления.

Вывод. Современная теория подобия, хорошо разработанная для сопоставления конструктивных характеристик объектов и протекающих в них процессов преобразования вещества и энергии, является недостаточной для оценивания подобия систем управления, что требует соответствующего ее развития.

Библиографический список

1. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. / В.А. Веников. – М.: Высшая школа, 1976. – 479 с.
2. Мышляев Л.П. Применение физических моделей в схемах натурно-математического моделирования. / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, С.Р. Зельцер и др. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2011. – № 11. – С. 65 – 67.
3. Пугачев В.Н. Комбинированные методы определения вероятностных характеристик. / В.Н. Пугачев. - М.: Сов. Радио, 1973. – 256 с.
4. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. / В.Я. Ротач. – М.: Энергия, 1973. – 439 с.
5. Барковский В.В. Методы синтеза систем управления. / В.В. Барковский, В.Н. Захаров, А.С. Шаталов. – М.: Машиностроение, 1969. – 385 с.

СМАРТ-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ АГРЕГАТАМИ (SMART COBORG SYSTEMS)

Соловьёв В.И.

*Научно-инженерный центр ассоциации содействия Всемирной лаборатории
г. Москва*

Как было представлено в [1], под сложными организованными объектами, в общем случае, понимается некоторое организованное единство всех согласованно действующих в них процессов, органов, систем или функциональных узлов, не относящиеся к животному или растительному миру, но обладающие основными свойствами живых организмов. Такие объекты названы нами «Коборгам» – Coborgs (complicated organized objects), а промышленные системы управления ими – SmartCoborgSystems. К коборгам относятся все организованные объекты в технической, экономической, административной, военной, медицинской, образовательной и прочих областях деятельности человеческого общества. В данной статье рассмотрены основные принципы построения разработанных и внедренных

интеллектуальных систем управления технологическими агрегатами в металлургической промышленности.

Несмотря на явный прогресс в деле автоматизации металлургического производства, связанный с использованием компьютерной технологии и созданием АСУ ТП, необходимо отметить, что эффективность применения таких систем не отвечает современным требованиям к качеству управления металлургических агрегатов. Эти требования предполагают необходимость перехода от использования локальных АСУ ТП к созданию общей системы управления металлургическими агрегатами, способной непрерывно функционировать при различных режимах и времени полного цикла их работы. Таким образом, речь идёт о системах заменяющих или дублирующих человека-оператора при управлении агрегатом.

В реальных системах законы управления выполняются с известными ограничениями, которые определяются областью нормальных режимов работы объекта, регулятора и других элементов системы. В этом случае использование при создании автоматических систем управления традиционных и более современных алгоритмов, основанных на подстройках параметров регулятора, обеспечивает в основном требуемое качество регулирования. Однако в реальных ситуациях, когда отсутствуют допустимые ограничения на изменение параметров объекта и амплитуду неконтролируемых возмущений, в том числе и неправильных действий технологического персонала, применение этих алгоритмов регулирования является малоэффективным из-за недопустимо большой ошибки регулирования. Очевидно, что эти ситуации отражают некие аномальные (нештатные) состояния объекта, исключающие возможность использования моделей, построенных в рамках концепции возмущённо-невозмущённого движения. Аномальные состояния, связанные с развитием расстройства и заболевания организма или сложного организованного объекта (коборга) достаточно хорошо известны в медицине и технике, в том числе и в металлургии.

Необходимость создания систем управления нового типа, функционирующих и в условиях развития расстройств технологического процесса диктуется тем обстоятельством, что именно этот период работы агрегата характеризуется максимальными затратами материальных и временных ресурсов на ликвидацию расстройств, значительными потерями производства и качества продукции.

В основу такой системы положена концепция, заключающаяся в своевременном обнаружении и предупреждении расстройств функционирования сложного агрегата, выявления причин расстройств и способов их ликвидации. Одновременно с мероприятиями по ликвидации причин расстройств система обеспечивает поддержание квазиоптимальных показателей технологического процесса путём формирования соответствующих управляющих симптоматических воздействий, подавляющих симптоматические проявления расстройства или заболевания [2, 3].

Объектно-ориентированная терминология расстройств и заболеваний нередко используется при диагностировании состояния технических агрегатов и технологических процессов, отраженные в соответствующих технологических инструкциях. Расстройства технологического процесса в шахтных печах описываются такими терминами, как периферийный, канальный, центральный, горячий, холодный ход печи. Расстройство агломерационного процесса определяют терминами «недопекание» или «перепекание» шихты. В агломерационном процессе под расстройством понимается факт недопекания или перепекания шихты относительно заданной степени допекания. Расстройство кислородно-конвертерной плавки характеризуют такими терминами как «холодное начало», «выбросы и выносы металла», «мягкая или жесткая продувка», «свернутый или чрезмерно вспененный» шлак и т.д.

Измеряемыми выходными координатами объекта (целевой функцией) могут быть, например, показатели качества выпускаемой продукции и производительность технологических агрегатов (техно-коборгов). Измеряемыми параметрами состояния при функциони-

установки оптимальных заданий на параметры технологического режима, обеспечивающих нормальное функционирование технологического процесса, анализатор диагностирования текущего состояния агрегата АДС. Последний производит непрерывный расчёт значения вероятности соответствующего расстройтва технологического процесса.

Сигнал о значении вероятности развития соответствующего расстройтва с выхода АДС экстраполируется (прогнозируется) экстраполятором Extr, представленными реальными форсирующими звеньями или прогнозаторами скользящего среднего значения с учетом тенденции. Сигнал о диагностируемом расстройтве поступает на вход параметрического регулятора ПР, формирующего соответствующие параметрические воздействия U_p . Команда на реализацию необходимого параметрического U_p передается на параметрический исполнительный блок ПИБ и действует до ликвидации причины возникшего расстройтва объекта.

В случаях запаздывающего применения параметрического воздействия U_p при расстройтве функционирования агрегата и превышении сигнала ошибки регулирования ΔY над задаваемой допустимой ошибкой Z_0 симптоматический регулятор СР формирует дополнительное симптоматическое воздействие U_s , которое действует до момента реализации U_p или самопроизвольного исчезновения расстройтва за счет свойства самовыравнивания объекта управления. Отметим, что запаздывающее реализация параметрического воздействия при устойчивых расстройтвах (заболеваниях) технологического процесса связано, как правило, с ликвидацией неисправности технических узлов или конструктивных недостатков только во время капитального ремонта при полной остановке агрегата.

База знаний техно-коборга «Домна» позволяет диагностировать следующие расстройтва доменной печи: 1) начало развития тугого хода; 2) начало развития периферийного хода; 3) начало развития центрального хода; 4) начало развития верхних подвисаний шихты; 5) начало развития нижних подвисаний шихты. Каждое из этих состояний характеризуется так называемым коэффициентом уверенности CF_i , принимающим значения из интервала $(-1,1)$. При этом CF_i , принадлежащим $(0,1)$, интерпретируется как вероятность наличия i -го состояния доменной печи, а абсолютное значение CF_i , принадлежащим $(-1,0)$, - как вероятность отсутствия i -го состояния.

Количественная оценка достоверности возможного развития каждого расстройтва производится по следующим алгоритмам нечеткой логики MYCIN [4]:

1. При связи логического И:

$$CF[A] = CF[X \text{ и } Y, .] = \min \{CF[X, .], CF[Y, .]\}$$

2. При связи логического ИЛИ:

$$CF[A] = CF[X \text{ или } Y, .] = \max \{CF[X, .], CF[Y, .]\}$$

3. При комбинированной связи:

а) $CF[A, (X, Y)] = +1$, если $CF[A, X] = 1$ или $CF[A, Y] = 1$;

б) $CF[A, (X, Y)] = CF[A, X] + CF[A, Y] - CF[A, X] \cdot CF[A, Y]$,
если $CF[A, X] > 0$ и $CF[A, Y] > 0$; (1)

в) $CF[A, (X, Y)] = CF[A, X] + CF[A, Y]$, если $CF[A, X] = \pm 1$ и $CF[A, Y] \neq \pm 1$, а $CF[A, X] \cdot CF[A, Y] \leq 0$;

д) $CF[A, (X, Y)] = CF[A, X] + CF[A, Y] + CF[A, X] \cdot CF[A, Y]$,
если $CF[A, X] < 0$ и $CF[A, Y] < 0$;

е) $CF[A, (X, Y)] = -1$, если $CF[A, X] = -1$ или $CF[A, Y] = -1$,

где $CF[A, X]$, $CF[A, Y]$ – коэффициент уверенности развития расстройтва А, определяемый экспертными знаниями или промежуточными результатами доказательств на непрерывном интервале $[-1 +1]$ от соответствующих симптомов x и y , появление которых обуславливается отклонением текущих и нормативных значений параметров состояния объекта от установленного диапазона. Коэффициент CF, полученный из трех и более независимых доказательств, можно вывести последовательно, используя указанные выше формулы.

База знаний представляет собой набор продукций, позволяющий сочетать логиче-

ский вывод и вычисления коэффициентов уверенности CFi [5]. Она имеет многослойную структуру, схематически изображённую на рисунке 2.

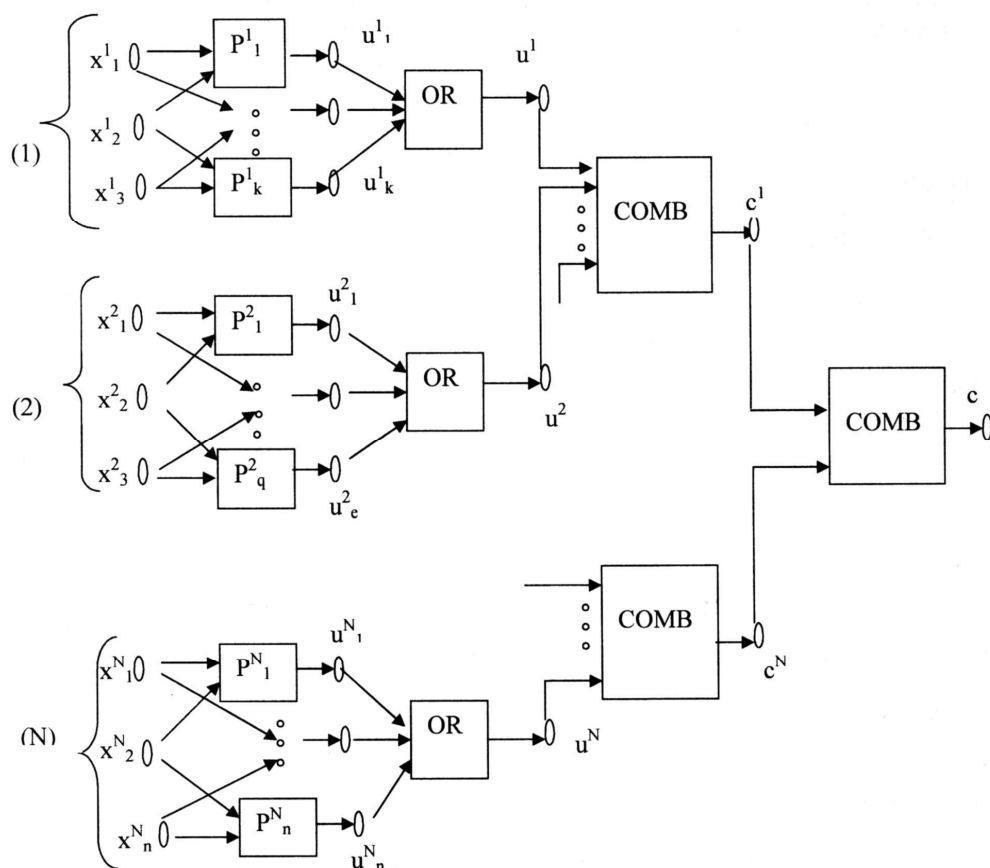


Рисунок 2 – Фрагмент схемы базы знаний диагностики техно-коборга

Первый (нижний) слой образуют N блоков выходных переменных – результат измерений (x^j_1), причем x^j_1 может принимать несколько значений. Каждый блок входных переменных считывает результаты измерений одного из технологических параметров печи. Так, например, группа $x^1=(x^1_1)$, $i=1, \dots, 9$ служит для описания параметров давления горячего дутья. При этом x^1_1 задает диапазон изменения горячего дутья, x^1_2 - тенденцию изменения, а x^1_3 - описывает колебания давления горячего дутья.

x^1_1 - диапазон давления горячего дутья имеет три альтернативы: а) заданное значение; б) выше заданного значения; в) ниже заданного значения.

x^1_2 - тенденция изменения горячего дутья может принимать следующие значения: а) увеличивается; б) уменьшается; в) не меняется.

x^1_3 - величина колебания давления: а) меньше или равно 0,05 атм.; б) больше 0,05, но меньше 0,2 атм.; в) больше 0,2 атм.

Второй слой образуют блоки продукций P^i_j вида:

IF <условие> THEN $u^i = a$ ELSE $u^i = 0$.

В качестве условия используются предикаты вида $u^i_j = \langle \text{значение} \rangle$, объединенные логическим «И». Результатом выполнения продукции является значение переменной, имеющее смысл промежуточного коэффициента уверенности. Эти коэффициенты определяются экспертом при вводе правил в базу знаний. K-тый блок образуют продукции, в условиях которых используются переменные из K-того блока переменных. Фактические элементы j-того блока продукций описывают воздействие j-того технологического параметра на процесс плавки.

Третий слой образуют блоки так называемых OR-правил. Эти правила выполняются по следующему алгоритму. Пусть $s_1 \dots s_n$ - входные переменные OR-правила, а s - выходная переменная. Тогда:

1) если все $s_i = 0$, то $s = 0$.

2) если $s_i \leq 0$, то в качестве s принимается максимальная отрицательная s_i .

3) если s_i имеют положительные, нулевые и отрицательные значения, то $s = \max s_i$.

Как видно из рисунка 2 OR-правила используются для объединения результатов, получаемых во втором слое.

Четвертый и последующие слои образуют блоки так называемых COMB-правил. Эти правила выполняются в соответствии с алгоритмом (1).

Введение новых представлений для управления сложными организованными объектами, использование новых интеллектуальных блоков и алгоритмов для их построения, обеспечивающих своевременное диагностирование и предотвращение расстройства или нежелательное изменение состояния объекта управления, позволяет расширить диапазон и повысить эффективность управления сложными организованными объектами в технических областях деятельности.

Библиографический список

1. Соловьев В.И. Интеллектуальные системы диагностирования и управления сложными организованными объектами. В сб. «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве»: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк: СибГИУ, 2009.-520. С.98-102.
2. Соловьев В.И., Ипатов Ю.В., Краснобаев В.А. Интеллектуальная система регулирования. Патент на изобретение RU 2251721 С2, 10.05.2005
3. Соловьев В.И. Интеллектуальная система управления сложными организованными объектами (коборгами). Патент на изобретение RU 2010103153 А, 02.02.2010.
4. Представление и использование знаний: Пер с япон./ Под ред. Уэно Х, Исидзука. – М: Мир, 1989. – 220 с. ил.
5. Юрченко В.В. Функциональные сети. – М.: Наука, 1992. – 168 с. ил.

СЕКЦИЯ 1.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Статников И.Н., Фирсов Г.И.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
г. Москва*

Постоянный рост сложности проектируемых динамических систем и систем управления ими привел к тому, что математические модели (ММ), описывающие функционирование таких систем, становятся все менее доступными для полного или даже частичного аналитического решения. Все большее применение находят методы прямого дискретного исследования (в частности, использование датчиков псевдослучайных чисел [1]) влияния параметров ММ $\bar{\alpha}_{MM}$ и параметров системы управления $\bar{\alpha}_U$ на качество работы проектируемой системы и системы управления. Стало возможным добывать на ММ огромные объемы информации, и, прежде всего, числовой информации.

Но возникает новое противоречие: колоссальные объемы числовой информации и возможности интерпретации человеком таких объемов. Настоятельной становится проблема интеллектуализации таких методов при сохранении их важного преимущества перед регулярными, в частности, независимости от вида анализируемой функции. Статистическая обработка числовой информации, добываемой при использовании дискретных методов, представляет собой, безусловно, пример интеллектуализации процесса анализа этой информации. Однако стандартный набор статистических характеристик (средние, дисперсии, медианы и т.д.) все же оставляет без ответа очень важный для проектировщика вопрос: а что между двумя соседними результатами? Стало очевидным, что выбор варианта проектируемой динамической системы должен строиться не на основе «слепого» перебора вариантов, а как интерактивный процесс между исследователем и ЭВМ. Одним из путей решения проблемы может стать применение различных эвристических приемов сокращения пространства параметров, в котором происходит поиск наилучших решений. Здесь целесообразно опираться на когнитивное правило, предложенное Полем Фитсом [2]: время достижения цели обратно пропорционально ее размеру и дистанции до нее. Если объем исходной области поиска обозначить через D , а объем области, содержащей предпочтительные решения, как S , то число вычислительных экспериментов может быть определено по формуле: $N = a + b \log_2 (D/S + 1)$, где a и b - некоторые константы.

Ответом на этот вопрос, в значительной мере, явилось создание метода ПЛП-поиска, основная идея которого заключается в синтезе двух подходов: дискретного поиска и его особой организации в этом пространстве (отсюда и название метода: Планируемый ЛП - (дискретный) - поиск) [3]. Здесь, ради полноты картины, заметим, что к моменту возникновения ПЛП-поиска в 70-80 годах XX века в США возникает идеология эволюционного программирования, основанная на эвристических принципах, а далее – и генетические алгоритмы [4], призванные интеллектуализировать обработку информации на ПЭВМ при использовании *принципа случайности*. Однако в этих алгоритмах (по крайней мере, в момент их возникновения), в отличие от ПЛП-поиска, не решалась задача оценивания влияния параметров на значения критериев качества системы, а осуществлялся поиск наилучшего решения в среднем, а затем это решение уточнялось, что и роднит эти алгоритмы с ПЛП-поиском. А вкратце суть метода ПЛП-поиска состоит в следующем. Благодаря особой организации численных экспериментов на ММ в $(J+U)$ - мерном пространстве варьируемых параметров удается статистическим способом оценить производные $\partial \Phi_{k\xi}(\bar{\alpha}) / \partial \alpha_\xi$, где: k – номер критерия качества системы ($k = \overline{1, K}$); ξ – номер варьируемого параметра

($\xi = \overline{1, (J+U)}$), иначе говоря, удается статистическим путем построить функции чувствительности. Возникающие при этом возможности метода позволяют решать задачи проектирования динамических систем в следующей постановке:

Пусть задана ММ исследуемой и проектируемой динамической системы в виде

$$L(\bar{y}(\bar{\alpha}, t), \bar{\alpha}) = 0, \quad (1)$$

$$\bar{\varphi}(\bar{\alpha}) \leq 0, \quad (2)$$

$$u(\bar{\beta}, t) = 0, \quad (3)$$

где L – оператор, воздействующий на систему уравнений (1) (линейный или нелинейный); $\bar{y}(\bar{\alpha}, t)$ – вектор фазовых координат системы; $\bar{\varphi}(\bar{\alpha})$ – вектор функциональных ограничений на параметры и поведение системы; $u(\bar{\beta}, t)$ – оператор управления системой (1); $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_J)$ – вектор коэффициентов систем (1) и (2), соответствующий определенным конструктивным параметрам; $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_U)$ – вектор параметров системы управления; $G(\bar{\alpha})$ – область допустимых значений конструктивных параметров и параметров управления в виде $(J+U)$ -мерного параллелепипеда

$$\alpha_\xi \in (\alpha_{\xi^*}, \alpha_{\xi^{**}}), \quad \xi = \overline{1, (J+U)}, \quad (4)$$

где α_{ξ^*} и $\alpha_{\xi^{**}}$ – соответственно нижние и верхние граничные значения ξ -го параметра. И, наконец, задана система критериев качества (в явном или неявном виде)

$$\{\Phi_k = \Phi_k(\bar{\alpha}); \bar{\alpha} \in G(\bar{\alpha}), k = \overline{1, K}\}, \quad (5)$$

характеризующая технико-экономические свойства проектируемого изделия.

В результате использования ППП-поиска для решения задачи проектирования в постановке (1) – (5) возможно получение одновременно следующих результатов (или некоторых отдельных):

1) определение существенных (релевантных) параметров α_m , ($m \leq J+U$) в смысле их влияния на значения каждого критерия $\Phi_k(\bar{\alpha})$; иначе говоря, статистическим путем оценить изменения производных $\partial\Phi_{k\xi}(\bar{\alpha})/\partial\alpha_\xi$ при $\alpha_\xi \in (\alpha_{\xi^*}, \alpha_{\xi^{**}})$;

2) выделение областей концентрации $G_k(\bar{\alpha})$ наилучших решений по каждому критерию $\Phi_k(\bar{\alpha})$ при заданной метрике $\rho(\Phi_k(\bar{\alpha}), \Phi_k^+)$, где Φ_k^+ – экстремальное значение k -го критерия качества, заранее известное или определяемое по ходу проведения вычислительных экспериментов, иначе говоря, отыскать область $G_k(\bar{\alpha})$, удовлетворяющую одновременно двум условиям: с вероятностью $P \geq P_s$ найти множество $n \subseteq N$ таких точек α_m ($m = 1, \dots, n$), что в каждой из этих точек выполнится неравенство $\rho(\Phi_k(\bar{\alpha}_u), \Phi_k^+) \leq \varepsilon_k$, и при этом $(n/N) \geq 1 - \delta$. Здесь $\bar{\alpha}_k \in G_k(\bar{\alpha})$, $0 < \delta \ll 1$, $0 < \varepsilon_k \ll 1$, P_s – заданная вероятность; N – общее число проведенных численных экспериментов;

3) построение на основе определенных существенных параметров α_m и выделенных подобластей $G_k(\bar{\alpha})$ регрессионных зависимостей;

4) выделение в K -мерном пространстве критериев множества с высокой концентрацией точек Парето (или, если возможно, построение поверхности Парето); а в случае задания какой-либо схемы компромисса – выделение подобласти $G_0(\bar{\alpha}) \subseteq G(\bar{\alpha})$, содержащую наибольшую концентрацию требуемых компромиссных решений.

Изложенный подход применялся при решении ряда конкретных задач исследования, оптимизации и идентификации различных механических и управляемых систем. В частности, с помощью рандомизации области изменения параметров выполнена идентификация параметров системы механизма поворота руки робота с электрогидравлическим приводом и позиционной системой управления, устанавливаемого в технологическую цепочку гибкой производственной системы. Высокие требования к точности работы и технологической надежности робота как элемента ГПС требует учета динамических свойств системы управления роботом при выборе скоростных характеристик поступательных и вращательных движений руки робота. Для достоверного расчета динамических свойств привода робота на стадии проектирования необходимо уточнить математическую модель динамической системы на основе экспериментальных исследований. Такое уточнение по существу есть параметрическая идентификация структуры модели, предлагаемой гипотетически на основе экспериментальных данных.

В работах [5, 6] предлагались и исследовались математические модели отдельных узлов промышленных роботов: системы управления, привода, механизмов руки. В данной работе предлагается математическая модель, описывающая движение механизма поворота руки робота с электрогидравлическим приводом и позиционной системой управления. Роботы такого типа нашли широкое применение в промышленности.

На основании проведенных экспериментальных исследований [6] механизм позиционирования руки робота представлены в виде трехмассовой системы с упругими и демпфирующими свойствами. Движение руки описывалось при помощи уравнений Лагранжа. Система охвачена отрицательной обратной связью по положению, где $k_{o.c}$ – коэффициент обратной связи; x_0 – задаваемое положение руки; I – ток двухкаскадного электрогидравлического преобразователя типа сопло – заслонка – золотник с упругой обратной связью (сервоклапан); q – расход масла, поступающего в цилиндр; i – передаточное отношение механизма, преобразующего поступательное движение поршня гидроцилиндра во вращательное движение руки робота; $F_{тр}$ – приведенная сила трения. Амплитудно-частотные характеристики сервоклапанов, используемых в данной конструкции робота, показали, что они с достаточной степенью точности могут быть описаны дифференциальными уравнениями 2-го порядка. При составлении таких уравнений принимались следующие предпосылки: не учитывались волновые процессы в трубопроводах, расширение трубопроводов вследствие давления жидкости, зазоры в кинематических цепях, инерционные потери давления считались малыми. С учетом сжимаемости жидкости уравнения расходов в полостях гидроцилиндра принимают вид

$$\mu(f_0 + f)\sqrt{\frac{2}{\rho}(P_n - P_3)} - \mu(f_0 - f)\sqrt{\frac{2}{\rho}P_3} - F\dot{x}_1 = k \frac{dP_1}{dt}, \quad (6)$$

$$\mu(f_0 + f)\sqrt{\frac{2}{\rho}P_4} - \mu(f_0 - f)\sqrt{\frac{2}{\rho}(P_n - P_4)} - F\dot{x}_1 = -k \frac{dP_2}{dt}, \quad (7)$$

где f – площадь проходного сечения щели золотника, m^2 ; f_0 – площадь проходного сечения золотника при управляющем токе, $I = 0$, m^2 ; P_n – давление питания, Hm^{-2} , P_3 , P_4 – давления в полостях золотника, Hm^{-2} ; P_1 , P_2 – давления в полостях гидроцилиндра, Hm^{-2} ; F – эффективная площадь поршня гидроцилиндра, m^2 ; k – коэффициент упругости, m^5H^{-1} ; μ – коэффициент расхода; ρ – плотность масла, Hcm^{-4} ; \dot{x}_1 – скорость движения поршня гидроцилиндра, mc^{-1} . Давления в полостях золотника и гидроцилиндра связаны соотношениями

$$P_3 = P_1 + \varphi_1\dot{x}_1 + \varphi_2\dot{x}_1^2 \text{sign}\dot{x}_1, \quad (8)$$

$$P_4 = P_2 - \varphi_3\dot{x}_1 - \varphi_4\dot{x}_1^2 \text{sign}\dot{x}_1, \quad (9)$$

где φ_1 (Hcm^{-2}), φ_2 , φ_4 (Hc^2m^{-4}) – коэффициенты потерь в трубопроводах. С учетом предва-

рительного анализа экспериментальных данных, всех принятых предпосылок и уравнений (6) – (9) была составлена система уравнений, описывающих движение механизма поворота руки:

$$a\ddot{f} + b\dot{f} + f = k_l k_{o.c.} (x - x_2), \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \dot{P}_1 = a(f_0 + f) \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_n - P_1 - \varphi_1 \dot{x}_1 - \varphi_2 \dot{x}_1^2 \text{sign} \dot{x}_1)} \\ - a(f_0 - f) \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 + \varphi_1 \dot{x}_1 + \varphi_2 \dot{x}_1^2 \text{sign} \dot{x}_1)} - b\dot{x}_1, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \dot{P}_2 = a(f_0 - f) \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_n - P_2 + \varphi_1 \dot{x}_1 + \varphi_4 \dot{x}_1^2 \text{sign} \dot{x}_1)} \\ - a(f_0 + f) \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_2 - \varphi_1 \dot{x}_1 - \varphi_4 \dot{x}_1^2 \text{sign} \dot{x}_1)} + b\dot{x}_1, \end{aligned} \quad (12)$$

$$m_1 \ddot{x}_1 = F(P_1 - P_2) + c_1(x_2 - x_1) + b_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) - F_{TP}, \quad (13)$$

$$J_2 \ddot{x}_2 = -c_1(x_2 - x_1) - b_1(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + c_2(x_3 - x_2) + b_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2), \quad (14)$$

$$J_3 \ddot{x}_3 = -c_2(x_3 - x_2) - b_2(\dot{x}_3 - \dot{x}_2), \quad (15)$$

где a [с²] и b [с] – коэффициенты уравнения сервоклапана, полученные из графиков АЧХ; k_l [м² А⁻¹] – коэффициент усиления по току; m_1 [кг], J_2 , J_3 [кг м²] – приведенные масса и моменты инерции механизма; x_1 [м], x_2 , x_3 – соответствующие перемещения приведенных масс; c_1 , c_2 [Н м⁻¹] – коэффициенты приведенных жесткостей; b_1 , b_2 [кг м² с⁻¹] – коэффициенты вязкого сопротивления.

Решение системы дифференциальных уравнений проводилось методами Рунге-Кутты. При моделировании подобных нелинейных систем высокого порядка для достижения необходимой точности вычислений приходится выбирать малый шаг интегрирования.

Ошибка ограничения метода рассчитывалась по формуле $E_T = \frac{8}{7} (y_m^{h/2} - y_m^h)$ и не превышала 1 % для выбранного шага h . Здесь y_m – значение искомой функции в m -й точке.

После выбора модели (уравнения (10) – (15)) и алгоритма решения этих уравнений решалась непосредственно задача параметрической идентификации, поставленная так.

В пространстве варьируемых параметров $\sigma(\bar{\alpha})$ (в эти параметры входили инерционно-жесткостные элементы, геометрические параметры, параметры управления, демпфирующие элементы) найти такую область $\sigma_1(\bar{\alpha})$, чтобы для любого вектора $\bar{\alpha} \in \sigma_1(\bar{\alpha})$ наилучшим образом удовлетворялись критерии близости расчетных характеристик, получаемых на модели, и экспериментальных.

В качестве сравниваемых были выбраны две силовые характеристики давления $P_1(t)$ и $P_2(t)$ в полостях гидроцилиндра- и одна кинематическая – скорость $\dot{x}_3(t)$ захвата.

За меру близости расчетных и экспериментальных данных были выбраны суммы среднеквадратичных отклонений:

$$\Phi_1(\bar{\alpha}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{1\epsilon} - P_{1T}}{P_{1\epsilon}} \right)^2; \quad \Phi_2(\bar{\alpha}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{2\epsilon} - P_{2T}}{P_{2\epsilon}} \right)^2; \quad \Phi_3(\bar{\alpha}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\dot{x}_{3\epsilon} - \dot{x}_{3T}}{\dot{x}_{3\epsilon}} \right)^2; \quad (16)$$

Далее, не имея оснований считать функции неравноправными, мы выбрали свертку этих функций:

$$\Phi_4(\bar{\alpha}) = \frac{1}{3n} \sum_{k=1}^3 \Phi_k(\bar{\alpha}). \quad (17)$$

Естественно, что точное решение задачи заключается в достижении абсолютного минимума $\Phi_4(\bar{\alpha})$, что практически неосуществимо. При решении задачи параметрической идентификации, с учетом принятого равноправия всех рассматриваемых критериев близости, была поставлена задача найти такую область $\sigma_2(\bar{\alpha})$, чтобы для любого вектора $\bar{\alpha} \in \sigma_2(\bar{\alpha})$ выполнялось приближенное равенство

$$\left| \frac{\Delta\Phi_1}{\Phi_1} \right| \sim \left| \frac{\Delta\Phi_2}{\Phi_2} \right| \sim \left| \frac{\Delta\Phi_3}{\Phi_3} \right|. \quad (18)$$

Физический смысл равенства (18) очевиден: хотелось бы идентифицировать модель таким образом, чтобы наилучшие значения $\Phi_4(\bar{\alpha})$ достигались без дискриминации одного из критериев: $\Phi_1(\bar{\alpha})$, $\Phi_2(\bar{\alpha})$ или $\Phi_3(\bar{\alpha})$. Для решения этой проблемы анализировалась функция вида

$$\Phi_5(\bar{\alpha}) = \left[\sum_{k=1}^3 (\lambda_k(\bar{\alpha}) - 0,5)^2 \right]^{1/2}, \quad \lambda_k(\bar{\alpha}) = \frac{\Phi_{k \max} - \Phi_k(\bar{\alpha})}{\Phi_{k \max} - \Phi_{k \min}}. \quad (19)$$

С учетом того, что в идеальном случае $\Phi_{k \min} = 0$, получаем

$$\lambda_k(\bar{\alpha}) = 1 - \Phi_k(\bar{\alpha}) / \Phi_{k \max}, \quad (20)$$

где $\Phi_{k \max}$ – максимальная погрешность в формулах (16). Ясно, что $0 \leq \lambda_k(\bar{\alpha}) \leq 1$ и идеальный (недостижимый) вариант решения всей задачи соответствует случаю, когда $\lambda_k(\bar{\alpha}) = 1$.

Задача отыскания областей $\sigma_1(\bar{\alpha})$ и $\sigma_2(\bar{\alpha})$ решалась проведением математических экспериментов на ЭВМ методом ПЛП-поиска [3]. По результатам экспериментов рассчитывались исходные значения параметров системы (10) – (15) и назначались диапазоны изменения параметров. Параметры следующие: жесткости системы c_1 и c_2 , коэффициенты демпфирования b_1 и b_2 , линейные и квадратичные потери в гидросистеме φ_1 и φ_2 , площадь проходного сечения щели золотника f_0 . На первом этапе идентификации параметры $k_{o.c}$ и J_3 , априори наиболее сильно влияющие на характер, движения руки робота, приняты постоянными. Первоначальные диапазоны изменения параметров относительно исходных значений назначались следующими: $0,2c_1 \leq c_1^u \leq 5c_1$; $0,5b_1 \leq b_1^u \leq 3b_1$; $0,2\varphi_1 \leq \varphi_1^u \leq 5\varphi_1$; $0,2f_0 \leq f_0^u \leq 5f_0$.

Индексом «и» обозначены исходные значения варьируемых параметров. На первом этапе просчитано 80 экспериментов на ЭВМ. В результате построены таблицы 1 и 2, где на пересечении строки и столбца помещено среднее значение данного критерия близости, соответствующее конкретному значению параметра. Дисперсионный анализ таблиц 1 и 2 позволил установить, что на значения $\Phi_4(\bar{\alpha})$ в среднем существенно влияют параметры f_0 , c_1 , и φ_1 . Отметим, что влияние f_0 , было почти 100 %-ным (доказательство того, что это параметр управления). На критерий $\Phi_5(\bar{\alpha})$ практически влияли все варьируемые параметры. На II этапе были выбраны наилучшие параметры по $\Phi_4(\bar{\alpha})$ и проведена дополнительная серия (16 экспериментов), в которой варьировался только момент инерции J_3 и коэффициент обратной связи $k_{o.c}$. В результате получено среднее значение $\Phi_{40} = 0,0535$ и $\sigma_0 = 0,03$. И, наконец, на III этапе с учетом результатов I и II этапов была определена область $\sigma_0(\bar{\alpha}) = \sigma_1(\bar{\alpha}) \cup \sigma_2(\bar{\alpha})$, в которой проведены контрольные 16 экспериментов.

Таблица 1 – Функция полезности $\Phi_4(\bar{\alpha})$, усредненная по десяти сериям экспериментов

№ серии	b_1	b_2	c_1	c_2	φ_1	φ_2	f_0
1	0,321	0,362	0,146	0,276	0,238	0,180	0,930
2	0,269	0,300	0,184	0,365	0,342	0,351	0,662
3	0,286	0,237	0,523	0,312	0,270	0,259	0,276
4	0,200	0,195	0,259	0,208	0,307	0,318	0,121
5	0,380	0,378	0,221	0,452	0,353	0,197	0,090
6	0,356	0,410	0,418	0,218	0,394	0,227	0,090
7	0,286	0,304	0,295	0,323	0,594	0,500	0,100
8	0,320	0,257	0,393	0,259	0,148	0,410	0,108

Таблица 2 – Функция расстояния $\Phi_5(\bar{\alpha})$

№ серии	b_1	b_2	c_1	c_2	φ_1	φ_2	f_0
1	0,555	0,570	0,673	0,611	0,628	0,656	0,333
2	0,649	0,595	0,655	0,569	0,600	0,581	0,414
3	0,602	0,623	0,500	0,592	0,622	0,621	0,519
4	0,654	0,649	0,620	0,578	0,574	0,596	0,680
5	0,662	0,569	0,628	0,532	0,573	0,642	0,696
6	0,572	0,555	0,558	0,634	0,541	0,628	0,702
7	0,605	0,602	0,604	0,600	0,597	0,510	0,696
8	0,582	0,621	0,552	0,620	0,662	0,550	0,693

Сравнительные результаты на всех трех этапах приведены в таблице 3, анализ которой показывает, что на III этапе найдена область $\sigma_0(\bar{\alpha})$, вполне удовлетворяющая критериям $\Phi_4(\bar{\alpha})$ и $\Phi_5(\bar{\alpha})$. Таким образом, построенная математическая модель (уравнения (5) - (10)) с учетом области $\sigma_0(\bar{\alpha})$ позволяет: а) произвести более тщательный расчет динамики этого механизма уже на стадии проектирования; б) оптимальным образом подобрать параметры системы для получения требуемых характеристик; в) подобрать закон торможения руки робота с целью повышения его быстродействия и точности позиционирования. Полученная модель может служить основой для разработки диагностических моделей робота.

Таблица 3 – Сравнительные результаты для трех этапов идентификации.

Этап	$\tilde{\Phi}_{40}$	σ_{40}	$\tilde{\Phi}_{50}$	σ_{50}
I	0,2956	0,3070	0,5843	0,1457
II	0,0535	0,0300	0,7220	0,0154
III	0,0448	0,0155	0,7269	0,0085

Таким образом, метод ПЛП-поиска не только позволяет на основе проведения имитационных модельных экспериментов осуществить квазиравномерный просмотр пространства параметров в заданных диапазонах их изменения, но и в результате специально-рандомизированного характера планирования этих экспериментов применить количественные статистические оценки влияния изменения варьируемых параметров и их парных сочетаний на анализируемые свойства рассматриваемой динамической системы. При этом путем построения аппроксимационных моделей критериев в зависимости от варьируемых параметров оказывается возможным провести оценку чувствительности критериев в среднем по этим параметрам.

Библиографический список

1. Бусленко Н.П., Голенко Д.И., Соболев И.М. и др. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Под ред. Ю.А. Шрейдера. – М.: Физматгиз, 1962. – 332 с.
2. Fitts P.M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement // Journal of Experimental Psychology. – 1954. – V. 47, № 6. – P. 381 – 391.
3. Статников И.Н., Андреев Е.В. ППП-поиск – эвристический метод решения задач математического программирования. – М.: МГУДТ, 2006. – 140 с.
4. Goldberg D.E. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. – Addison-Wesley, 1989. – 412 p.
5. Ананьева Е. Г., Добрынин С. А., Фельдман М. С. Определение динамических характеристик робота-манипулятора с помощью ЭЦВМ // Исследование динамических систем на ЭВМ. – М.: Наука, 1982. – С. 70 – 79.
6. Ананьев А.Н., Добрынин С.А., Фирсов Г.И. Модельные представления элементов динамической системы промышленного робота // Диагностирование оборудования комплексно-автоматизированного производства. - М.: Наука, 1984. – С. 61 – 67.

АДАПТИВНОЕ ПОГОДНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Панферов В.И., Панферов С.В.

*Южно-Уральский государственный университет
г. Челябинск*

В нашей стране на теплоснабжение зданий расходуется более одной третьей всего добываемого топлива, причем основными при этом являются затраты на отопление. В связи с этим даже относительно небольшой успех в решении проблемы энергосбережения при отоплении зданий в силу масштабности энергозатрат приводит к ощутимым эффектам в абсолютном выражении. Известно, что наибольшая экономия тепловой энергии в системах теплоснабжения достигается за счет их автоматизации. Поэтому разработка вопросов, связанных с автоматизацией систем отопления и их совершенствованием, является вполне актуальной проблемой.

Установлено, что наиболее разумным принципом управления тепловым режимом зданий является комбинированный принцип, когда в структуру системы управления вводится канал компенсации основного возмущения – температуры наружного воздуха и одновременно при этом в системе используется сигнал обратной связи о температуре воздуха внутри так называемых представительных помещений (в представительных точках) здания.

Известно, что эффективность применения принципа компенсации во многом зависит от точности модели, отражающей влияние возмущения на выходную величину объекта управления, т.е. от характеристик канала «температура наружного воздуха – регулируемая температура». Также хорошо известно, что эти характеристики заметно меняются, например, из-за старения здания, при накоплении влаги в ограждающих конструкциях и т.п. Поэтому вполне понятно, что для построения высококачественной системы управления необходимо своевременно отслеживать изменение этих характеристик, т.е. решать задачу идентификации модели канала, причем лучше всего это делать с помощью адаптивного алгоритма, отличающегося достаточной оперативностью. Однако при этом следует иметь в виду, что нецелесообразно и даже нереально [1, стр. 24 и др.], чтобы система управления мгновенно реагировала на изменение температуры наружного воздуха. По данным [1, стр. 8] подача теплоты по текущей наружной температуре может приводить к большим амплитудам колебания температуры внутреннего воздуха. Как установлено [2 и др.], достаточно отслеживать изменение средней за сутки (или средней дневной и средней ночной) темпе-

ратуры наружного воздуха, следовательно, допустимо воспроизводить лишь статическую модель канала, что удовлетворительно может быть реализовано и с помощью неадаптивного алгоритма. Вместе с тем заметим, что за счет обратной связи в рассматриваемой системе управления будут обрабатываться такие возмущения теплового режима как теплопоступления от людей, от работающего оборудования, за счет солнечной радиации, увеличение потерь теплоты из-за ветра, а также и все погрешности реализации канала компенсации основного возмущения – температуры наружного воздуха, однако известно, что быстрое действие контура обратной связи заметно ниже, чем канала компенсации [3 и др.].

Компенсация основного возмущения – температуры наружного воздуха осуществляется с помощью так называемых погодных регуляторов температуры (погодных компенсаторов). Представляя теплопотери здания уравнением Н.С. Ермолаева, а мощность системы отопления хорошо известной в литературе моделью (система отопления здания представляется эквивалентным отопительным прибором), и, используя уравнение теплового баланса, можно показать, что погодные регуляторы должны работать по следующему соотношению:

$$t_{CO} = t_B \{1 + q_V V [0,5 / (cG_{CO}) + 1 / (kF)_{CO}]\} - q_V V [0,5 / (cG_{CO}) + 1 / (kF)_{CO}] t_H, \quad (1)$$

где t_{CO} и G_{CO} – соответственно температура и массовый расход воды на входе системы отопления, $(kF)_{CO}$ – параметр, подлежащий определению при идентификации модели системы отопления и представляющий собой произведение коэффициента теплопередачи k на площадь поверхности теплообмена F для всей системы отопления, c – удельная теплоемкость теплоносителя, q_V – удельная тепловая характеристика здания, V – его объем, t_B и t_H соответственно температура внутреннего и наружного воздуха. Здесь q_V также является параметром, подлежащим определению по экспериментальным данным. Таким образом, для адаптации алгоритма (1) к реальным характеристикам зданий и их систем отопления необходима процедура оценки параметров $(kF)_{CO}$ и q_V по реальным эксплуатационным данным.

Заметим, что формула (1) может быть получена и из известных алгоритмов регулирования отопительной нагрузки [4], если в эти алгоритмы подставить некоторые соотношения для расчетного режима [5].

Выбор t_{CO} в качестве управляемой переменной обусловлен тем, что алгоритм компенсации, представленный в таком виде, может быть применен как при наличии автономной системы теплоснабжения здания, так и при централизованном теплоснабжении. В последнем случае на индивидуальном тепловом пункте (ИТП) здания должен быть установлен регулируемый узел смешения, позволяющий добиваться требуемого значения t_{CO} , либо должна быть применена независимая схема подключения к тепловым сетям с соответствующей системой управления. Поскольку у каждого отапливаемого здания проблемные параметры q_V и $(kF)_{CO}$ имеют свои собственные значения и меняются они тоже только индивидуальным образом, то алгоритм может и должен быть реализован только на ИТП объекта управления, причем для его настройки на «реальный процесс» необходима разработка процедур оценки q_V и $(kF)_{CO}$ по экспериментальным данным.

Установлено, что если ввести следующие обозначения:

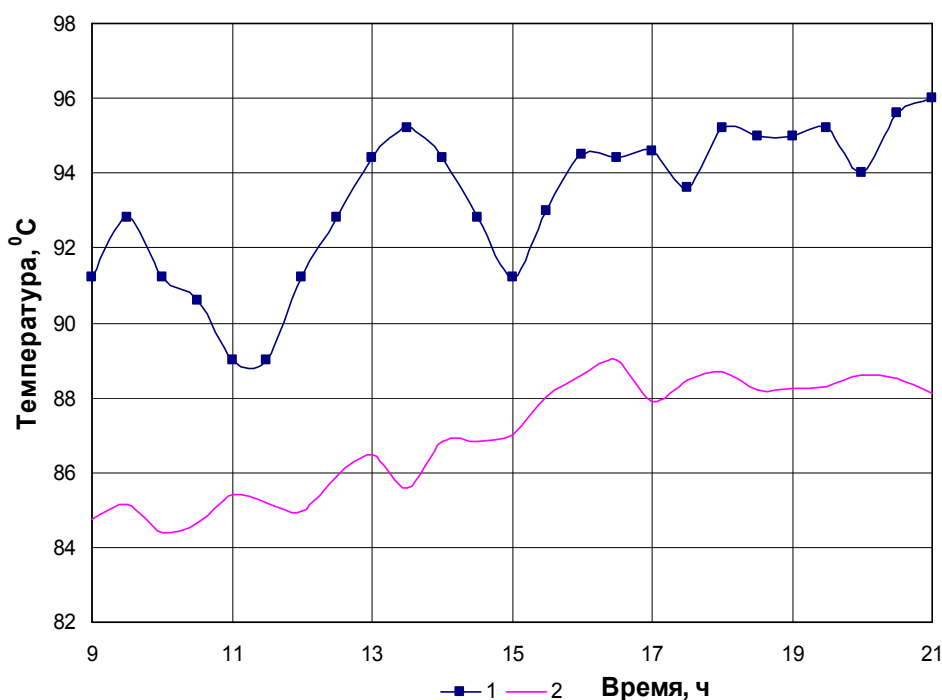
$$y = \frac{t_{CO} - t_B}{t_B - t_H}; \quad x = \frac{1}{G_{CO}}; \quad a = q_V V \frac{1}{(kF)_{CO}}; \quad b = q_V V \frac{0,5}{c},$$

то алгоритм (1) будет представляться в виде общеизвестного линейного соотношения $y = a + bx$. Адаптивный и неадаптивный алгоритмы идентификации параметров такой за-

висимости достаточно хорошо известны специалистам и их реализации не вызывает каких-либо затруднений [6 и др.]. Настроенное по экспериментальным данным указанным способом конкретное выражение алгоритма (1) для одного из пятиэтажных домов серии 1-464Д-105 (г. Челябинск) имеет вид:

$$t_{CO} = t_B + 50413 \left(\frac{0,5}{cG_{CO}} + \frac{1}{63381} \right) (t_B - t_H). \quad (2)$$

В данное выражение расход теплоносителя следует подставлять в $m/ч$. Коэффициент корреляции R_{yx} составил в данном случае $R_{yx} = 0,962$, что указывает на высокую степень соответствия используемых теоретических представлений экспериментальным данным. Значимость коэффициента корреляции R_{yx} оценивалась с помощью критерия Стьюдента. Используя данное выражение, вычислили, какой должна быть температура теплоносителя на входе системы отопления для того, чтобы температура воздуха внутри контрольных помещений при имевшем место в реальных условиях расходе G_{CO} равнялась 21°C . Графики рассчитанной кривой и той кривой, которая имела место в реальных условиях, приведены на рисунке 1.

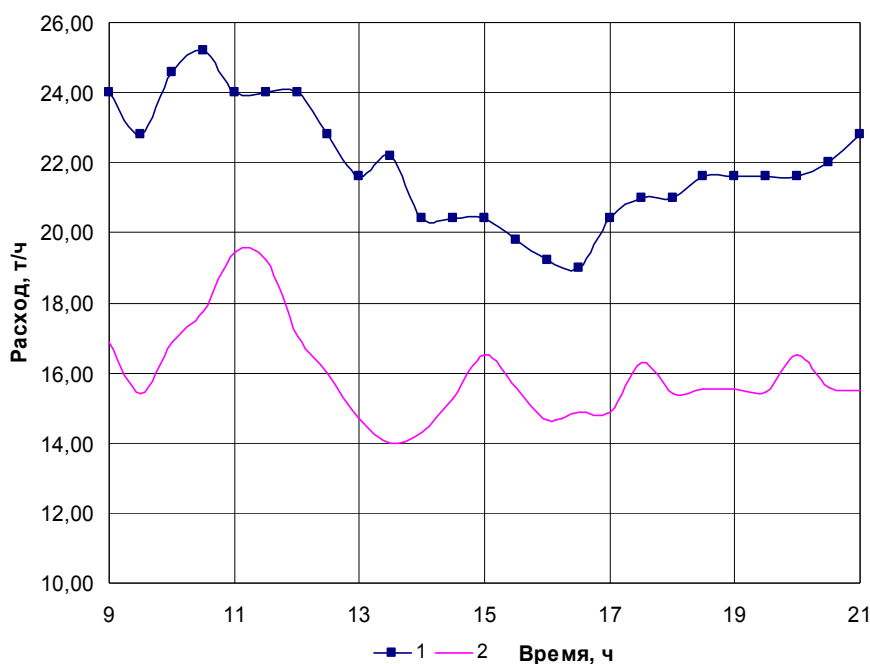


1 – действительная; 2 – достаточная для $t_B = 21^\circ\text{C}$

Рисунок 1 – Температура теплоносителя на входе системы отопления

Заметим, что графики регулирования рассчитываются для $t_B = 18^\circ\text{C}$ [7]. Из рисунка 1 видно, что требуемая даже по условию $t_B = 21^\circ\text{C}$ температура t_{CO} заметно ниже фактической. Следовательно, при расчете применяемых на практике графиков регулирования допущена большая погрешность в определении теплозащитных свойств зданий и характеристик их систем отопления.

На рисунке 2 приведен график фактического расхода воды на систему отопления G_{CO} и кривая такого расхода теплоносителя, при котором при фактическом значении t_{CO} обеспечивается температура $t_B = 21^\circ\text{C}$.



1 – действительный; 2 – достаточный для $t_B = 21\text{ }^\circ\text{C}$
 Рисунок 2 – Расход теплоносителя на систему отопления

Как видно из рисунка 2, требуемый по условию $t_B = 21\text{ }^\circ\text{C}$ расход воды G_{CO} также заметно ниже фактического, следовательно, применение настроенного по реальным эксплуатационным данным алгоритма управления температурным режимом зданий (1) позволит существенно сократить расход теплоты на отопление.

Подставляя в (2) заданное значение температуры внутреннего воздуха t_B и расчетное значение расхода теплоносителя, которое должно поддерживаться в системе отопления при ее эксплуатации, нетрудно получить график погодного регулирования – зависимость требуемого значения температуры теплоносителя на входе системы отопления t_{CO} от температуры наружного воздуха t_H .

Библиографический список

1. Зингер, Н.М. Повышение эффективности работы тепловых пунктов / Н.М. Зингер, В.Г. Бестолченко, А.А.Жидков – М.: Стройиздат, 1990. – 188 с.
2. Ливчак, В.И. Что ждет Россию в будущем – котельные в каждом доме или все-таки централизованное теплоснабжение на базе теплофикации? / В.И. Ливчак // АВОК. – 2008. – № 2. – С. 10 – 18.
3. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. для вузов / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова, С.А. Щелкунов. – М.: Стройиздат, 1986. – 479 с.
4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов / Е.Я. Соколов – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
5. Панферов, В.И. К теории управления режимами централизованного теплоснабжения / В.И. Панферов, С.В. Панферов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2011. – Вып. 12. – № 16 (233). – С. 41 – 45.
6. Растринин, Л.А. Современные принципы управления сложными объектами / Л.А. Растринин – М.: Сов. радио, 1980. – 232 с.
7. Сканави, А.Н. Отопление: Учебник / А.Н. Сканави, Л.М. Махов – М.: Издательство АСВ. – 2002. – 576 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЗОНДОВ В ИНФОРМАЦИОННО–УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гордеев Ю.В.

*Московский государственный университет приборостроения и информатики
г. Москва*

Современными требованиями к информационно-управляющим системам (ИИС) контроля теплофизических свойств твердых материалов является обеспечение точности и быстродействия при обработке полученных данных.

Такие результаты можно достичь за счет применения надежного и оперативного способа измерения – зондового (погружения зонда непосредственно в измеряемую среду). Он позволяет освоить новый уровень технологии контроля плавки твердых материалов за счет получения точных показателей расплава в режиме реального времени.

Для решения поставленных задач необходимо иметь измерительные зонды, удовлетворяющие следующим основным требованиям:

- высокая надёжность работы;
- минимальная продолжительность измерительного цикла (времени от старта до следующего старта);
- необходимая достоверность результатов замеров параметров плавки (температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны);
- хорошее качество пробы;
- высокая ремонтная пригодность в условиях действующего конвертера;
- обеспечение возможности выполнения многократных замеров на одной плавке без повалки конвертера с автоматической перезарядкой сменных блоков.

Архитектура построения разработанного зонда кардинально отличается от классического типа, в частности используемого за рубежом. Свободная подвеска газоохлаждаемой фурмы позволила исключить несущую и направляющую колонны, каретку. Это значительно упростило конструкцию, повысило надежность и ремонтпригодность зонда, снизило аварийные отказы и стоимость всей установки. В то же время отсутствие колонн позволило применить второй манипулятор для сброса проб на рабочую площадку, что в значительной степени снизило цикл перезарядки сменных блоков. Измерение уровня ванны происходит в каждом измерительном цикле при входе сменного блока в металл и только после этого происходит позиционирование зонда на заданную глубину погружения.

Это позволяет производить достоверные замеры и получать пробы хорошего качества перезарядкой сменных блоков замеры температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны и отбор проб металла во время продувки плавки с последующим ее сливом без повалки конвертера.

Измерительный зонд представляет собой комплекс механического, энергетического, электрического и электронного оборудования и состоит из следующих частей.

1. Фурма. Состоит из трех концентрически расположенных друг относительно друга стальных труб, образующих два канала охлаждения измерительных кабелей, пропущенных внутри центральной трубы. В качестве охладителей используются азот и воздух. К нижней части фурмы пристыковывается жезл для присоединения сменных блоков. Верхняя часть фурмы представляет собой узел для подсоединения к оголовку зонда.

2. Механизм перемещения фурмы. Состоит из двухскоростной лебедки, полиспастной системы, механизма отвода фурмы (портала) в ремонтное положение, оголовка и подвески фурмы. Максимальная линейная скорость, достигаемая этим механизмом равняется 3,8 м/с, что позволяет обеспечить измерительный цикл в пределах 25 сек.

3. Шибер. Механизм, открывающий доступ для ввода фурмы в конвертер. Пред-

ставляет собой водоохлаждаемую крышку на кессончике котла-охлаждителя.

4. Успокоитель. Механизм, гасящий колебания фурмы после выхода ее из конвертера. Представляет собой цанговый захват.

5. Съемник шлака. Механизм, производящий удаление шлака с фурмы для обеспечения без проблемной перезарядки сменных блоков в автоматическом режиме.

6. Магазин. Механизм, предназначенный для хранения сменных блоков и передаче их в манипулятор зарядки. Состоит из вращающегося барабана и зажимов сменных блоков.

7. Манипулятор 1. Механизм, осуществляющий стыковку сменного блока с жезлом. Состоит из привода перемещения манипулятора, центрирующей воронки, захвата и каретки.

8. Манипулятор 2. Механизм, осуществляющий прием отработанного сменного блока с пробой и передачу его на рабочую площадку + 12 м. Состоит из привода перемещения манипулятора, пассивной центрирующей воронки и заслонки.

9. Система охлаждения фурмы. Осуществляет подачу азота и воздуха в каналы фурмы во время измерительного цикла.

10. Пневматическая система. Является исполнительной частью узлов и механизмов установки.

11. Система «отстрела». Осуществляет пневматический съем отработанного блока с пробой и передачу его в манипулятор 2.

12. Система управления. Осуществляет управление всеми механизмами, контроль за обработкой команд и возникновением аварийных ситуаций, расчеты измеренных параметров, связь с АСУ ТП первого уровня.

13. Система электропривода. Обеспечивает управление силовыми агрегатами.

14. Система измерения уровня металла. Представляет собой датчик, расположенный в нижней части жезла и электронный блок, фиксирующий вход в металл.

Фурма, механизм перемещения, съемник шлака, магазин, манипулятор 2, система «отстрела», система измерения уровня металла являются оригинальными разработками авторов и не имеют аналогов в зарубежных конструкциях зондов.

Структурно-функциональная схема измерительного зонда приведена на рисунке 1.

Отличительной особенностью в конструкции измерительного зонда является свободная подвеска фурмы без использования несущей и направляющей колонн и каретки. Это приводит к значительному сокращению затрат на изготовление и монтаж оборудования, удешевлению стоимости измерительной фурмы, повышает ремонтпригодность оборудования, позволяет смонтировать данную установку в практически любом конвертерном цехе со стесненными условиями, упрощает проведение ремонтных работ, связанных с котлом-охлаждителем отходящих газов.

Применение второго манипулятора для ускоренной перезарядки. Отсутствие направляющей колонны позволило установить второй манипулятор, с помощью которого производится сброс отработанного блока с пробой на рабочую площадку. Это позволяет сэкономить 30 секунд измерительного цикла и повысило надежность доставки пробы. Использование газоохлаждаемой фурмы свело к нулю аварийные взрывы в конвертере в результате аварийных ситуаций на измерительном зонде. Кроме этого, исключена проблема стыковки автоматически перезаряжаемого сменного блока с измерительным жезлом в результате налипания на фурме.

После выхода зонда из конвертера необходимо произвести отделение отработанного сменного блока с пробой от измерительной фурмы. Жезл, имеющий специальную конструкцию с находящимся на нем отработанным сменным блоком, герметично состыкован с центральной трубой фурмы, через которую проходят измерительные кабели. В верхней части фурмы через специальную крышку подключен шланг, связанный с электропневматическим клапаном азота. После остановки фурмы в верхнем положении и подхода манипулятора для пневматического съема блока происходит включение азотного клапана. Давление

азота, возникающее во внутренней полости сменного блока при условии применения специального жезла, производит его «отстрел» в приемную воронку манипулятора, после чего манипулятор разворачивается в позицию сброса блока. После этого открывается заслонка манипулятора и блок по специальному трубопроводу падает на рабочую площадку конвертера.

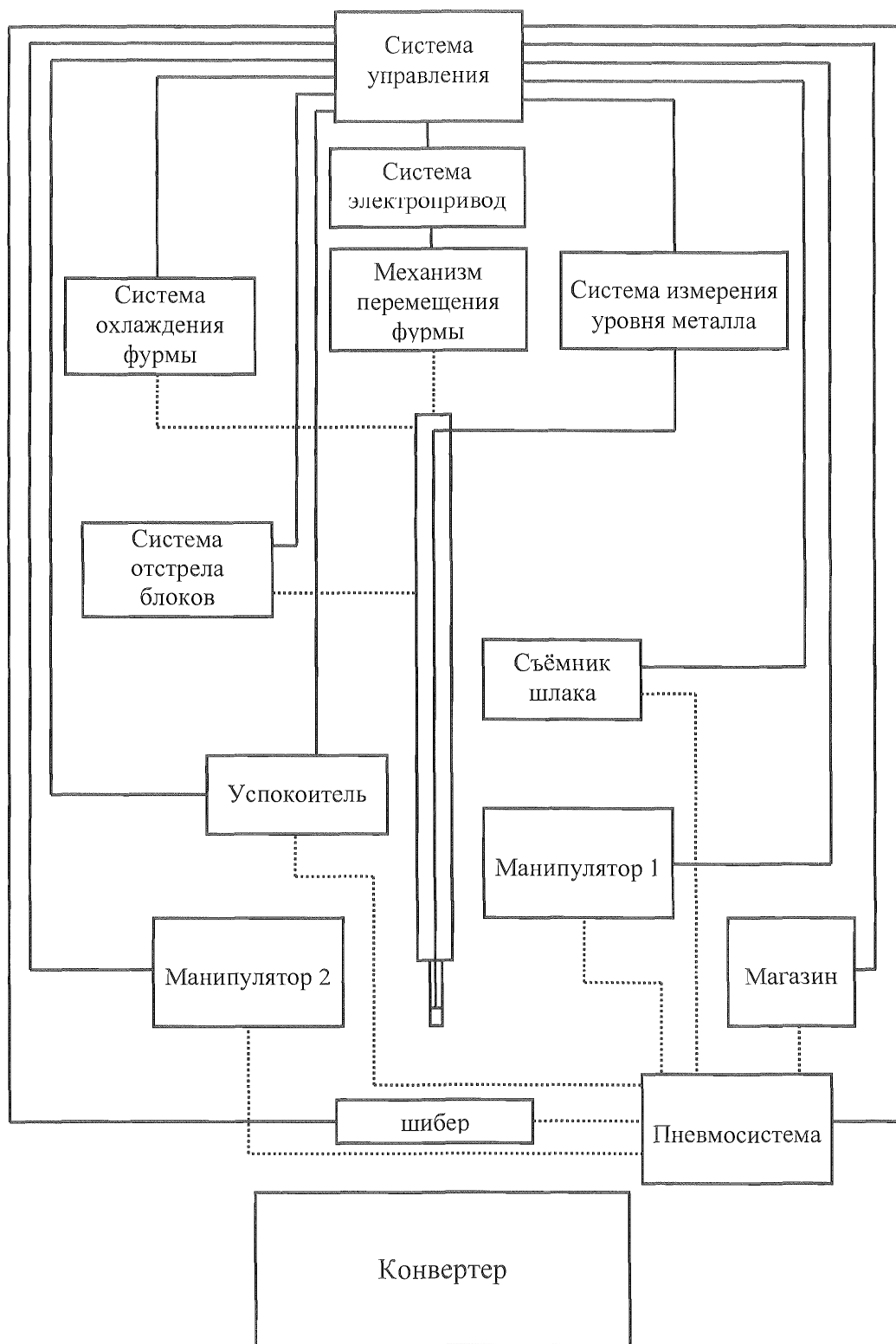


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема измерительного зонда

Конструкция жезла для пневматического съема сменного блока должна обеспечивать выполнение следующих требований:

- надежное удержание сменного блока;
- обеспечение пневматического съема блока.

– состоит из следующих частей: головки жезла, с установленными на ней контактодержателем и датчиком уровня, тела жезла и хвостовой части. Хвостовая часть состоит из резьбы для вкручивания жезла в фурму, узла установки электрических разъемов для подключения кабелей, ребер для удержания сменного блока и уплотняющей части.

Тело фурмы установлено в хвостовую часть таким образом, что образуется кольцевой зазор по всей длине хвостовой части. При подаче азота на отстрел за счет уплотняющей части хвостовика во внутренней полости сменного блока возникает давление, которое создает усилие по сдвиганию блока с удерживающих ребер жезла.

Так как удерживающие ребра находятся выше уплотняющей части, сдвигивающая сила будет существовать и после схода блока с ребер. При этом происходит ускорение движения и блок со скоростью попадает в воронку манипулятора. Для исключения попадания жидкого металла во внутреннюю полость фурмы в результате аварийного прогара жезла верхняя часть последнего, через которую выведены измерительные провода, герметично заглушено специальной термостойкой массой.

Отличительными особенностями конструкция оголовка для установки измерительной фурмы являются:

– крепление шлангов, которое осуществляется к оголовку, в который помещается фурма.

– герметичность соединения осуществляется с помощью специальных уплотняющих колец, установленных на оголовке. Конструкция пазов и колец, а также система установки обеспечивает герметичность соединения и долговечность уплотняющих колец.

Фиксация фурмы в оголовке происходит с помощью быстросъемных зажимных устройств. Подобная конструкция подвески позволяет в течение 10 минут подготовить фурму к замене.

Способ и конструкция удаления шлака с измерительной фурмы. Удаление шлака, налипающего на фурму в конвертере после ее выхода в верхнее положение возможно только после его остывания в течение времени не менее, чем 10 секунд. В связи с этим, съем шлака во время движения фурмы из конвертера не эффективен. После остывания шлака на поверхности фурмы, достаточно нанесения нескольких ударов по ее поверхности в районе образования настывшей для его удаления. Съемник шлака представляет собой рычажный ударный механизм с пневматическим приводом. После остановки фурмы перед подходом манипулятора для пневматического съема блока производится несколько ударов по поверхности фурмы.

Цикл работы (время от старта до старта) составляет 1 мин. 40 с и превосходит по этому показателю зонд фирмы Steel Nippon corora's. Опыт эксплуатации измерительного зонда на конвертере показал, что цикл плавки за счет без повалочной работы конвертера сокращается на 4 мин.

Библиографический список

1. Селиванова З.М. Интеллектуализация информационно-измерительных систем неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 184 с.
2. Муромцев, Ю.Л. Оценка погрешности результатов измерения теплофизических свойств твердых материалов при воздействии дестабилизирующих факторов / Ю.Л. Муромцев, В.Н. Чернышов, З.М. Селиванова // Вестник ТГТУ. 2003. Т. 9. – № 3. – С. 414 – 423.
3. Мищенко, С.В. Анализ и синтез измерительных систем / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Э.И. Цветков, В.Н. Чернышов. Тамбов: ТГТУ, 1995. – 234 с.

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СТРУКТУРЫ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ДЕРЕВЬЕВ СИГНАЛОВ

Кликушин Ю.Н., Кошекков К.Т., Кошекков А.К.

Омский государственный технический университет

г. Омск,

Северо-Казахстанский государственный университет

г. Петропавловск

Наиболее наглядной формой представления результатов классификации являются, так называемые, деревья. Их использование не слишком распространено в вероятностно-статистическом распознавании образов [1], однако они довольно широко используются в таких прикладных областях, как медицинская и техническая диагностика, программирование (анализ структуры данных), биология (классификация) и психология (теория принятия решений). Деревья классификации идеально приспособлены для графического представления, и поэтому сделанные на их основе выводы гораздо легче интерпретировать, чем, если бы они были представлены только в числовой форме. Наибольшие перспективы в применении деревьев классификации специалисты связывают с так называемым разведочным анализом данных, когда приходится оперировать с большими объемами неструктурированной информации. Типичным примером подобной классификации из области информатики является дерево каталогов персонального компьютера, которое отображает структуру хранимой в виде файлов информации.

Предлагаемая методика измерения деревьев состоит из двух этапов.

1. Определение позиционного и лингвистического кодов.

На первом этапе предлагаемой методики составляются позиционный (ПК) и лингвистический (ЛК) коды. Для этого используется тестер *S*-типа [2] с идентификационной шкалой (таблица 1) – упорядоченный набор идентификационных чисел Id_i^{ϑ} эталонов, в качестве которых используются имена случайных сигналов с двумодальным (2МОД), арксинусным (АРКС), равномерным (РАВН), треугольным (СИМП), нормальным (НОРМ), двусторонним экспоненциальным (ЛАПЛ) и Коши (КОШИ) распределениями.

Таблица 1 – Идентификационная шкала в режиме измерения внешнего сигнала

Имя отметки	КОШИ	ЛАПЛ	НОРМ	СИМП	РАВН	АРКС	2МОД
Оцифрованные отметки шкалы	0	12	36	52	75	92	100
Положение стрелки указателя при измерении входного сигнала $X(t)$				60			

Далее формируется массив S^V , в котором упорядочиваются в отсутствие тестируемого сигнала, например по убыванию, идентификационные параметры Id_i^{ϑ} системы N объектов-эталонов, с запоминанием индивидуального порядкового номера расположения в списке — первоначальный ПК эталонов, соответствующие им имена формируют ЛК

$$S^V = \text{sort} \downarrow (Id_1^{\vartheta}, \dots, Id_i^{\vartheta}, \dots, Id_N^{\vartheta}), \text{ПК} = \{1234567\} \quad (1)$$

$$\text{ЛК} = \{2\text{МОД}, \text{АРКС}, \text{РАВН}, \text{СИМП}, \text{НОРМ}, \text{ЛАПЛ}, \text{КОШИ}\}.$$

При помощи тестера *S*-типа определяется идентификационное значение исследуемого сигнала $X(t)$, под действием которого формируется массив S^P с разупорядоченной системой объектов-эталонов

$$Id_X = Id[X(t)], S^P(Id_X) \neq sort \downarrow (Id_1^{\ominus}, \dots, Id_i^{\ominus}, \dots, Id_N^{\ominus}). \quad (2)$$

Запускается процедура поточечного вычисления разностей D_i идентификационных параметров сигнала и объектов-эталонов с вычислением среднего отклонения \bar{D}

$$D_i = |Id_X - Id_i^{\ominus}|, \bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i \quad (3)$$

и формируется матрица D , включающая полученные разности.

Полученные разности сортируются для получения позиционного кода по критерию $D_i = \min$ в виде оптимизационной процедуры

$$ПК(j) = \bigcap_j \bigcup_i (i / rank(D_i = \min) = j) \quad (4)$$

или

если $D_i = \min$, то $rank(D_i) = 1$ – старший разряд,

если $D_i = \max$, то $rank(D_i) = N$ – младший разряд.

Формируются ПК и ЛК по правилу: новый порядок следования объектов-эталонов отображает классификационную структуру анализируемого сигнала: номера позиций образуют позиционный код, а соответствующие им имена объектов-эталонов – лингвистический код входного сигнала. Если два и более сигнала имеют одинаковые позиционные или лингвистические коды, то они находятся в одном классе. Более того, согласно гипотезе компактности [3], принятой в теории распознавания образов, если сигналы находятся в одном классе, то можно утверждать (с определенной долей вероятности), что они в чем-то похожи.

Пример. Исследуемая выборка сигнала измеряется идентификационным тестером S-типа, на выходе которого формируется число $IdPx=60$. На рисунке 1 представлен алгоритм, в результате которого из линейно упорядоченного ПК = 1234567 эталонов получился разупорядоченный ПК = 4352167 входного сигнала.

Потенциально общее число возможных ПК сигналов определяется числом перестановок и для 7 эталонов составляет величину, равную $7!=5040$. Поэтому данный алгоритм кодирования сигналов можно применять во многих интеллектуальных системах обработки и анализа данных.

Если предположить, что разряды ПК являются потенциальными узлами ветвления, то становится возможным построение классификационного дерева (правая часть рисунка 1) сигналов. При этом исходная ветвь эталонов является крайней левой. Ветви всех остальных сигналов располагаются правее, на расстоянии, пропорциональном среднему отклонению. Таким образом, происходит упорядочивание ветвей дерева по горизонтальному направлению (слева – направо). Вертикальная упорядоченность (сверху - вниз) соответствует изменению степени общности сигналов по принципу «от общего к частному».

«Похожесть» сигналов можно оценивать и некоторым комплексным показателем, учитывающим как значение отклонения, так и степень общности, например, в логической форме:

$$P_{\text{шо}} = \max \left[C_{ij}; \left(1 - \frac{\Delta_{ij}}{\Delta_{\max}} \right) \right], \quad (5)$$

где C_{ij} – степень общности (вложенности), Δ_{ij} – значение отклонения между сигналами, Δ_{\max} – максимальное отклонение между крайними сигналами данного дерева.

На рисунке 2 представлена классификация разновидностей деревьев для сигналов, построенная с учетом методологии идентификационных измерений [2].

Оди́нарным будем называть дерево, имеющее всего одну ветвь (левая структура на рисунке 2). Дерево, содержащее две и более ветви (средняя и правая структура на рисунке 2), называется *совместным*. *Прямым* называется такое дерево (ПД), в котором перечисление имен эталонов начинается с первого разряда ПК или ЛК. Примером ПД случайных сигналов с КОШИ и 2МОД распределениями является правая структура на рисунке 2. Эти два распределения отличаются обратным порядком следования имен эталонов и задают полный диапазон существования всех других распределений. Средняя структура является примером *обратного* дерева (ОД).

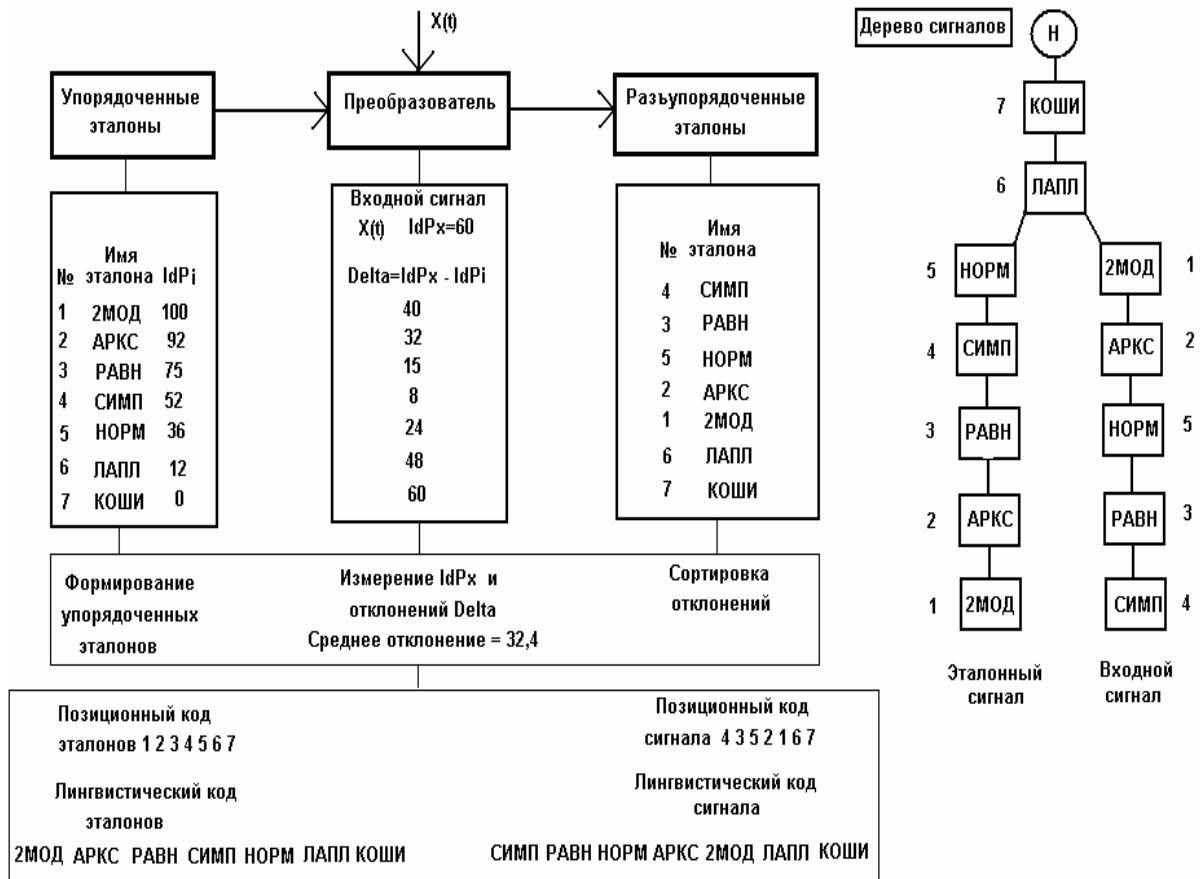


Рисунок 2 – Структурная схема получения ПК и ЛК для сигнала с $Idx = 60$

Понятия *дерево характеристики* и *дерево сигнала* определяются в зависимости от того, имена каких объектов присутствуют на входе и выходе классификационной структуры. Если входом (корень дерева) структуры является имя характеристики (например, *Time* – временная характеристика), а выходом (лист дерева) структуры служит имя распределения сигнала (например, *КОШИ*), то такое дерево будем называть *деревом характеристики*. Так, например, средняя структура (рисунок 2), в соответствии с принятой классификацией, будет называться «Совместное обратное дерево временной характеристики для 3-х сигналов». Примеры «Дерева сигнала для L-характеристик», где $L \geq 2$, будут рассмотрены при дальнейшем анализе.

Наиболее важным свойством идентификационных деревьев, рассматриваемых в предлагаемой методологии, является их *измеримость*. Под измеримостью понимается возможность количественной оценки структуры деревьев. Поскольку дерево является двумерной структурой, необходимо ввести два числовых показателя, с помощью которых возможно измерение дерева. Эти два показателя можно интерпретировать как компоненты некоторого *структурного (классификационного) вектора*.

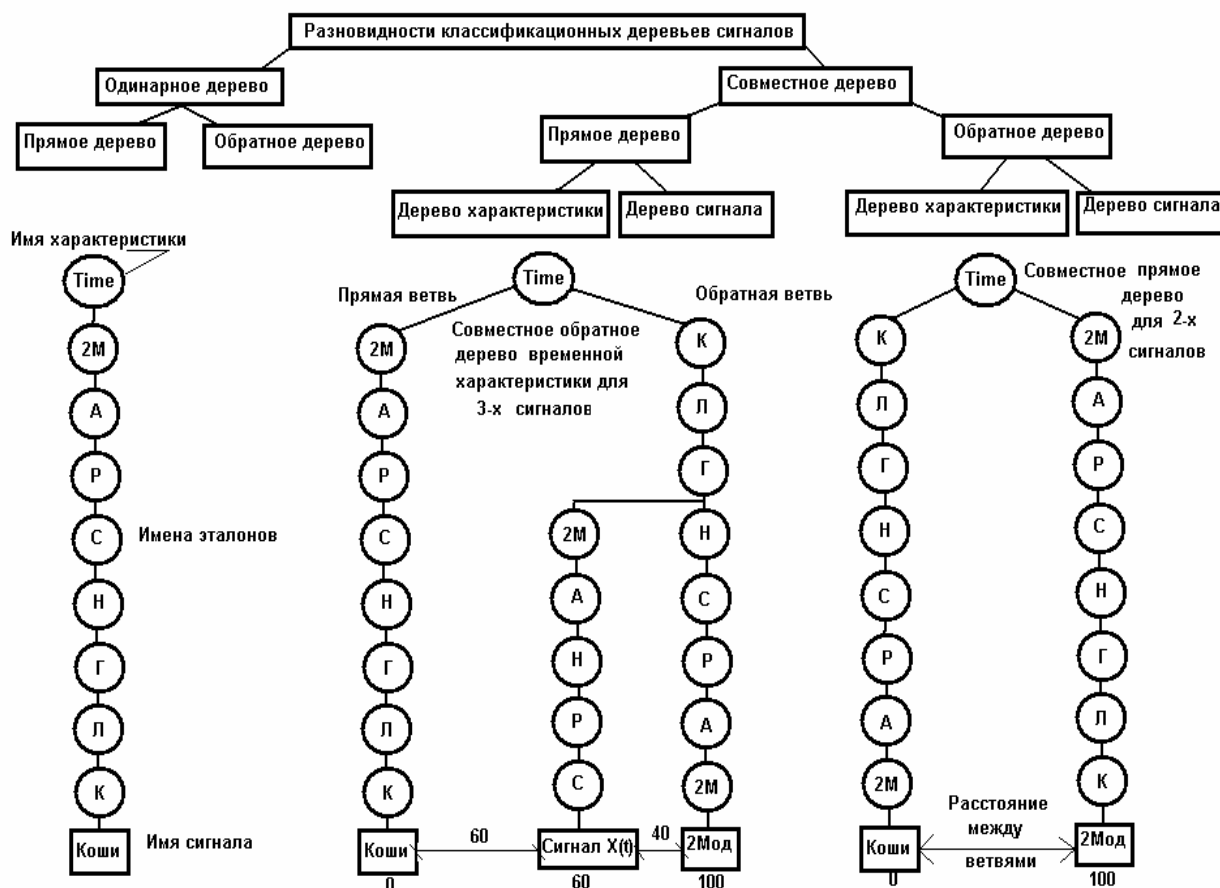


Рисунок 2 – Классификация и примеры представления сигналов в виде деревьев

По горизонтали расстояние между самыми крайними ветвями (листочки с именами 2МОД и КОШИ) задает полный диапазон существования любых распределений. Наиболее удобно это расстояние измерять в формате идентификационного тестера S-типа, поскольку оно естественным образом нормировано к 100 %. Следовательно, все другие листочки с именами исследуемых сигналов будут расположены в порядке их измеренных значений по шкале S-типа: чем больше значение S (Id), тем дальше от левого края (КОШИ $S=0$) и тем ближе к правому краю (2МОД $S=100$) расположен лист сигнала. Для примера дерева, приведенного в предыдущем разделе $Idx=60$, где листок с именем исследуемого сигнала будет расположен ближе к правой ветви с именем 2МОД.

По вертикальной оси исследуемый сигнал также ближе всего к правой ветви (2МОД), с которой он имеет 3 общих эталона (К, Л, Г). Поэтому расстояние по вертикали можно оценивать, например, относительным количеством общих эталонов сравниваемых сигналов. Учитывая, что сигнал отображается как ПД, так и ОД, можно предложить следующую систему количественной оценки структуры деревьев, представленную в таблице 2.

2. Идентификационные измерения структуры классификационных деревьев.

По введенной классификации, рассмотренный пример относится к *дереву характеристики*, потому что входом дерева служит имя одной из характеристик (в данном случае – временной). Чтобы проанализировать все характеристики сигнала (временную, вероятностную, корреляционную, спектральную и др.), необходимо строить множество классификационных деревьев и, что еще более важно, надо предложить механизм интегрирования результатов отдельных анализов в один общий результат.

Компактное решение данной проблемы возможно при использовании другого вида деревьев – *дерева сигнала*. Дерево сигналов представляет собой совместное дерево всех

измеренных характеристик сигнала. Это означает, что входом дерева является имя сигнала, а выходами – имена соответствующих характеристик сигнала.

Таблица 2 – Система количественной оценки структуры деревьев

Наименование	Математическая модель	Параметры
Вектор расстояний	$V_r = S_n + jS_o$	S_n – расстояние по горизонтали – удаленность (близость) ПД, S_o – расстояние по горизонтали – даленность (близость) ОД
Вектор общности	$V_B = O_n + jO_o$	O_n – расстояние по вертикали – общность (вложенность) ПД, O_o – расстояние по вертикали – общность (вложенность) ОД
Прямой вектор	$V_n = S_n + jO_n$	
Обратный вектор	$V_o = S_o + jO_o$	
Комплексные вектора	$V_1 = S_n + O_n + j(S_o + O_o),$ $V_2 = S_n + S_o + j(O_n + O_o);$	
Интегральный вектор	$V = V_1 + V_2 =$ $2S_n + O_n + S_o + j(S_o + 2O_o + O_n)$	

С помощью средств идентификационных измерений или по описанному алгоритму определяются ПК и ЛК основных характеристик временной $X(t)$, вероятностной $P(X)$, корреляционной $R(X)$, спектральной $S(X)$ и приращений характеристик $\Delta X(t)$, $P(\Delta X)$, $R(\Delta X)$, $S(\Delta X)$. Результаты измерения формы сигнала и его характеристик в виде позиционных и лингвистических кодов отдельных характеристик сводятся в таблицу.

По результатам измерения ЛК строится ПД, для которого определяется коэффициент общности, как параметр связи между характеристиками сигнала. По результатам измерения ЛК строится ОД, для которого определяется коэффициент общности, как параметр связи между характеристиками сигнала. Далее по описанному алгоритму определяются ПК и ЛК основных характеристик $X(t)$, $P(X)$, $R(X)$, $S(X)$ и приращений $\Delta X(t)$, $P(\Delta X)$, $R(\Delta X)$, $S(\Delta X)$ в виде Time-1, Hist-1, Cor-1, Spec-1 и приращений Time-2, Hist-2, Cor-2, Spec-2.

Пример. Результаты измерения формы сигнала и его характеристик в виде позиционных и лингвистических кодов отдельных характеристик, полученные при экспериментальных исследованиях подшипников колесно-моторных пар, представлены в таблице 3.

По результатам измерения ЛК строится прямое дерево, для которого определяется коэффициент общности, как параметр связи между характеристиками сигнала (таблица 4). По результатам измерения ЛК строится обратное дерево, для которого определяется коэффициент общности, как параметр связи между характеристиками сигнала (таблица 5).

Подставляя рассчитанные средние значения параметра формы (из таблицы 3, $S=0,342$) и коэффициентов общности ПД (из таблицы 4, $O_{\Pi}=0,375$) и ОД (из таблицы 5, $O_o=0,5$), определяем интегральный вектор структуры сигнала в виде

$$V = 0.35 + j0.43.$$

Таким образом, получена совместная количественная оценка структуры сигнала и его характеристик, учитывающая упорядоченность по горизонтали и вертикали. Данную методику можно использовать для сравнения сигналов между собой – т.е. решать задачи распознавания.

Таблица 3 – Результаты идентификационных измерений характеристик сигнала

Имя и обозначение характеристики	Параметры характеристик сигнала 4_idle.wav			
	Позиционный код (ПК)	Лингвистический код (ЛК)	Min отклонение	Результат измерения (S)
Временная (T1)	54673821	Н С Г Л Р К А 2М	0,774	38,8
Вероятностная (H1)	21345678	А 2М Р С Н Г Л К	0,288	92,3
Корреляционная (C1)	87654321	К Л Г Н С Р А 2М	4,54	4,54
Спектральная (S1)	87654321	К Л Г Н С Р А 2М	0,02	0,02
Временная (T2)	54673821	Н С Г Л Р К А 2М	0,291	37,7
Вероятностная (H2)	21345678	А 2М Р С Н Г Л К	3,45	95,5
Корреляционная (C2)	87654321	К Л Г Н С Р А 2М	4,81	4,8
Спектральная (S2)	87654321	К Л Г Н С Р А 2М	0,03	0,03
Средние значения			1,775	34,2

Таблица 4 – Таблица определения коэффициента общности для прямого дерева

	Обозначения имен характеристик								Среднее значение
	T1	H1	C1	S1	T2	H2	C2	S2	
T1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,25
H1	0	1	0	0	0	1	0	0	0,25
C1	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5
S1	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5
T2	1	0	0	0	1	0	0	0	0,25
H2	0	1	0	0	0	1	0	0	0,25
C2	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5
S2	0	0	1	1	0	0	1	1	0,5
Среднее значение коэффициента общности по всем характеристикам									0,375

Таблица 5 – Таблица определения коэффициента общности для обратного дерева

	Обозначения имен характеристик								Среднее значение
	T1	H1	C1	S1	T2	H2	C2	S2	
T1	1	0	0,25	0,25	1	0	0,25	0,25	0,5
H1	0	1	0	0	0	1	0	0	0,25
C1	0,25	0	1	1	0,25	0	1	1	0,625
S1	0,25	0	1	1	0,25	0	1	1	0,625
T2	1	0	0,25	0,25	1	0	0,25	0,25	0,5
H2	0	1	0	0	0	1	0	0	0,25
C2	0,25	0	1	1	0,25	0	1	1	0,625
S2	0,25	0	1	1	0,25	0	1	1	0,625
Среднее значение коэффициента общности по всем характеристикам									0,5

Библиографический список

1. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. Изд./ под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Кликушин Ю.Н., Кошеков К.Т. Методы и средства идентификационных измерений сигналов: монография. – Петропавловск: Изд-во СКГУ им. М. Козыбаева, 2007. – 186 с.
3. Арутюнов П.А. Теория и применение алгоритмических измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

СТИМУЛИРОВАНИЕ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА¹

Грачев В.В., Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Венгер К.Г.
Сибирский государственный индустриальный университет,
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
г. Новокузнецк

Необходимость стимулирования исполнителей работ при выполнении проекта очевидна, так как от этого существенно количественно, а порой и качественно, зависят сроки отдельных операций проекта и в целом создание всего промышленного комплекса.

Вопросам стимулирования в строительном производстве посвящено много различной литературы и исследований [1 – 16]. В отечественных работах 50-90х годов XX века [1 – 7] рассматривались как материальные, так и моральные формы стимулирования. В некоторых [1, 2, 5] приводилось лишь упоминание о необходимости стимулирования как средства совершенствования и ускорения строительного производства без конкретных методических рекомендаций. Другие же рассматривали практические способы стимулирования [3, 4, 7], делая упор, как правило, на исследования методов морального воздействия, например, социалистических соревнований.

Переход к рыночной экономике, изменение участников строительного производства и предъявляемых к ним требований потребовал дополнительного изучения вопросов, связанных со стимулированием строительного производства как фактора его ускорения. В конце двадцатого века в рамках науки «Управление проектами» (раздела теории управления социально-экономическими системами) исследование механизмов стимулирования осуществляется в теории активных систем, в теории иерархических игр, в теории контрактов [8 – 14].

Наибольших результатов в разработке теоретических основ механизмов стимулирования в нашей стране достигнуто исследователями Института Проблем Управления РАН, г. Москва (Бурков В.Н., Новиков Д.А., Цветков А.В).

Однако в большинстве исследований [10, 13 – 16] при рассмотрении структур функций стимулирования объектам не уделяется должного внимания, они как таковые не описываются. Используя игровой подход, как правило, проводят анализ стимулирующих функций чисто аналитически, в абсолюте, не используя ретроспективную информацию с предыдущих объектов. Такой подход, основываясь лишь на аналитических методах, требует построения и использования сложных моделей, привлечения громоздкого математического аппарата.

Необходим поиск новых путей решения оценивания эффективности функций стимулирования с наиболее полным извлечением информации из уже имеющихся проектов. Это возможно при использовании метода натурно-математического моделирования [17 – 19].

Постановка задачи натурно-модельного исследования эффективности стимулирующих функций сделана в следующем виде.

Дано. 1. Набор структур стимулирующих функций $St_{i,j}(T)$ для выполнения операций:

а) линейная функция

$$St_{1,j} = a \cdot T_j + b, \quad (1)$$

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а

б) кусочно-линейная функция

$$St_{2,j} = \begin{cases} a_1 \cdot T_j + b_1, & \text{при } T_j^{\min} \leq T_j \leq T_{1,j}; \\ a_2 \cdot T_j + b_2, & \text{при } T_{1,j} \leq T_j \leq T_{2,j}; \\ a_3 \cdot T_j + b_3, & \text{при } T_{2,j} \leq T_j \leq T_j^H, \end{cases} \quad (2)$$

где $T_{1,j} = \frac{1}{3}(T_j^H - T_j^{\min})$, $T_{2,j} = \frac{2}{3}(T_j^H - T_j^{\min})$,

в) квадратичная функция

$$St_{3,j} = a \cdot T_j^2 + b \cdot T_j + c, \quad (3)$$

г) обратно пропорциональная функция

$$St_{4,j} = \frac{a}{T_j}, \quad (4)$$

где a , b , c – параметры функции, T_j – длительность выполнения j -ой операции, T_j^{\min} – минимальное время выполнения j -ой операции, T_j^H – номинальное (в частности, фактическое) время выполнения j -ой операции.

2. Данные о фактически реализованных проектах, включающие

– сетевой график проектирования и строительства;

– номинальную стоимость C_j^H и номинальное время выполнения T_j^H операций;

– базовую структуру функции стимулирования $St_j^B(T)$, в частности, константу

C-типа*;

– ограничения на длительность выполнения операций

$$T_j^{\min} \leq T_j \leq T_j^H; \quad (5)$$

– ограничения на величину стимулирования при выполнении операций

$$0 \leq St_j \leq St_j^{\max}, \quad (6)$$

где St_j^{\max} – максимально возможное стимулирование j -ой операции проекта;

– структура функции дохода от функционирования предприятия после его вывода на проектные показатели $V(t)$.

3. Процедуры пересчетного моделирования, включающие

– натурные данные о характеристиках выполненных проектов;

– пересчетные модели, позволяющие пересчитывать вариации исходных данных в изменение выходных целевых переменных;

– операции формирования модельных исходных и расчетных показателей.

4. Критерий эффективности выполнения проекта $Q(\Delta t)$, отражающий затраты и доход от создания промышленного комплекса

$$Q(\Delta t) = V(\Delta t) - St(\Delta t), \quad (7)$$

где Δt – время изменения длительности выполнения проекта, $V(\Delta t)$ – доход предприятия за время Δt , $St(\Delta t)$ – затраты на стимулирование по сокращению длительности проекта на Δt .

* Д.А. Новиков. Теория управления организационными системами, М.: Московский психолого-социальный институт, 2005.

Требуется.

1. Разработать алгоритм определения эффективности стимулирующих функций.
2. Исследовать эффективность стимулирующих функций $St_{i,j}(T)$ из заданного набора по критерию $Q(\Delta t)$.

Для решения поставленной задачи был разработан алгоритм оценки влияния изменения стимулирующих функций на изменение эффективности выполнения проекта, структура которого представлена на рисунке 1.

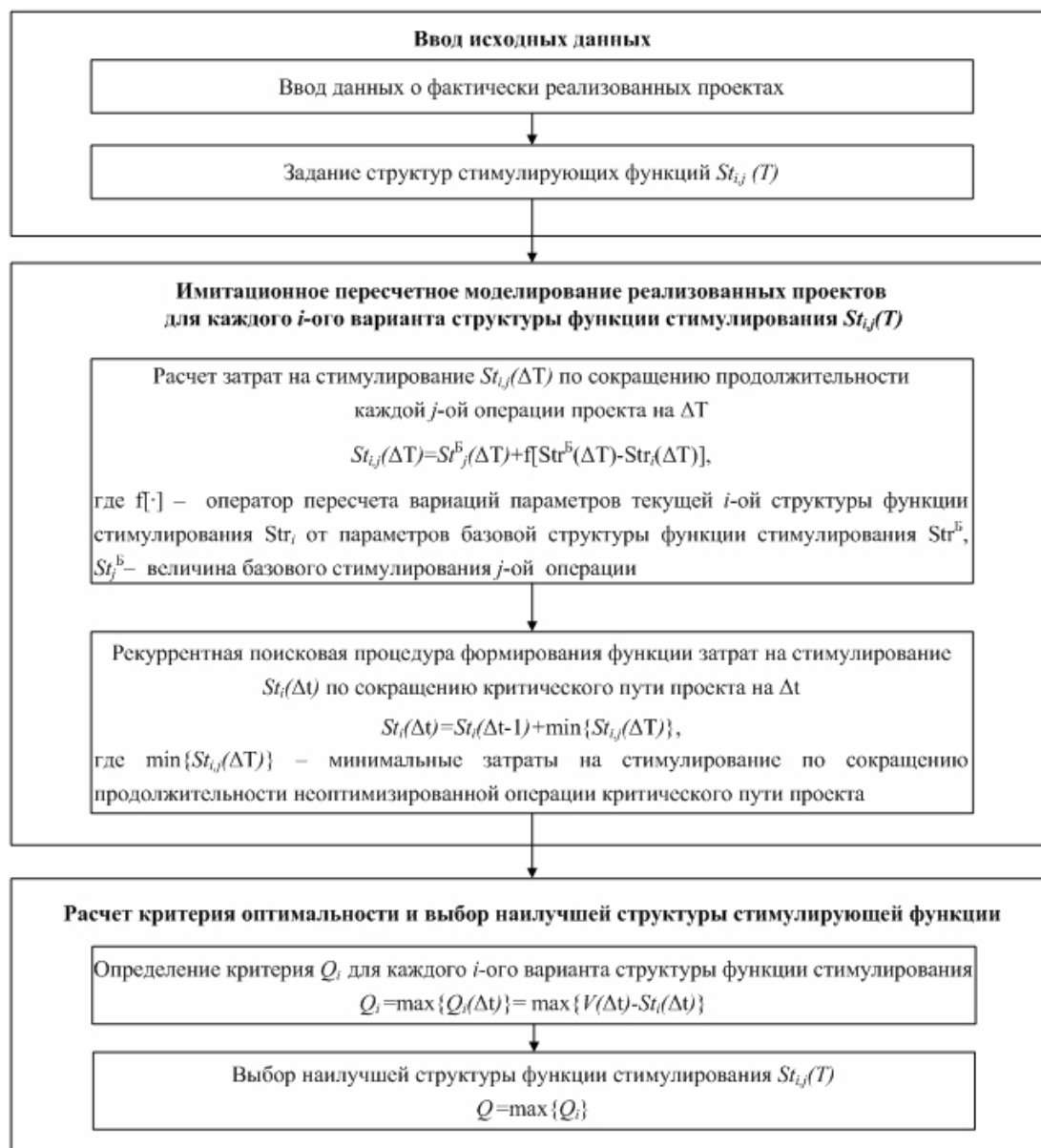


Рисунок 1 – Алгоритм определения эффективности стимулирующих функций

Программная реализация алгоритма осуществлена в среде Microsoft Project 2010 Professional и Microsoft Excel 2010 на скриптовом языке Visual Basic for Applications.

Натурные данные для количественных факторов были взяты из реализованного проекта углебогатительной фабрики.

Результаты расчетов для выбранного набора стимулирующих функций представлены на рисунке 2, откуда следует вывод, что наилучшими являются квадратичная и кусочно-линейная функции стимулирования.

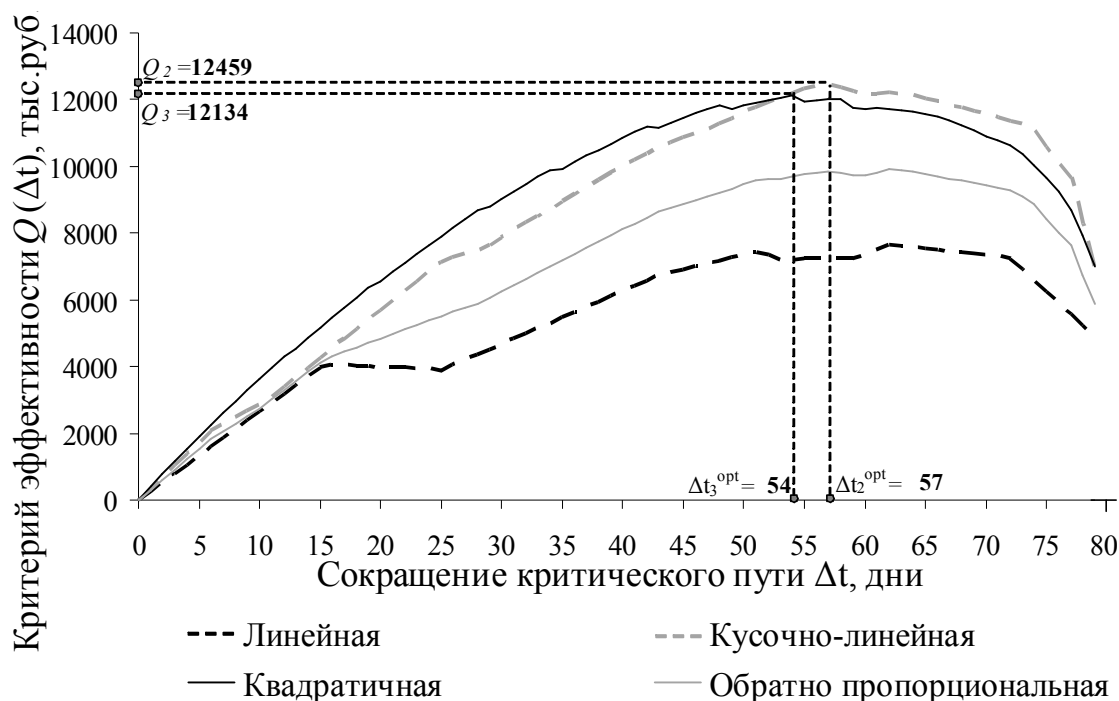


Рисунок 2 – Критерий эффективности при различных структурах функции стимулирования при суточном доходе предприятия 400 тыс. руб.

Для кусочно-линейной функции стимулирования для конкретной углеобогащательной фабрики получили оптимальное сокращение длительности Δt^{opt} на 57 дней при значении Q равном 12459,12 тыс. руб., а для квадратичной – $\Delta t^{\text{opt}} = 54$ дня, $Q = 12134,47$ тыс. руб.

При изменении суточных доходов предприятия квадратичная и кусочно-линейная функции стимулирования также остаются предпочтительными и превосходят другие функции стимулирования по критерию эффективности Q не менее чем на 50 %.

Использование процедуры пересчетного натурно-математического моделирования позволяет пересчитать величины стимулирования для операций проекта, при этом изменяется их длительность и длительность выполнения всего проекта. Сетевой график также динамически корректируется.

Библиографический список

1. Организация, планирование и управление строительным производством: учебник / Под ред. И.Г. Галкина. – М.: Высшая школа, 1978. – 496 с.
2. Дикман Л.Г. Организация, планирование и управление строительным производством: учебник для строительных вузов и факультетов. – 2-е издание. – М.: Высшая школа, 1982. – 480 с.
3. О’Брайен Д. Применение метода критического пути в строительстве. / Д. О’Брайен. – М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 168 с.
4. Рыбальский В.И. Автоматизированные системы управления производством. / В.И. Рыбальский. – Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1974. – 480 с.
5. Комаров И.К. Совершенствование строительного производства. / И.К. Комаров. – М.: Стройиздат, 1979. – 208 с.
6. Казанский Ю.Н. Опыт организации и управления строительными фирмами в США. / Ю.Н. Казанский. – М.: Стройиздат, 1985. – 269 с.
7. Ушацкий С.А. Выбор оптимальных решений в управлении строительным производством. / С.А. Ушацкий. – Киев: Издательство «Будівельник», 1974. – 168 с.

8. Бурков В.Н. Как управлять проектами. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 1997. – 188 с.
9. Кочиева Т.Б. Базовые системы стимулирования. / Т.Б. Кочиева, Новиков Д.А. – М.: Апостроф, 2000. – 108 с.
10. Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели). / Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 1998. – 216 с.
11. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах. / Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: Апостроф, 2000. – 184 с.
12. Цветков А.В. Стимулирование в управлении проектами. / А.В. Цветков М.: Апостроф, 2001. – 144 с.
13. Бурков В.Н. Теория графов в управлении организационными системами. / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков – М.: Синтег, 2001. – 124 с.
14. Побожий В.А. Расчет и оптимизация сетевых графиков строительства. Учебное пособие для вузов / В.А. Побожий, С.И. Павленко, М.В. Побожия, В.В. Ткаченко. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2001. – 240 с.
15. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в организационных системах. / Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. – 147 с.
16. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. / Д.А. Новиков. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 584 с.
17. Веников В.А. Теория подобия и моделирования: Учеб. пособие для вузов / В.А. Советов. – М.: Высшая школа, 1976. – 479 с.
18. Натурно-математическое моделирование в системах управления: Учеб. пособие / В.П. Авдеев, С.Р. Зельцер, В.Я. Карташов, С.Ф. Киселев. – Кемерово: КемГУ, 1987. – 84 с.
19. Авдеев В.П. Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой / В.П. Авдеев, Б.А. Кустов, Л.П. Мышляев. – Новокузнецк: Кузбасский филиал Инж. Академии, 1992. – 188 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОРОТКИХ ХАОТИЧЕСКИХ РЯДОВ

Кожихова Н.А., Ширяев В.И.

*Южно-Уральский государственный университет
г. Челябинск*

Проблема моделирования и прогнозирования процессов, обладающих признаками детерминированного хаоса, весьма актуальна для многочисленных приложений (см., напр., [1, 3]). Особый интерес представляют подходы, позволяющие извлекать информацию из коротких временных рядов, так как существующие методы прогнозирования хаотических рядов, основанные на методе погружения (сингулярный спектральный анализ, нейронные сети, авторегрессионные модели), требовательны к длине ряда [3, 4]. Научная новизна работы состоит в моделировании хаотического процесса с помощью системы ортогональных функций с нейросетевой идентификацией параметров, а также построение алгоритма распознавания детерминированных и случайных процессов с помощью нейронных сетей. Работа является развитием исследований [6, 7, 8].

Рассматривается короткий временной ряд $y_k, k = \overline{1, N}, N \leq 30$, обладающий признаками детерминированного хаоса:

$$y_k = x_k + \varepsilon_k, k = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где x_k - детерминированная (хаотическая) составляющая, $\varepsilon_k \sim N(0, \sigma^2)$ – нормально распределенные остатки с нулевым средним и неизвестной дисперсией. Критерии отнесения

рядов к хаотическим [2, 7]: антиперсистентность (показатель Херста $0 < H < 0,5$ или индекс фрактальности $0,5 < \mu < 1$), быстро спадающая автокорреляционная функция, спектр мощности, сосредоточенный в низкой полосе частот. Решение задачи прогнозирования на L шагов предполагает нахождение оценок:

$$y_{N+1} = x_{N+1}, \dots, y_{N+L} = x_{N+L}. \quad (2)$$

Процесс $y_k, k = \overline{1, N}$ предлагается разложить по системе ортогональных функций. Для x_k будем искать представление в виде линейной комбинации хаотических функций:

$$x_k = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ik}, k = \overline{1, N}, \quad (3)$$

где $x_{ik}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, N}$, образуют систему базисных функций; $\alpha_i, i = \overline{0, m}$, - весовые коэффициенты (константы).

Задача сводится к выбору системы ортогональных функций $x_{ik}, i = \overline{1, m}$:

$$\sum_{k=1}^N x_{ik} x_{jk} \rightarrow 0, \quad \forall i \neq j, \quad (4)$$

и коэффициентов $\alpha_i, i = \overline{0, m}$, по реализации $y_k, k = \overline{1, N}$. В качестве базисных могут выступать функции, порождающие известные нелинейные отображения. В частности, это [6,7] логистическое отображение

$$x_{k+1} = \lambda x_k (1 - x_k), \quad x_1 \in (0;1), \quad \lambda \in (3.6;4), \quad k = \overline{1, N}, \quad (5)$$

Набор таких функций с определенными параметрами может образовать базис [4]. Для нахождения параметров модели (3) предлагается следующий алгоритм. Параметры базисных функций $x_{ik}, i = \overline{1, m}$, определяются исходя из решения задачи:

$$\begin{aligned} r(y_k, x_{ik}) &\rightarrow \max, \quad i = \overline{1, m}, \\ r(x_{ik}, x_{jk}) &\rightarrow 0, \quad \forall i \neq j, \end{aligned} \quad (6)$$

где r – коэффициент корреляции. Количество слагаемых m в модели (3) определяется из условия $\varepsilon_k \sim N(0, \sigma^2)$. Учитывая особенности задачи, а именно малую длину выборки, становится затруднительно использовать статистические показатели, к тому же многие хаотические процессы имеют характеристики, схожие с белым шумом [2]. Хорошую способность к классификации случайных и хаотических рядов показывают специально обученные нейронные сети [6].

После нахождения базиса уточняются константы $\alpha_i, i = \overline{0, m}$:

$$[\alpha_0, \dots, \alpha_m] = \arg \min \sum_{k=1}^N (y_k - \alpha_0 - \sum_{j=1}^m \alpha_j x_{jk})^2. \quad (7)$$

Исследования на модельных данных показали, что подход работоспособен при большем уровне шума (предельное отношение сигнал/шум -1 дБ), а прогноз является более точным по сравнению с полученным с помощью нейронных сетей [5] или моделей класса

ARFIMA [6].

Рассмотренный подход применен к решению задачи прогнозирования модельного процесса $y_k, k = \overline{1, 25}$ порожденного суммой хаотического треугольного отображения:

$$x_{k+1} = \begin{cases} 2r x_k, & 0 \leq x_n \leq 1/2 \\ 2r(1 - x_k), & 1/2 < x_k \leq 1; \end{cases} \quad 1/2 \leq r \leq 1, \quad k = \overline{1, N}, \quad (8)$$

с параметрами $x_1 = 0,65, r = 0,7$ и аддитивным белым гауссовым шумом $\varepsilon_k \sim N(0, 0.002)$, отношение сигнал/шум составило 4 дБ.

Для процесса построена модель, количество хаотических слагаемых $m = 3$.

Ошибка аппроксимации составила 5,8 %, ошибка прогнозирования на 5 шагов вперед составила 4,6 %, на 10 шагов – 11,1 %. Для сравнения, процедура, приведенная в [1], позволяет найти параметры логистических отображений при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ.

Полученные результаты находят применение для прогнозирования реальных хаотических процессов, а также в решениях задач фильтрации временных рядов.

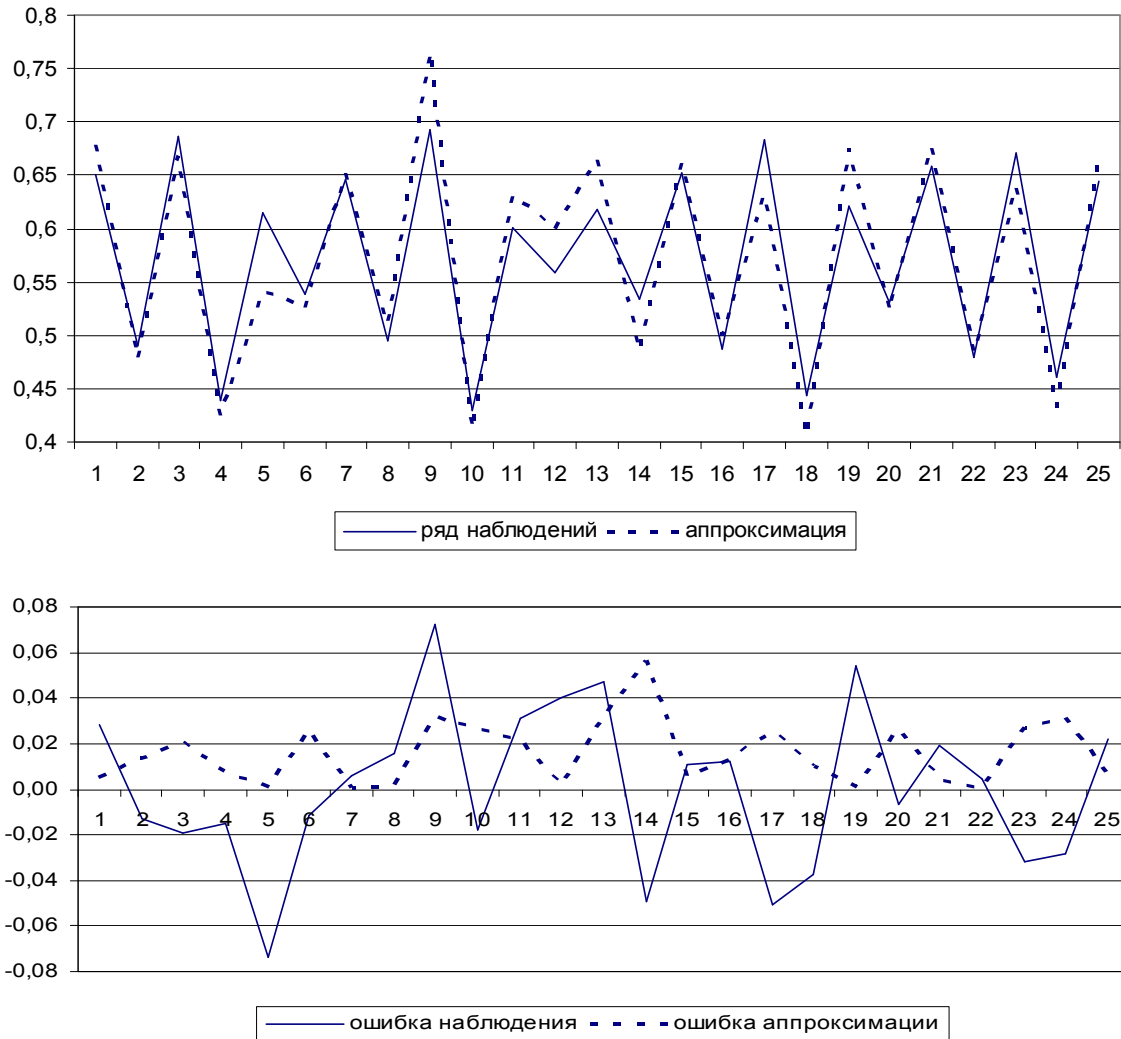


Рисунок 1 – Аппроксимация ряда и ошибка

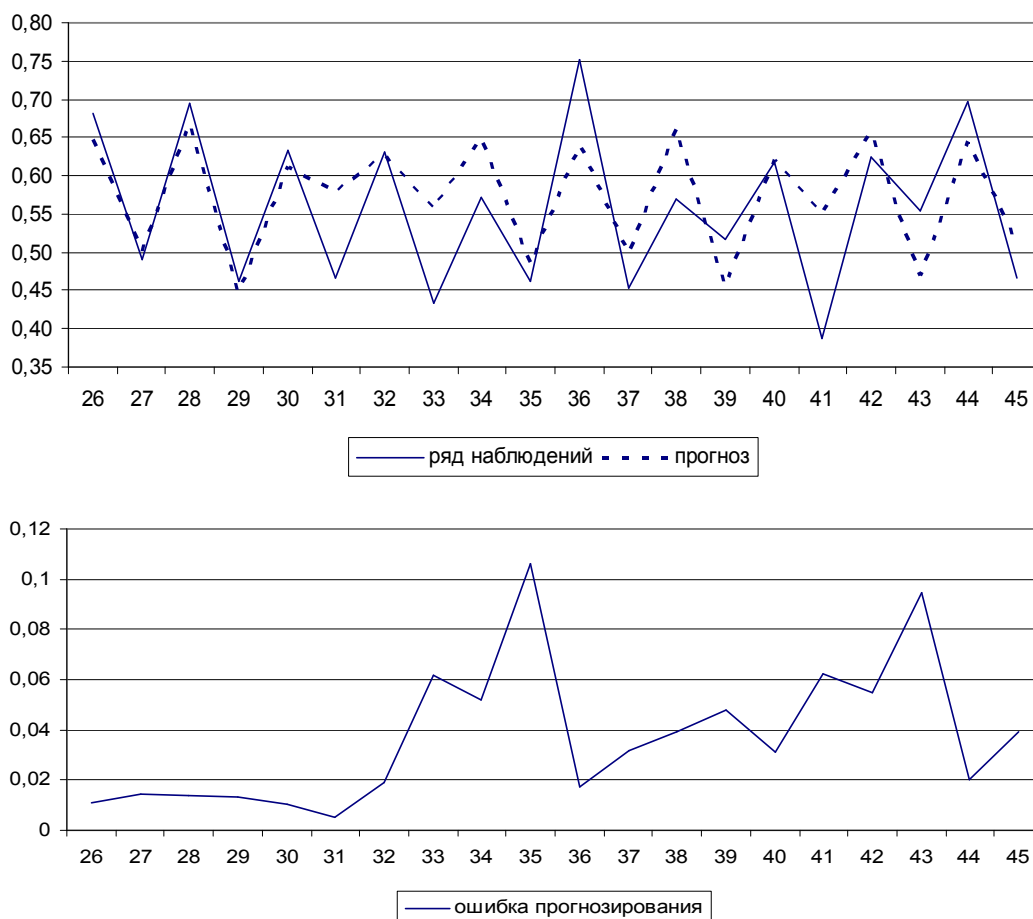


Рисунок 2 – Прогноз ряда и ошибка

Библиографический список

1. Андреев Ю.В., Дмитриев А.С., Ефремова Е.В. Разделение хаотических сигналов при наличии шума // Радиотехника и электроника, 2001. – Т. 46. – № 12. – С. 1346 – 1355.
2. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. и др. Статистические свойства динамического хаоса // Успехи физических наук. – 2005. – Т. 175. – № 2. – С. 163 – 179.
3. Иванов В.В., Крянев А.В., Лукин Г.В. Прогнозирование детерминированных и хаотических временных процессов с помощью нестационарного сингулярно-спектрального анализа // Науч. сессия НИЯУ МИФИ-2006. Сб. науч. тр. М.: НИЯУ МИФИ, 2006. – С. 38 – 39.
4. Истомин И.А., Котляров О.Л., Лоскутов А.Ю. К проблеме обработки временных рядов: расширение возможностей метода локальной аппроксимации посредством сингулярного спектрального анализа // Теоретическая и математическая физика. – 2005. – Т. 142. – № 1. – С. 148 – 159.
5. Кожихова Н.А., Ширяев В.И. Нейронные сети и заадчи прогнозирования хаотических рядов // Науч. сессия НИЯУ МИФИ-2011 XIII Всерос. науч.-тех. конф. «Нейроинформатика-2011». Сб. науч. тр. В 2-х частях. Ч.2. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – С. 122 – 130.
6. Кожихова Н.А., Ширяев В.И. Прогнозирование временного ряда с учетом хаотической компоненты // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 22 (198). Вып. 12. – С. 44 – 51.
7. Ширяев В.И. Финансовые рынки: нейронные сети, хаос и нелинейная динамика. – М.: Либроком, 2009. – 230 с.

МНОГОУРОВНЕВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Васильев А.М.

*Московский государственный университет приборостроения и информатики
г. Москва*

Эффективность решения задачи обработки данных в распределенных информационно-измерительных системах (РИИС) можно обеспечить за счет многоуровневого представления сложного технического объекта (СТО). Каждый уровень реализует решение отдельной задачи. В зависимости от назначения СТО можно выделить пять уровней представления: математический, функциональный, алгоритмический, вычислительный и описательный [1, 2].

Математический уровень представления СТО описывает только элементарную модель в виде дифференциально-алгебраической или алгебраической системы уравнений, кроме того, могут присутствовать логические уравнения и внешние специальные функции пользователя. Математического уровня для описания СТО не достаточно, он определяет только поведение во времени элементарных компонент СТО.

Функциональный уровень – представляет собой описание СТО в виде схемы соединения элементов, выделяемых по функциональному назначению в общей схеме исследуемого СТО. На данном уровне конструируется модель физического СТО, которая определяет взаимодействие элементарных компонент между собой.

Алгоритмический уровень представления СТО – реализует представление СТО в виде блок-схемы алгоритма, описывающего сложное поведение СТО. Данный алгоритм определяет порядок структурного изменения функциональных схем или порядок изменения параметров СТО для проведения серии вычислительных экспериментов. Алгоритмический уровень необходим для описания поведения сложных СТО с динамической структурой.

Вычислительный уровень представления СТО определяет необходимые данные для организации вычислений исходной совокупности математических моделей СТО соответственно описанию, представленному на функциональном и алгоритмическом уровнях. Данный уровень определяет метод численного решения математических моделей СТО, условия расчета схемы (определяемые на алгоритмическом уровне), а так же на данном уровне определяется способ разбиения СТО на отдельные части для распределенного решения и набор операторов, реализуемые на базовой вычислительной системе.

Описательный уровень представления СТО служит для облегчения восприятия модели пользователем и представляет собой визуальный компонент на поле интерфейса. Визуальному компоненту соответствует набор данных, характеризующие его параметры и математическую модель СТО.

Иерархию уровней можно представить на следующей схеме, показанной на рисунке 1. Данная схема отражает вложенность уровней. Функциональный уровень оперирует моделями СТО, представленными на математическом уровне. В свою очередь модели СТО алгоритмического уровня оперируют функциональными моделями. На вычислительном уровне используются все три типа представления моделей, лежащие ниже по иерархии: математического, функционального или алгоритмического уровня. Описательный уровень аналогичным образом затрагивает все остальные уровни.

Рассмотрим представленные уровни более подробно.

1) Математический базис представления СТО.

Математический уровень, являясь основополагающим уровнем в иерархии пред-

ставлении, определяет класс СТО и способ обработки моделей СТО на вычислительном уровне. Согласно особенностям РИИС достаточно представлять математический базис в виде дифференциально-алгебраических систем уравнений вида [3]:

$$\frac{dx}{dt} = f(x), x \in R^n, x(0) = x^0, \quad (1)$$

где правая часть $f(x)$ обеспечивает существование и единственность решения $x = x(t; x^0)$ в некоторой окрестности $t = 0$. Это может быть непрерывная вектор-функция, удовлетворяющая условиям Липшица

$$\|f(x_1) - f(x_2)\| \leq K \|x_1 - x_2\|,$$

где K – некоторая константа в заданной области D .

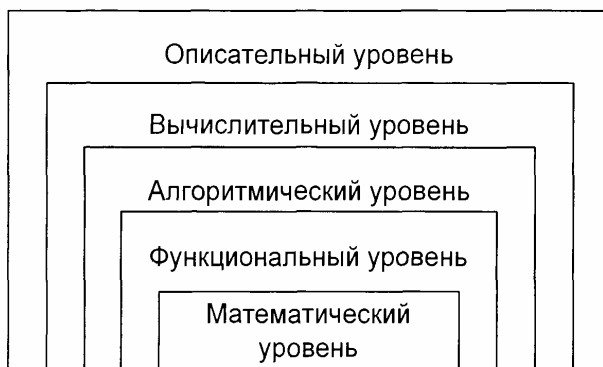


Рисунок 1 – Схема иерархии уровней представления моделей СТО

В этом случае выражение (1) описывает СТО как динамическую систему. Основными свойствами динамической системы является то, что функция $x = x(t; x^0)$ непрерывна по совокупности переменных;

$$\begin{aligned} x(0; x^0) &= x^0 \\ x(t_2; x(t_1; x^0)) &= x(t_1 + t_2; x^0) \end{aligned}$$

Форма представления динамических систем (1) не охватывает СТО из области искусственного интеллекта, ситуационного управления, нечеткой логики, однако обладает всеми возможностями для описания поведения широкого класса СТО высокой поведенческой сложности.

Рассматривая математическую модель СТО в общем виде, необходимо добавление к (1) линейно-зависимых переменных состояния. В этом случае получаем математическую модель классического вида «вход-выход-состояние» [3] с разделенными входными/выходными переменными:

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= F(s, x, y, t); \\ 0 &= G(s, x, y, t); \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $s(t)$ – переменные состояния системы;

$x(t)$ – входные воздействия;

$y(t)$ – выходные воздействия (наблюдаемые переменные) и функции коэффициентов

F()и G() согласованы в начальной точке.

Разностный вид системы (2):

$$\left. \begin{aligned} z_{n+1} &= F(z_n, x_n, y_n, t_n); \\ 0 &= G(z_n, x_n, y_n, t_n). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Матричная запись математического базиса для систем обыкновенных дифференциальных уравнений представляется как:

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= \mathbf{A}s + \mathbf{B}x; \\ 0 &= \mathbf{C}s + \mathbf{D}x, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $A(n \times n)$, $B(n \times m)$, $C(m \times n)$, $D(m \times m)$ – матрицы функциональных коэффициентов, n – размерность вектора состояний, m – размерность вектора входных/выходных воздействий.

Алгебраическая часть системы (2.2) разбита на три подсистемы:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= G_1(s, x, y, t); \\ 0 &= G_2(s, x, y, t); \\ 0 &= G_3(s, x, y, t), \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где G_1 - функция предвычислений, G_2 - функция дифференциальной части, а G_3 - функция поствычислений.

Таким образом, базисное математическое описание компонента СТО состоит из следующих элементов:

- переменные, вектора или матрицы переменных;
- арифметические операторы (сложение, вычитание, умножение, деление);
- стандартные математические функции;
- блоки предвычислений и поствычислений арифметических выражений;
- функции пользователя (представляют собой внешние подпрограммы);
- специальные функции-операторы, реализуют логические операции, для реализации;
- изменения поведения во времени отдельных элементов;
- набор постоянных параметров модели;
- набор начальных условий интегрирования.

2) Функциональный базис представления СТО.

Функциональный уровень обеспечивает возможность визуального программирования среды моделирования путем конструирования наглядной функциональной схемы СТО из набора библиотечных компонент, которая представляет собой структурную схему, отражающую состав моделируемого СТО и способы взаимодействия его элементов.

Назначение функционального уровня – снизить сложность синтеза и восприятия полной математической модели СТО, путем декомпозиции её на подсистемы. Подсистемы выделяются по функциональному назначению, и каждой подсистеме назначается отдельный компонент структурной схемы СТО.

Основными элементами функционального базиса являются:

- базовые (структурные) элементы;
- функциональные компоненты;
- схема линий связи.

Под базовым элементом будем понимать элементарный компонент структурной схемы, содержащий непосредственное математическое описание, представленное в базисе математического уровня представления СТО. Функциональным компонентом структурной

схемы будем называть интегрированный элемент описания фрагмента структурной схемы, состоящий как из элементов, так и из других функциональных компонент. Таким образом, функциональный уровень подразумевает иерархическое описание структурных схем СТО (допускается наличие вложенных функциональных блоков). Функциональный компонент содержит перечень, составляющих его компонент или элементов, а так же схему их соединения.

Рассмотрим принцип построения вложенных структурных схем. Фрагмент СТО состоящего из структурных схема первого и второго уровней, представлен на рисунке 2.

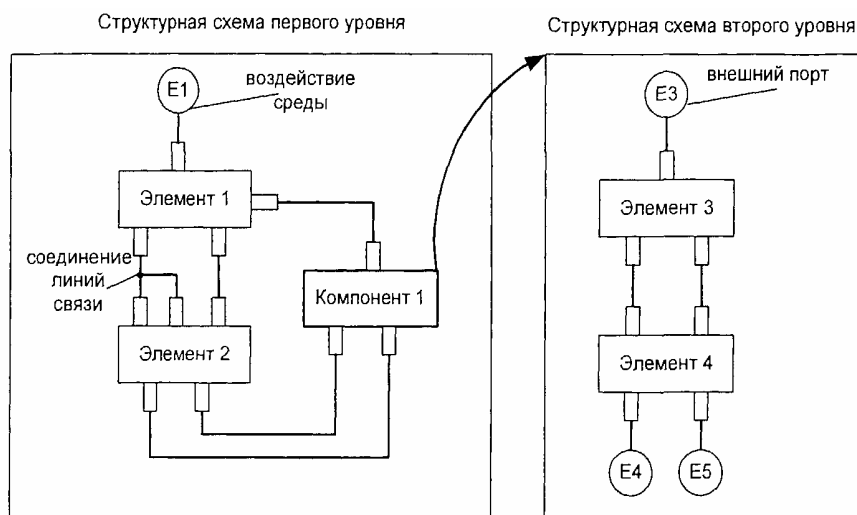


Рисунок 2 – Структурная модель функционального уровня

Схема, в которую вкладываются все остальные схемы, называется структурной схемой первого уровня. Например, на рисунке 3 такая схема содержит компонент 1, который в свою очередь содержит структурную схему второго уровня. Внешние порты имеют двойное назначение. Для схем первого уровня такие порты определяют внешнее воздействие среды на моделируемый объект. Для схем более низкого уровня - внешние порты определяют порты компонента. Таким образом, реализуется функционирование модели с учетом внешних воздействий.

3) Алгоритмический базис представления СТО.

При моделировании СТО необходимо реализовать возможность структурного изменения модели СТО, что подразумевает как изменение структуры связи элементов всей РИИС, так изменение компонентного состава РИИС. Поскольку структурная схема функционального уровня носит статический характер, то данную проблему решает дополнительный алгоритмический уровень представления СТО. На данном уровне структурная схема и математические модели элементов доопределяются алгоритмом проведения процесса моделирования. Сущность алгоритмического уровня представления структурных моделей является определение пользователем состава и порядка проведения этапов вычислительного эксперимента. Наиболее естественным представлением базиса алгоритмического уровня является блок-схема алгоритма, состоящая из линейных ветвей и условных переходов. Элементами базиса являются следующие блоки:

- блок начала процесса моделирования и конца процесса моделирования;
- блок инициализации, используется для установки начальных значений условий переходов;
- набор логических переменных, которые определяют условие перехода между ветвями алгоритма и специальной переменной модельного времени (time) и шага приращения (dtime);

- блок условного перехода;
- блок расчета, определяет файл описания рассчитываемой структурной схемы, а так же секции предрасчета и пострасчета условий перехода;
- блок вывода результатов.

4) Вычислительный базис представления СТО.

Описанные выше уровни представления СТО обеспечивают построение общей математической модели исследуемого СТО. Однако важнейшим качеством процесса исследования является эффективность (быстрота и точность) решения математической модели СТО. Кроме того, отметим, что структурная схема уже представляет собой распределение данных и процедур их обработки. Поэтому специфика исследования СТО предполагает использование неоднородных многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем в качестве вычислительной базы моделирующих комплексов.

Область используемых вычислительных систем столь широка, что не позволяет ориентировать систему моделирования на все возможные архитектуры. В этой связи предлагается ввести к уже рассмотренным уровням, еще один дополнительный уровень представления СТО, который содержит всю информацию об архитектуре базового вычислителя. Кроме того, данный уровень определяет способ распределения СТО по вычислительным узлам и генерации необходимого программного кода для вычислений математических моделей. Данный уровень представления определяет непосредственную связь структурной схемы исследуемого СТО с вычислителем, решающим математическую модель данного СТО. Основное назначение данного уровня повысить эффективность решения модели.

Вычислительный базис представления СТО содержит следующие элементы:

- схема базового вычислителя, отражающая его состав и архитектуру;
- способ распределения элементов каждой структурной схемы функционального уровня по вычислительным узлам;
- набор программ для каждого вычислительного узла, реализующих расчет моделей.

Схема базового вычислителя в свою очередь состоит из:

- набора вычислительных узлов, характеризующихся значением производительности и объемом памяти;
- схемой коммутации данных узлов, с указанием пропускной способности каналов.

Данные характеристики описываются в виде графа с помеченными вершинами и ребрами.

Очевидно, что связь между уравнениями в пределах математической модели одного элемента более сильная, чем между уравнениями разных математических моделей.

Следовательно, наиболее целесообразно реализовывать крупноблочное распределение общей математической модели СТО по вычислительным узлам, т.е. поэлементно или даже покомпонентно. Значит, для каждого вычислительного узла создается перечень распределенных в него элементов или компонент структурных схем функционального уровня.

В соответствии с полученным распределением, схемой вычислителя и выбранным способом численного интегрирования реализуется генерация программного кода для каждого вычислительного узла в отдельности.

Описательный базис представления СТО.

Данный уровень представления СТО обеспечивает взаимодействие пользователя с моделирующим комплексом. Предыдущие рассмотренные уровни носят логический характер, визуальное отображение всех необходимых данных реализуется именно на описательном уровне. Следовательно, описательный уровень реализует важное свойство СТО – визуальность. Сущность базиса описательного уровня реализация визуального отображения всех остальных логических уровней. Элементами базиса являются визуальные компоненты, состоящие из совокупности пиктограмм, меток, текстовых полей, а так же соединени-

тельные линии, обеспечивающие построение структурных схем. В зависимости от уровня представления компоненты играют роль:

– математический уровень - пиктограмма и линии отсутствуют, основную роль играют текстовые поля, содержащие элементы математического описания и помечающие их метки;

– функциональный уровень - пиктограммы идентифицируют функциональные блоки, соединительные линии - линии связи, метки - наименования элементов;

– алгоритмический уровень – пиктограммы соответствуют определенным блокам алгоритмов, соединительные линии – переходы между блоками, метки реализуют нумерацию блоков, текстовые поля – содержимое соответствующих блоков;

– вычислительный уровень – пиктограммы идентифицируют отдельный вычислительный узел, соединительные линии соответствуют линиям коммутации, метки отображают информацию о производительности, объеме памяти вычислительных узлов и пропускной способности линий коммутации, текстовые поля – отображают списки распределенных элементов по вычислительным узлам.

Таким образом, описательный уровень СТО реализует визуализацию характеристик СТО в зависимости от выбранного уровня представления. Дополнительно с описательным уровнем ассоциируются результаты моделирования данного СТО (представляются в виде табличных данных относительно отчетов модельного времени), а так же её объемная функциональная модель СТО.

Библиографический список

1. Васильев А.М. Современные распределенные информационно-измерительные системы. Методология построения. Книга 2. – М.: МГУПИ, 2009. – 258 с. ил.
2. Крон Г. Исследование сложных систем по частям – диакоптика. Пер с англ. М.: Наука, 1972. – 544 с.
3. Гузик В.Ф., Ляпунцова Е.В., Резников В.Б. Применение многоуровневых структурных моделей для решения задачи исследования сложных технических систем // Известия ТРТУ. Тематический выпуск: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. – № 5 (60). – С. 60-65.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТОВ БАЗ ДАННЫХ В СРЕДЕ MICROSOFT SQL SERVER

Лавров В.В., Бурыкин А.А., Спирин Н.А., Костромин А.В.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

Создание и успешное внедрение в практику работы металлургических предприятий современных автоматизированных информационных систем во многом зависит от используемых технологий разработки и выбора инструментальных средств их программной реализации.

В доменном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» разработана и проходит опытно-промышленные испытания автоматизированная информационная система анализа и прогнозирования производственных ситуаций (АИС АППС), которая помогает инженерно-технологическому персоналу решать комплекс технологических задач, направленных, в конечном итоге, на повышение эффективности доменной плавки [1].

Разработка системы проводилась поэтапно в течение длительного времени, при

этом были рассмотрены и частично реализованы несколько архитектур ее построения. Упрощенная архитектура первоначальной версии АИС АППС представлена на рисунке 1, где отражены ее основные подсистемы.

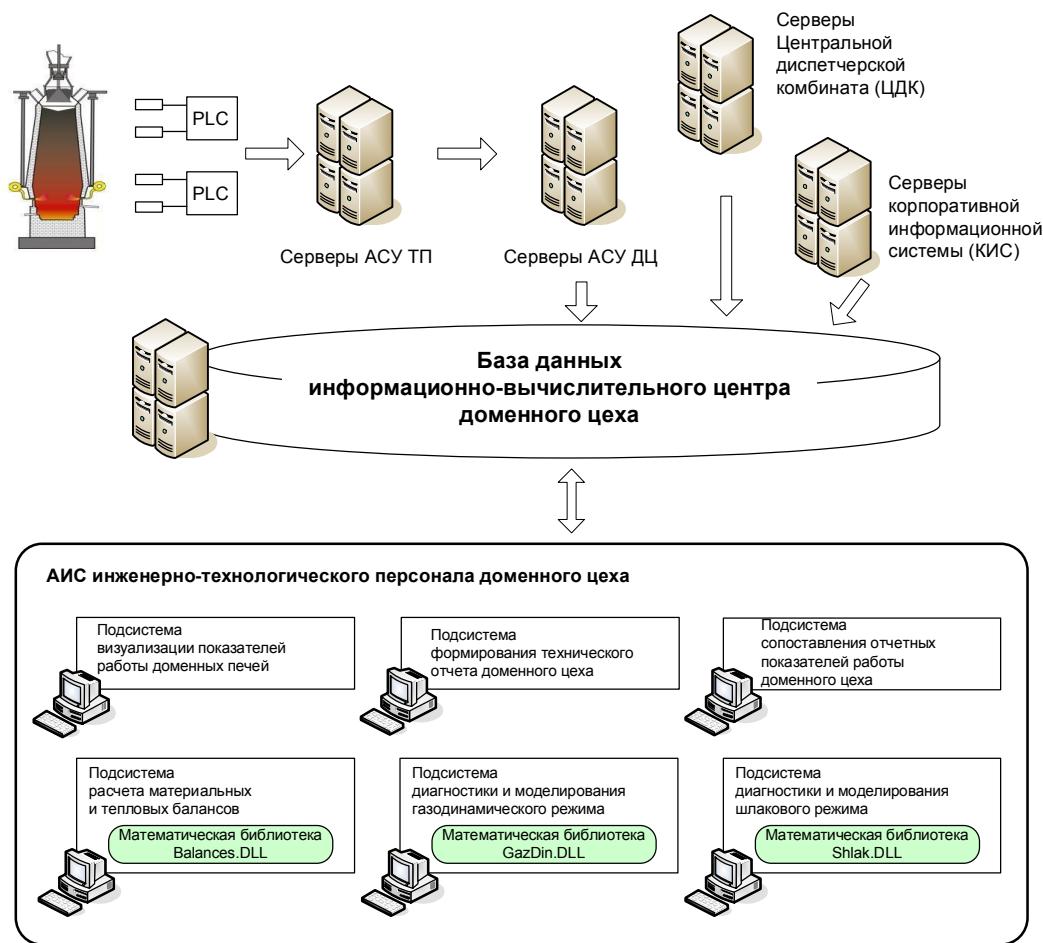


Рисунок 1 – Архитектура АИС инженерно-технологического персонала доменного цеха с использованием внешних математических библиотек

1. *Подсистема визуализации показателей работы доменных печей.* Основной функцией подсистемы является предоставление пользователю возможностей отображения в удобном виде показателей работы доменных печей за определенный период (смена, сутки), формирования отчетов и экспорта численных данных в стандартном формате для дальнейшего анализа программными средствами. Визуализация данных производится в двух режимах: динамика изменения данных по всем доступным показателям для отдельной доменной печи; динамика изменения величины по одному выбранному показателю для всех доменных печей.

2. *Подсистема формирования технического отчета о работе доменных печей и цеха.* Подсистема служит для предоставления пользователю возможности автоматизированного ввода, хранения, обработки, манипулирования и представления в удобном виде всех отчетных данных о: состоянии печей доменного цеха; количестве и качестве полученного чугуна; выполнении графиков выпусков; расходе, остатках, химическом составе сырья; качестве кокса и др. В подсистеме предусмотрены автоматизированный сбор и подготовка необходимых отчетных данных о работе доменного цеха за нормативный период (месяц), а также произвольно указанный пользователем период работы (оперативный период). В качестве источников данных могут выступать не только отчетные данные в виде

твердых копий документов, но и результаты работы АРМов доменных печей, централизованные информационные ресурсы комбината (корпоративная информационная система, центральная диспетчерская комбината и др.).

3. *Подсистема сопоставительного анализа работы доменных печей и цеха.* Обеспечивает возможность сравнения работы цеха или печи по комплексу выбранных параметров на основе автоматического извлечения отчетных показателей из базы данных Информационно-вычислительного центра доменного производства и сравнения результатов работы печей и цеха по фактическим данным за два произвольно выбранных периода работы цеха. Содержанием данных являются разделы технического отчета доменного цеха.

Остальные подсистемы (расчета материальных и тепловых балансов доменных печей, диагностики и моделирования газодинамического и шлакового режимов доменной плавки) построены на основе алгоритмов расчета с использованием математических моделей доменного процесса для выбранного пользователем периода работы отдельных печей или цеха в целом. Реализация математических алгоритмов расчета выполнена в виде программных библиотек динамической компоновки (DLL-библиотек) для каждой из подсистем.

Динамическая компоновка представляет способ вызова функции, который не является частью исполняемого кода приложения. Исполняемый код функции расположен в библиотеке DLL, которая содержит несколько скомпилированных, связанных и отдельно сохраненных функций в используемых процессах. Динамическая компоновка позволяет исполняемым модулям, например, ехе-файлу, включать только необходимую информацию в среду выполнения и размещать исполняемый код в функции DLL.

Механизм DLL-библиотек появился вместе с операционной системой Windows и является ее неотъемлемой частью. Суть этого механизма в том, что в процессе компоновки исполняемого модуля приложения с использованием внешних процедур (например, математических алгоритмов расчета) в него помещаются не сами процедуры, а только их названия (номера) вместе с названиями DLL-библиотек, в которых они содержатся. Динамическая компоновка имеет следующие основные преимущества:

- экономия оперативной памяти и дискового пространства. Одну библиотеку DLL могут использовать одновременно несколько программных процессов, при этом в оперативной памяти хранится только один ее экземпляр для всех процессов. Кроме этого, многие приложения совместно используют одну копию библиотеки DLL на диске;

- простора внесения обновлений в библиотеку DLL. При изменении функций в библиотеке DLL не требуется перекомпиляция или перекомпоновка приложений, использующих эти библиотеки, если аргументы функций и возвращаемые значения остались прежними.

Однако за десятилетия использования DLL-библиотек программисты столкнулись с существенными проблемами, которые получили обобщенное название «DLL hell» [2]. Суть проблемы сводится к следующему – поддержка обратной совместимости DLL-библиотек и взаимозаменяемость в обе стороны никак не регламентирована, несовместимые DLL легко замещают друг друга или отключают друг друга. Отсутствие стандарта на процедуру установки приводит к тому, что установка новых программ приводит к замещению работающих DLL на несовместимые версии. Поскольку каждый программист решает эти задачи по-своему, в конечном итоге это приводит к полнейшей неразберихе и вызывает существенные сложности в поддержке программных продуктов. Эта проблема явилась одним из основных факторов создания платформы .NET Framework.

Появление и широкое распространение современной платформы создания, развертывания и исполнения распределенных приложений Microsoft .NET Framework позволяет использовать в практике разработки информационных систем преимущества общезыковой исполняющей среды (Common Language Runtime, CLR). Программный код, исполняемый под управлением CLR, называют управляемым кодом. Microsoft .NET Framework

включает в себя средства организации взаимодействия с операционной системой и прикладными программами, методы доступа к базам данных, средства поддержки распределенных (сетевых) приложений, языки программирования, унифицированные интерфейсы пользователя.

Начиная с версии SQL Server 2005, сервер базы данных обеспечивает интеграцию с компонентами CLR платформы .NET Framework для Microsoft Windows [3]. Это означает, что для создания объектов базы данных и извлечения и обновления данных в базах данных Microsoft SQL Server помимо традиционного языка программирования Transact-SQL можно использовать языки .NET Framework. В частности, на Microsoft Visual C# можно создать хранимые процедуры, триггеры, статистические выражения, пользовательские функции и пользовательские типы

С учетом вышесказанного разработана усовершенствованная архитектура АИС АППС, которая в настоящее время реализована и внедрена в доменном цехе ОАО «ММК» (рисунок 2).

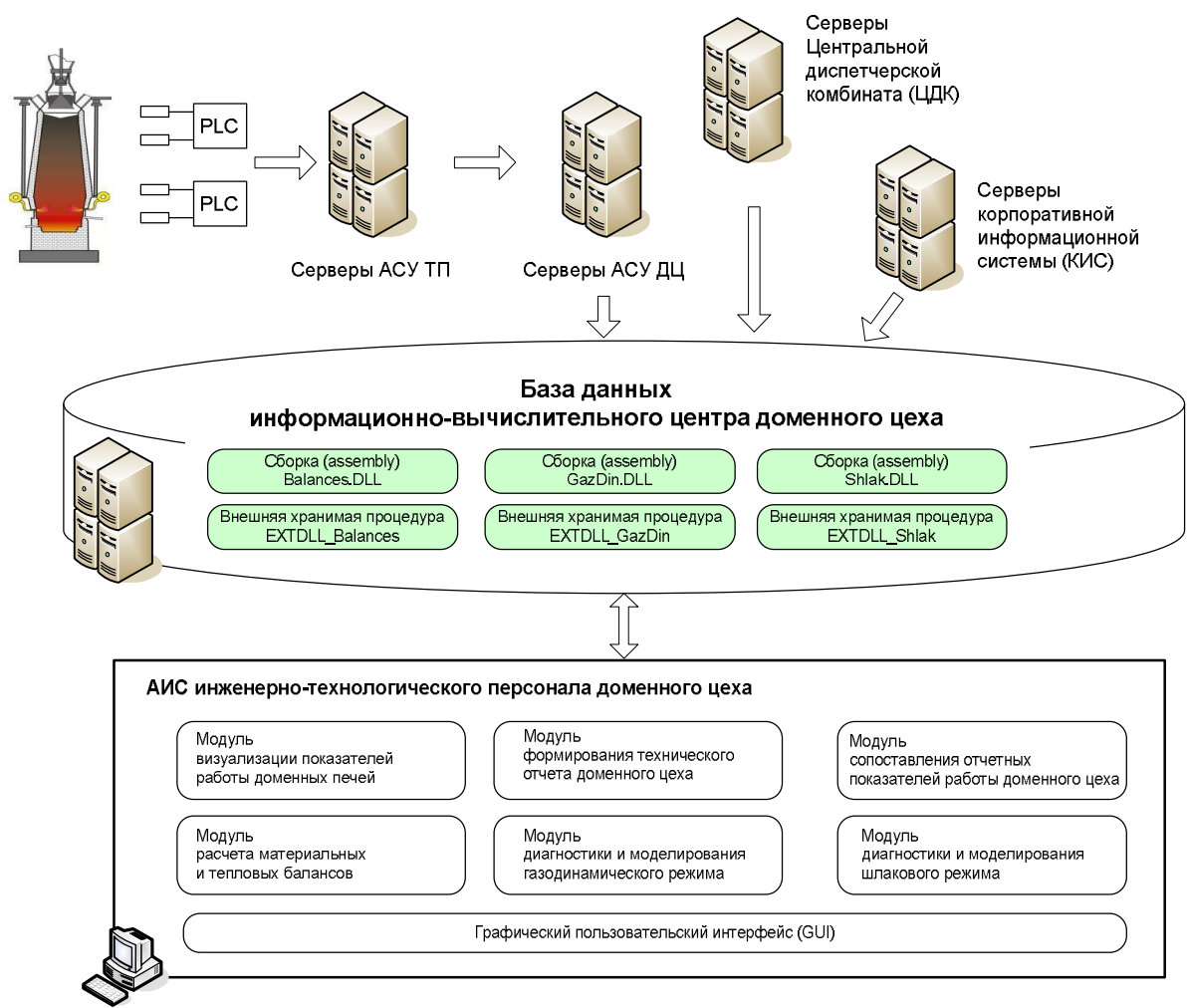


Рисунок 2 – Архитектура АИС инженерно-технологического персонала доменного цеха с использованием объектов управляемого кода базы данных

Как видно из рисунка 2, все математические библиотеки информационно-моделирующих подсистем реализованы в виде программных сборок (assembly), которые зарегистрированы на сервере базы данных Microsoft SQL Server и осуществляют доступ к внешним хранимым процедурам CLR.

В качестве примера приведем фрагмент листинга Transact-SQL создания внешней хранимой процедуры EXTDLL_Balances для подключения модуля расчета теплового баланса из управляемого кода (сборки) Balances.DLL.

```
CREATE PROCEDURE [dbo].[EXTDLL_Balances]
    (@dtFirstDay [nvarchar](1024), @NPech [int] )
AS EXTERNAL NAME Balances.StoredProcedures.BalanceТепло
```

В качестве параметров процедуры указаны два: @dtFirstDay (первый день отчетного месяца) и @NPech (номер печи). Параметры, передаваемые в хранимую процедуру CLR, могут быть любого собственного типа Microsoft SQL Server, имеющего эквивалент в управляемом коде. Параметры, возвращающие табличные значения, передаются в процедуру или функцию CLR, предоставляя эффективный способ передачи на сервер нескольких строк данных. Возвращающие табличное значение параметры выполняют функции, аналогичные массивам параметров, но обладают большей гибкостью и лучше интегрируются с Transact-SQL. Они также обеспечивают возможность повышения производительности. Кроме того, возвращающие табличное значение параметры способствуют сокращению циклов приема-передачи данных с сервера и на сервер.

На рисунке 3 представлена диаграмма взаимодействия объектов в ходе работы программного модуля диагностики и моделирования газодинамики доменных печей. Пользователь работает с системой через клиентское приложение с двумя основными формами: «Диагностика газодинамики в базовом периоде» и «Оценка газодинамики в проектном периоде». Взаимодействие клиентского приложения с сервером базы данных осуществляется только с хранимой процедурой GazDin, все остальные операции по извлечению данных, расчету газодинамических показателей и др. скрыты от приложения и производятся сервером базы данных в фоновом режиме. Хранимая процедура GazDin имеет два входных параметра: @dtFirstDay и @IsBase (логическая переменная, отражающая необходимость расчета газодинамики в базовом или проектном периодах). Расчет газодинамических показателей по математической модели производится путем обращения в сборке GazDin.DLL, написанной на Microsoft Visual C# и расположенной на сервере базы данных Report в ядре Microsoft SQL Server.

Среди основных преимуществ построения АИС АППС на основе реализации объектов управляемого кода базы данных на языке .NET Framework вместо Transact-SQL отметим следующие:

– *Расширенная модель программирования.* Языки .NET Framework предлагают конструкции и возможности, ранее недоступные для разработчиков Microsoft SQL Server в Transact-SQL, например выполнение математических вычислений с использованием сложных формул, новые пользовательские типы и статистические выражения, создание массивов, обработка сложных исключений и повторное использование кода, расширяющие возможности Microsoft SQL Server по созданию запросов;

– *Улучшенная стабильность и повышенная надежность.* Объекты базы данных, создаваемые с помощью Microsoft Visual C#, являются более безопасными, стабильными и надежными, чем расширенные хранимые процедуры, которые могут вызывать утечки памяти или другие проблемы, снижающие производительность и надежность сервера базы данных. При запуске хранимых процедур, созданных в Microsoft Visual C#, управление памятью и работа с потоками хранимой процедурой не выполняются и, таким образом, обрабатываются более надежно;

– *Улучшенная безопасность.* Управляемый код выполняется в общезыковой среде выполнения CLR, размещенной в ядре базы данных. Это делает объекты базы данных платформы .NET Framework более безопасными по сравнению с расширенными хранимыми процедурами в более ранних версиях Microsoft SQL Server. При использовании объектов базы данных, созданных в Microsoft Visual C#, управление доступом для кода в этих языках сочетается с пользовательскими разрешениями в Microsoft SQL Server;

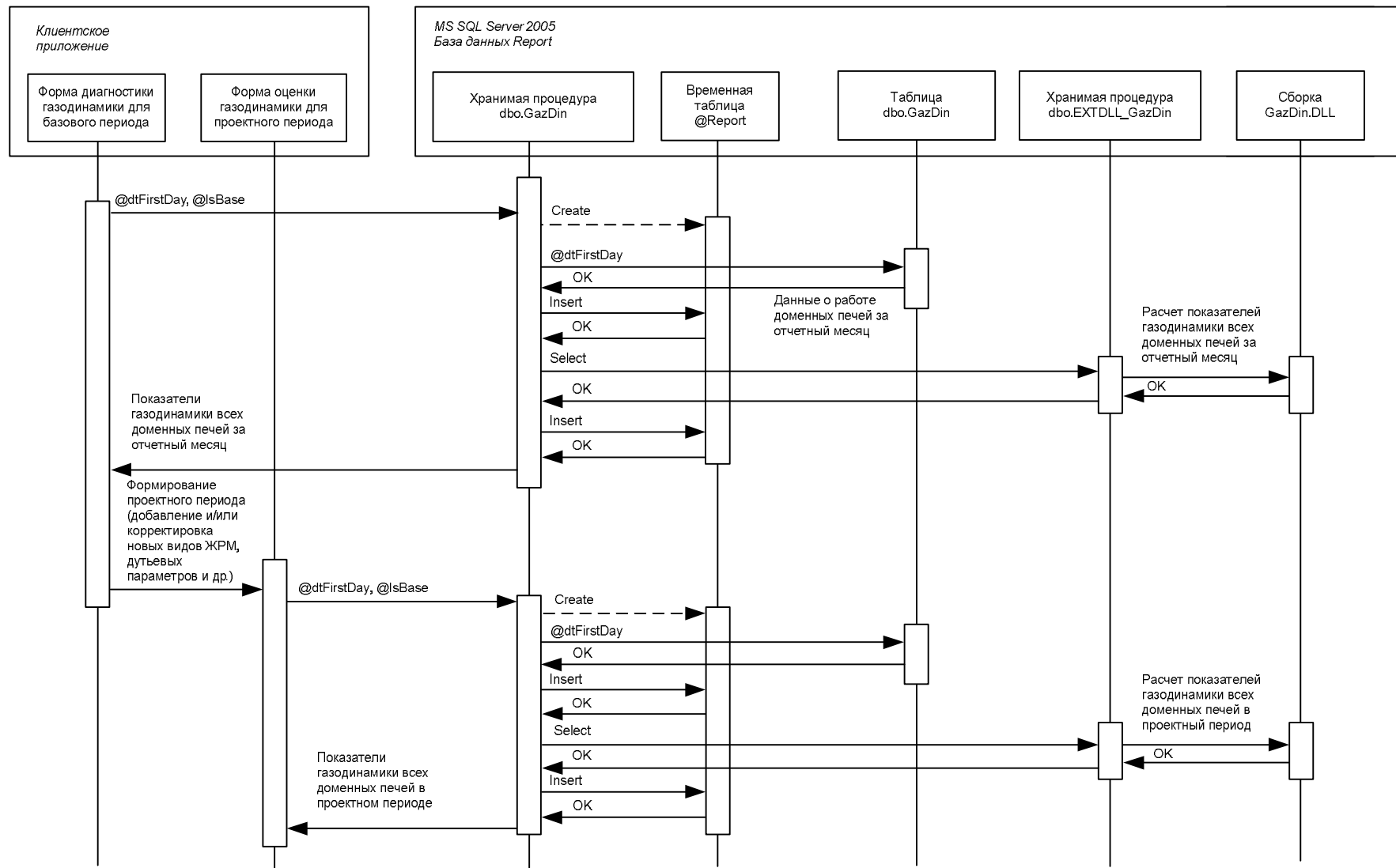


Рисунок 3 – Диаграмма взаимодействия объектов в ходе расчета газодинамики доменных печей в базовом и проектном периодах

– *Общая среда разработки систем.* Разработка баз данных полностью интегрирована в среду разработки Microsoft Visual Studio. Для создания и отладки объектов баз данных и скриптов использованы те же средства, что и для написания компонентов и служб платформы .NET Framework промежуточного или клиентского уровня;

– *Повышенная производительность.* Отдельные функции, например выполняющие математические операции над каждой строкой в базе данных, будут выполняться эффективнее за счет того, что они представляют собой скомпилированные сборки, построенные на языке Microsoft Visual C#, в отличие от традиционного языка базы данных Transact-SQL, который представляет собой интерпретируемый код.

Разработанная система полностью интегрирована в информационную структуру предприятия, в процессе эксплуатации взаимодействует с другими программно-аппаратными информационными системами комбината. В этой связи обеспечение отдельных функций системы производится на основе автоматического выполнения задач по расписанию, например функции сбора производственных данных и подготовки отчетных документов за истекший отчетный период.

Опыт эксплуатации АИС АППС показал, что ее применение в доменном производстве имеет несомненные преимущества и приносит положительный эффект от ее использования. Это обусловлено повышенными рисками от принятия необоснованных, неправильных управленческих решений с учетом относительно больших масштабов потребления сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, а также выпуска продукции доменного цеха. Инженерно-технологический персонал доменного цеха с помощью программного комплекса имеет возможность оперативно производить анализ работы металлургических агрегатов, оценивать текущее состояние хода технологического процесса, производить изучение и анализ наметившихся отклонений ключевых показателей, выявлять причины, повлекшие эти отклонения и разрабатывать мероприятия по повышению эффективности металлургического производства.

Библиографический список

1. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спиринов, В.В.Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]. – Екатеринбург: УрФУ, 2011 – 456 с.
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/DLL_hell
3. Нильсен П. SQL Server 2005. Библия пользователя. – М.: Вильямс, 2008. – 1232 с.

МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ОПРОСА В ТЕОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ ОЧЕРЕДЕЙ

Сорокин А.С.

*Кузбасский государственный технический университет (Новокузнецкий филиал)
г. Новокузнецк*

Введение. В этой работе представлено исследование моделирования, демонстрирующее использование языка PERA для оценки характеристик. Примеры, полученные при исследовании моделирования, будут использоваться, для того чтобы показать методы упрощения модели, которые будут указаны позднее. Это исследование рассматривает и сравнивает различные системы: *мульти-очереди и мульти-серверы*. Такие системы являются расширением традиционной системы опроса и обычно применяются к моделям, в которых множественные ресурсы разделены среди нескольких пользователей возможно с различными требованиями. Примеры включают локальные сети с многочисленными маркерами и сетями взаимосвязи мультишин в распределенных системах. Подобные системы были исследованы в [1 – 16].

Система опроса состоит из нескольких очередей и единственного сервера, который

перемещает очереди в циклическом порядке. Эти очереди всегда были хорошими моделями для многих систем, возникающих в компьютерных сетях и в коммуникациях и, следовательно, были хорошо изучены [17].

Множество расширений и модификаций традиционной системы опроса было исследовано [17], включая нециклический опрос, очереди приоритета и очереди с обратной связью. Одно расширение, которое особенно подходит для моделирования инновационных локальных сетей, это введение дополнительных серверов, каждый из которых перемещает очереди, обслуживающие там, где это необходимо. Эти системы, иногда известные как системы *мульти-очереди* и *мульти-сервера*, быстро не поддаются решению в теории организации очередей. Несколько предложенных приближенных методов, основанных на теории организации очередей, а также точных решениях, основанных на GSPNs, рассмотрены в [6 – 9].

Системы мультиочереди и мультисервера были выбраны как основание для представленного исследования моделирования в данной работе, потому что они просто сформулированы и понятны, хотя выбор критериев качества работы есть задача не тривиальная. Тонкость этих систем состоит в зависимостях, которые существуют между очередями. Скопление в каждой очереди зависит от скопления в других очередях в системе, а также и между серверами.

В остальной части работы представлена подготовка мультиочереди, мультисервера и системы опроса. Иллюстрированы некоторые особенности моделей, представленных на языке PEPA. Ниже описаны основные особенности систем опроса и рассмотрены их решения.

Системы опроса. Элементы системы опроса развивались из схем опроса, используемых для передачи данных между терминалами и центральным компьютером, а также с применением многоабонентской линии. В свою очередь центральный компьютер должен быть приближен к каждому терминалу, для того чтобы установить есть ли у него какие-нибудь данные для передачи. Если это так, то терминал передает данные, и компьютер переходит к опросу следующего терминала; в противном случае компьютер немедленно переходит дальше к следующему терминалу. Впоследствии опрос системы использовался для широкого диапазона применений, характерных и основанных на требованиях множественного доступа к разделенным ресурсам. В приведенном выше примере каждый терминал имеет плановую возможность передать данные на центральный компьютер.

Вообще, система опроса состоит из набора *узлов* или *очередей* и единственного *сервера*, который циркулирует между ними в циклическом порядке. Для каждого обслуживания требования *клиентов* узла накапливаются в *буфере*. Сервер посетит каждый узел, в свою очередь, оказывая обслуживание, если буфер не пуст, иначе перемещается прямо в следующий узел. Время, требуемое серверу, для того чтобы переместиться от одного узла к следующему, известно как время *блуждания* или *переключения*.

Важно делать различие между системами опроса и системой синхронного времени мультиплексированного разделения (STDM).

Сервер потратит некоторое количество времени в каждом узле независимо от того, требуется ли обслуживание, или оно закончено, и переходит к следующему узлу. В результате скопление в каждом узле в системе STDM независимо от скопления в других узлах. Каждое скопление может быть проанализировано отдельно как единственная очередь с *освобождением* сервера. В системах опроса дело обстоит не так, потому что продолжительность посещения сервера узла будет зависеть от особенностей узла. Время до возвращения сервера к узлу будет зависеть от особенностей других узлов в системе.

Особенности системы опроса имеют три категории: особенности клиента, особенности опроса и особенности обслуживания.

Особенности клиента. Поведение клиентов определено оценкой, с которой они прибывают в узел, *оценкой прибытия*, и количеством обслуживания, которого они требу-

ют от сервера, когда они подключен, *требованием обслуживания*. Они имеют стандартные особенности любой модели организации очередей. Время между двумя входами (межвременя прибытия) обычно берется распределенным по экспоненте, хотя другие распределения также были рассмотрены. Предполагалось, что требование обслуживания детерминировано и распределено по экспоненте.

Также рассматривается количество клиентов, которые могли бы ждать обслуживания в любое время. Это определяет *буферную ёмкость*. Два случая, которые рассмотрены в литературе, находятся в бесконечном буфере и выбирают буферные узлы, в которых могут ждать, соответственно, неограниченное число клиентов или только единственный клиент. Однако была изучена *K-ёмкость* буферов, в которых могут ждать K клиентов, где K – некоторая конечная постоянная. В случае конечных буферов, включая единственный буфер, предполагается, что процесс прибытия приостановлен, когда буфер полон, или что любые последующие клиенты, которые прибыли туда прежде, потеряли место в буфере.

В некоторых моделях предполагается, что клиент занимает место в буфере до полного обслуживания (*ограниченное буферизование*), в то время как в других полагают, что клиент во время обслуживания покидает буфер (*смягченное буферизование*). Если буфер – конечен, то важно различить процесс приостановки от начала прибытия до полного наполнения буфера.

Особенности опроса. Особенность опроса выражается в количестве времени, которое сервер затрачивает на то, чтобы переместиться от узла к другому узлу, на время *блуждания*, и на порядок, по которому сервер решает какой узел посетить следующим. Различные авторы считают, что время блуждания распределено по экспоненте.

Вообще, порядок опроса, как предполагается, является циклическим. Однако несколько в иной форме он представлен в [17]. Порядок опроса может быть *детерминированным, вероятностным* или *зависимым состоянием*.

В детерминированных порядках опроса каждый узел имеет циклический порядок доступа к серверу. Однако если список сформирован, то порядок может измениться.

Например, были изучены:

- 1) Системы, в которых сервер чередует управление циркуляцией между узлами после каждого посещения фиксированного узла;
- 2) Системы, в которых основной узел посещается между каждым посещением других узлов;
- 3) Системы, в которых сервер перемещает узлы согласно некоторому фиксированному порядку в таблице опроса.

В вероятностных порядках опроса следуемый маршрут сервером не предопределен. Когда сервер оставит один узел, он переместится с малой вероятностью. В *случайном* порядке опроса в каждом шаге следующий узел будет узлом i с p_i вероятностью, где $\sum_{i=1}^N p_i = 1$, если N – число узлов. В *марковском порядке опроса*, направляющая вероятность между узлами p_{ij} , это вероятность того, что когда узел ветви сервера i посетит следующий узел, то это будет узлом j . Время блуждания между узлами может также зависеть от индексов i и j .

В опросе зависимого состояния предъявляются невысокие *требования*, когда сервер перемещается от узла к узлу, его решение, какой узел посетить будет основано на текущем состоянии системы. Например, сервер находится в положении *«жадный сервер»*, он переместится в самый ближайший узел, в котором найдется ждущий клиент, а если он будет пуст, то перемещение отменяется. Это основано на минимальном времени поиска в следующем порядке:

«кратчайший – поиск – время – начало».

В начале переключения порядка очереди двух систем сервер останется в очереди до

тех пор, пока число сообщений, ждущих в другой очереди, не превысит данный порог, или пока длины очередей достигнут указанного размера. Система, как полагают, будет *симметричной*, если все её узлы обладают одинаковыми особенностями клиента (узлы статистически идентичны), и все времена блуждания между узлами в системе одинаковы.

Особенности обслуживания. Во всех случаях сервер достигает узла и находит пустой буфер на следующем узле. Если найден непустой буфер, то немедленно начнется обслуживание первого клиента в буфере. Число ждущих клиентов, которые будут обслужены во время этого посещения узла, зависит от *порядка обслуживания*. Возможности обслуживания, которые были описаны в литературе, являются *исчерпывающими, стробированными, ограниченными и уменьшенными*.

В исчерпывающем обслуживании сервер останется в узле, пока нет никаких клиентов, оставшихся чтобы быть переданными в пустой буфер. В стробированном (запертом) обслуживании сервер останется в узле, пока не поданы все клиенты, которые присутствовали в момент, когда он достиг узла. Любые клиенты, которые прибыли позже, останутся в буфере до следующего посещения сервера. С точки зрения теории организации очередей это наиболее простые случаи.

В k -ограниченном обслуживании сервер останется в узле, пока k клиентов не будет обслужено (для некоторой постоянной k), или пока буфер пуст. Например, в случае, когда $k=1$, т.е. 1-ограниченного обслуживания, которое часто называют просто *ограниченным* обслуживанием, сервер будет обслуживать единственного клиента, прежде чем оставить узел. Для ограниченного числа k , где $k > 1$, порядок должен быть более квалифицированным, чтобы быть исчерпывающим или стробированным.

В уменьшении обслуживания упорядочивается сервер, который останется в узле до пор пока число клиентов, ждущих в буфере, меньше числа, при котором сервер достиг узла. Вариация - рассмотрение обслуживания k -уменьшения, которое должно быть в дальнейшем подходящим, для того чтобы быть или исчерпывающим или стробированным.

2.1 Решение моделей системы опроса. Критерий качества работы, обычно предъявляемый к системе опроса, является средним *временем ожидания клиента* или распределением. Это время, которое проводит клиент в системе, предшествующей стартовому обслуживанию. Если система будет асимметричной, то эта мера будет отличаться для различных узлов и должна быть вычислена отдельно для каждого узла. Интересны другие меры – *среднее время опроса* (среднее время берет сервер, для того чтобы закончить кругооборот системы), *подразумевается время пребывания клиента* (среднее время, которое клиент тратит для включения системы в обслуживание), *пропускная способность системы* и *средняя длина очереди*.

Большая часть работы, выполненной для систем опроса, привлекает теорию сетей организации очередей и прямую манипуляцию стохастическими процессами. В результате применения многих различных методов возникает особенно много изменений в системах опроса с различными степенями благоприятного исхода. В прошлом десятилетии к точному и приближенному решению моделей было применено много различных комбинированных сложных методов.

Точные явные формы решения, т.е. решения, в которых выражения для критериев качества работы даются в терминах параметров системы, были найдены для симметричного и конечного буфера системы с ограниченным, исчерпывающим или стробированным обслуживанием. Точные решения, основанные на численном решении систем линейных уравнений, были даны для единичных буферных систем (симметричных и асимметричных), и асимметричных в конечных буферных системах с исчерпывающим или стробированным обслуживанием.

Несколько приближенных методов было предложено для систем, которые не приводили к точному решению или для которых точное решение трудоёмко в вычислительном отношении. Они базируются на независимом анализе каждого узла очереди с освобо-

ждениями сервера, длина простоя которого находится при анализе взаимодействия между очередями. Это взаимодействие оценено с использованием ожидаемого времени цикла и вероятности того, что сервер считает каждую очередь пустой. Несколько авторов предлагают подобные схемы решения, основанные на этих методах.

Недавно появилось несколько работ, применяющих GSPN при моделировании метода опроса системы [11, 18, 19]. В этом подходе модель GSPN системы опроса используется, для того чтобы произвести непрерывный временной марковский процесс. Этот процесс решен в численной форме для нахождения установившегося состояния решения, из которого получены критерии качества работы.

Ограничения этого подхода были идентифицированы [17 – 19], все буферы должны быть конечны; все случайные величины, используемые в модели, должны быть распределены по экспоненте; и пространство состояний основной модели растет достаточно быстро. Более точное описание ограничения для конечных буферов при применении отличается от установленного подхода теории организации очередей. Приближенный анализ таких систем был выполнен [19]. В модели GSPN, используя метод стадий, можно определить тип распределения в течение времени блуждания, межвремени прибытия и обслуживания. Напротив, задача разрушения пространства состояний серьезная, не допускающая применения методов упрощения, могут быть решены только системы, в которых усреднены сортированные величины. Преимущество подхода GSPN состоит в том, что с асимметричными системами обращаются также как и с симметричными.

Библиографический список

1. Сорокин А.С. Марковские процессы в теории надежности технологических систем гидродобычи угля // Вестник КузГТУ. 2008. № 1. С. 61-69.
2. Коэн Дж., Боксма О. Граничные задачи в теории массового обслуживания. М.: МИР, 1987.
3. Королюк В.С., Томусяк А.А. Описание функционирования резервированных систем посредством полумарковских процессов. //Кибернетика, вып.5, 1965.
4. Баруча-Рид А.Т. Элементы теории марковских процессов и их применение. Наука, М., 1969. 511С.
5. Hillston J. A Compositional Approach to Performance Modelling. Cambridge Univ. Press, 1996.
6. Сорокин А.С. Применение полумарковских процессов к определению характеристик надежности технологических схем. // Вестник КузГТУ, 2005. № 1. С. 3 -9.
7. Сорокин А.С. Структурное моделирование надежности технологических систем с использованием скелетонов// Вестник КузГТУ, 2008. № 4(68). С. 31-45.
8. Сорокин А.С. Математическое моделирование оценки надежности технологических систем// Вестник КузГТУ. 2008. № 5(69). С. 28-37.
9. Сорокин А.С. Применение методов теории вероятностей к исследованию некоторых процессов производства.//Труды 4-ой междунар. Конф. Кибернетика и технологии XXI века. Воронеж, 2003. С. 312-323.
10. Сорокин А.С. Алгоритм решения систем уравнений Колмогорова (Оценка качества системы).//Вторая Всероссийская научная конф. Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB. М., 2004. С. 389 – 397.
11. Marsan, M.A., Donatelli S., Neri F. GSPN Models of Markovian Multiserver Multiqueue Systems.// Performance Evaluation, 11, 1990.
12. Raith T. Performance Analysis of Multibus Interconnection Networks in Distributed Systems.//In M. Akiyama, editor, Teletraffic Issues in an Advanced Information Society ITC-11. Elsevier, 1985.
13. Morris R.J.T., Wang Y.T. Some Results for Multiqueue Systems with Multiple Cyclic Servers. In H. Rudin and W. Bux, editors, //Performance of Computer Communication Systems.

- Elsevier, 1984.
14. Kamal A.E., Hamacher V.C. Approximate Analysis of Non-exhaustive Multiserver Polling Systems with Applications to Local Area Networks.//Computer Networks and ISDN Systems, 17(1), 1989.
 15. Yang Q., Ghosal D., Bhuyan L. Performance Analysis of Multiple Token Ring and Multiple Slotted Ring Networks. //In Proceedings of Computer Network Symposium, Washington DC, 1986.
 16. Yuk T.I. , Palais J.C. Analysis of Multichannel Token Ring Networks.//In Proceedings of the International Conference on Communication Systems, 1988.
 17. Takagi H. Queueing Analysis of Polling Models: An Update.//In H. Takagi, editor, Stochastic Analysis of Computer and Communication Systems. IFIP/North Holland, 1990.
 18. Choi H., Trivedi K.S. Approximate Performance Models of Polling Systems Using Stochastic Petri Nets//In Proceedings of INFOCOM' 92, 1992.
 19. Ibe O.C. , Trivedi K.S. Stochastic Petri Net Models of Polling Systems.//IEEE Journal on Selected Areas of Communication, 8(9), 1990.

ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Подбельский А.Н.

*Московский государственный университет приборостроения и информатики
г. Москва*

Реализация процессов определения теплофизических свойств твердых материалов невозможна без средств измерения. Как правило, построение информационно-измерительных систем (ИИС) на базе промышленного оборудования приводит к избыточности аппаратных средств, несогласованности ее функциональных блоков между собой и превращению ИИС в подобие прибора с жесткой структурой, где микропроцессор выполняет только функцию вычислителя. Кроме того, такой подход часто является экономически невыгодным. Поэтому создание информационно-измерительных систем для определения теплофизических свойств твердых материалов является необходимой и сложной научно-технической задачей.

В современном представлении ИИС [1] можно определить как комплекс аппаратных средств, программного обеспечения, математического обеспечения и метрологического обеспечения. Компоненты ИИС в комплексе обеспечивают процесс определения искомым теплофизических свойств.

В ИИС для определения теплофизических свойств твердых материалов математическое обеспечение включает в себя физическую и математическую модели объекта контроля, постановку задачи теплопроводности, ее прямое или обратное решение, а так же алгоритмы метода определения теплофизических свойств.

Аппаратные средства необходимы для осуществления теплового воздействия на объект контроля, измерения и, обработки первичной информации, хранения и отображения полученных результатов.

Программное обеспечение необходимо для организации работы аппаратных средств и обработки первичной измерительной информации в соответствии с алгоритмами методов определения теплофизических свойств.

Метрологическое обеспечение ИИС для определения теплофизических свойств материалов включает модели и алгоритмы градуировки измерительных преобразователей с целью приведения измеряемых величин к их действительным значениям, а так же модели

и алгоритмы коррекции математических моделей по материалам с известными свойствами. Назначение метрологического обеспечения заключается в обеспечении нормируемой точности определения искомых параметров.

Таким образом, современные ИИС строятся на базе персонального компьютера, являющегося основным вычислительным и управляющим устройством и включают в свой состав датчики различных параметров. Такой способ построения решает задачи управления измерительным процессом, обработки, хранения и отображения данных. ИИС может быть интегрирован в состав компьютеризированной системы управления производственным процессом или работать в системе с другими устройствами используя широкие интерфейсные возможности компьютера [1, 2].

Другим перспективным направлением является создание ИИС на базе универсальных микропроцессорных контроллеров, получивших в настоящее время в широкое распространение. К их достоинствам относятся небольшие габаритные размеры, высокая вычислительная мощность, достаточный объем энергонезависимой памяти для хранения программ и результатов измерения, наличие широких интерфейсных возможностей, позволяющих подключать к контроллерам практически любые внешние устройства ввода-вывода и отображения текстовой и графической информации, а так же интегрировать их в компьютеризированные системы управления [1, 2].

Алгоритм функционирования ИИС обеспечивает высокий уровень автоматизации измерительного процесса, сводя роль оператора только к установке измерительного зонда на исследуемый материал и запуску процесса измерения [3].

Разработанный алгоритм проведения тестового эксперимента реализует методику поиска оптимальных режимных параметров, что позволяет повысить информативность получаемых в процессе теплофизического эксперимента термограмм, и в конечном итоге повысить точность расчета искомых теплофизических свойств твердых материалов.

Процесс измерения с помощью разработанной ИИС построен таким образом, что свойства объекта контроля оцениваются не в одной точке, а сразу в нескольких. При этом результаты измерения по каждому из каналов будут отличаться друг от друга. Это вызвано наличием случайной $\varepsilon_{сл}$ погрешностью и неисключенными остатками систематической погрешности $\varepsilon_{сис}$. Случайная погрешность обусловлена целым рядом причин: непостоянством контактных сопротивлений между нагревателем, объектом контроля и датчиком температуры; вибрациями образца во время измерения; наличием радиочастотных помех или помех электропитания и др. Систематическая погрешность $\varepsilon_{сис}$ является причиной того, что корректирующие функции, используемые для введения поправок в результаты измерения теплофизических свойств твердых материалов, получают обработкой экспериментов на материалах с известными свойствами, так же имеющих случайную погрешность определения теплофизических свойств твердых материалов.

Наличие сразу нескольких каналов позволяет сравнивать результаты измерения между собой, анализировать и отбрасывать явные промахи и усреднять полученные значения теплофизических свойств твердых материалов объекта контроля (только в случае однородности свойств материала в разных точках). При этом случайная погрешность определения теплофизических свойств твердых материалов понижается. Однако усреднение значений применять целесообразно только в том случае, если значения теплофизических свойств твердых материалов, рассчитанные по данным каждого из каналов близки между собой.

Если же отдельные результаты значительно отклонились от основной массы полученных значений теплофизических свойств твердых материалов, то целесообразно такие значения отбросить. Оценку взаимных отклонений результатов по каналам можно проводить относительно, например, первого канала измерения, принятого за базовый. При этом отклонения результатов по каналам вычисляются по формуле

$$\varepsilon_k = X_k - X_l, \quad (1)$$

где X_k , X_1 - результаты по первому и k -му каналам ИИС, $k = 2, z, z$ - общее число каналов.

В качестве критерия оценки принадлежности результата к промаху можно применять, например, «правило 3σ » [3].

В ИИС организована база данных результатов определения теплофизических свойств твердых материалов каждым из ее каналов. Анализ статистики измерений позволяет выявить необходимость коррекции отдельных каналов ИИС. Для этого необходимо вести мониторинг взаимных отклонений результатов по каждому из каналов относительно, например, первого канала. Индикатором необходимости коррекции канала ИИС является резкая смена положения центра рассеивания отклонения какого-либо канала ИИС от выбранного за базовый и выхода его за границы допустимых отклонений $\varepsilon_{дон}$.

Причиной такого скачка может быть, например, изменение параметров зонда вследствие неаккуратного с ним обращения. Представим процесс обработки данных каналов ИИС в виде алгоритма [4].

1. Определяются отклонения ε_k результатов по каналам (формула (1)).

Производится оценка полученных отклонений:

– если $\varepsilon_k > \varepsilon_{дон}$, то k -ый результат принимают за промах;

– если $\varepsilon_k < \varepsilon_{дон}$, то k -ый результат принимают в расчет усредненного значения;

– если большинство $\varepsilon_k > \varepsilon_{дон}$, то следует отбросить результат по первому каналу, за базовый канал принять другой и возвратиться в п. 1 алгоритма.

3. После исключения всех промахов, искомое значение теплофизических свойств твердых материалов определяют как среднее арифметическое значений, принимаемых в расчет.

4. Проводят проверку условия необходимости коррекции каналов ИИС:

– если отклонение какого-либо канала за последние 5 измерений находится за границами допустимых значений, то следует провести коррекцию этого канала;

– если отклонение большинства каналов выходят за границы допустимых в течение 5 последних измерений, то следует провести коррекцию базового канала.

Таким образом, предложен алгоритм обработки результатов измерений по каналам ИИС, позволяющий выявлять промахи отдельных каналов и своевременно проводить коррекцию каналов ИИС, а усреднение полученных на одном объекте определения теплофизических свойств твердых материалов позволяет снизить влияние случайной погрешности, что в совокупности повышает достоверность определения теплофизических свойств твердых материалов.

Библиографический список

1. Чернявский Е.А., Недосекин Д.Д., Алексеев В.В. Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов / Е.А Чернявский, Д.Д. Недосекин, В.В. Алексеев.- Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.
2. Мищенко, С.В. Анализ и синтез измерительных систем / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Э.И. Цветков, В.Н. Чернышов. Тамбов: ТГТУ, 1995. – 234 с.
3. Пустовит А.П. Повышение точности и расширение диапазона определения теплофизических свойств / А.П. Пустовит, А.Е. Бояринов, Е.И. Глинкин // Между-нар. науч.-техн. конф. «Проблемы энерго- и ресурсосбережения»: Тез. докл. / ПДЗ. Пенза, 2002. – С. 24 – 25.
4. Муромцев, Ю.Л. Оценка погрешности результатов измерения теплофизических свойств твердых материалов при воздействии дестабилизирующих факторов / Ю.Л. Муромцев, В.Н. Чернышов, З.М. Селиванова // Вестник ТГТУ. 2003. Т. 9. – № 3. – С. 414 – 423.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМ

Щипанов К.А.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

В настоящее время совершенствование корпоративного управления становится ключевой стратегической задачей развития и жизнедеятельности любого предприятия. Современный бизнес уже достаточно трудно представить себе без автоматизированных систем планирования и оперативного управления ресурсами предприятия (ERP). Основной целью внедрения ERP-системы является организация эффективного управления предприятием, опирающегося на стратегию его развития.

ERP-система (англ. Enterprise Resource Planning System – Система планирования ресурсов предприятия) – корпоративная информационная система, предназначенная для автоматизации учёта и управления. Как правило, ERP-системы строятся по модульному принципу и в той или иной степени охватывают все ключевые процессы деятельности компании. ERP-система – методология эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета.

Как показывает мировая практика, большие компании меняют компьютерную систему управления каждые 5 лет. Это связано с изменением стратегических целей и как следствие бизнес-процессов в компании, устареванием программной и аппаратной платформы, необходимостью использования новых информационных технологий.

В любом проекте внедрения ERP-систем можно выделить следующие основные этапы:

1. Организация проекта
 - 1.1 Организация проекта внедрения
 - 1.2 Постановка бизнес целей и сбор ожиданий от внедрения
 - 1.3 Разработка инфраструктуры проекта
2. Разработка концептуального проекта
 - 2.1 Определение специфики бизнеса предприятия
 - 2.2 Описание и анализ бизнес-процессов
 - 2.3 Поиск системных решений для реализации этих бизнес-процессов в ERP
 - 2.4 Уточнение плана реализации
3. Реализация
 - 3.1 Настройка модели системы
 - 3.2 Конфигурирование ключевых бизнес-процессов
 - 3.3 Разработка программ переноса данных
 - 3.4 Разработка отчетных форм
 - 3.5 Подготовка к интеграционному тестированию
 - 3.6 Разработка пользовательской документации и материалов обучения
4. Завершающая подготовка
 - 4.1 Подготовка системы к промышленной эксплуатации
 - 4.2 Подготовка пользователей к работе в системе
5. Запуск и поддержка
 - 5.1 Выявление и устранение ошибок, выявленных в процессе продуктивной эксплуатации
 - 5.2 Анализ процесса внедрения проекта
 - 5.3 Утверждение результатов внедрения

Для реализации проектов создания ERP-систем ведущие производители соответст-

вующего программного обеспечения создали свои методологии. Кратко рассмотрим их на примерах крупнейших вендоров – SAP и Oracle.

Oracle в обязательном порядке в своих проектах использует методологию управления проектами Project Management Method (PJM) и технологическую методологию развертывания программных приложений Application Implementation Method (AIM). Обе методологии хорошо интегрированы, подробно описаны все действия и документы, четко указаны фазы проекта, связи между действиями, событиями и документами. При этом PJM практически полностью соответствует методологиям управления проектами PMI.

Компания SAP применяет методологию Accelerated SAP (ASAP), которая также дает полное описание необходимых действий и документов, сочетая в себе технологическую и управленческую части. Дальнейшее развитие ASAP – решение Solution Manager (SM), сочетающее в себе методологию и программный инструментарий.

Учитывая специфику проектов внедрения ERP-систем независимо от выбранной методологии необходимо применять инструменты из следующих областей знаний:

- Управление интеграцией проекта (разработка устава проекта, предварительного описания содержания проекта и подготовка плана управления проектом);
- Управление содержанием проекта (создание иерархической структуры работ (ИСП) проекта);
- Управление сроками и стоимостью проекта;
- Управление человеческими ресурсами проекта;
- Управление коммуникациями проекта;
- Управление рисками проекта.

Проекты в области ERP отличаются огромным количеством изменяющихся параметров, множеством привлекаемых специалистов и повышенной степенью риска. Полная замена информационных систем в масштабе всей организации оказывает существенное влияние на каждого ее сотрудника, на саму компанию, на ее поставщиков и даже на клиентов. Менеджер ERP-проекта должен с одной стороны поощрять поиски инновационных подходов к решению задач, а с другой стороны не допускать отклонения от главной цели. Внедрение ERP-систем, как правило, требует серьезного пересмотра внутренней логики работы компании, реинжиниринга бизнес-процессов, поэтому внедрению систем обычно предшествует этап обследования. Происходит оценка предприятия с точки зрения того, можно ли вообще внедрять на нем какую-либо систему, или необходимо сначала серьезно откорректировать бизнес-процессы. Для ERP-систем не существует “коробочных” решений, внедрение этих систем всегда бывает поэтапным и очень трудоемким, поскольку требует настройки множества неочевидных параметров и обучения пользователей работе с системой. Для осуществления проекта требуются совместные усилия сотрудников предприятия и консультантов. Успех проекта напрямую зависит от готовности предприятия к установке ERP-системы. Внедрение системы требует от руководства и сотрудников компании серьезных усилий по переоценке и пересмотру всего, что происходит внутри предприятия.

В проектах внедрения ERP-систем можно выделить следующие основные проблемные области:

- Масштабы проекта.
- Кадровое обеспечение.
- Управление рисками.

Масштабы проекта

Если не разработать мер по управлению рамками проекта и не обеспечить их превращение в жизнь, можно спровоцировать синдром «бесконечного проекта». Главное внимание при оценке масштабов проекта следует уделять тому, что должно быть включено в

него, а что нет. Определившись с этим, необходимо наладить строгий контроль за выполнением принятых решений. Четкое же определение рамок проекта невозможно без тесного сотрудничества его руководителя с другими подразделениями компании. Не определив заранее масштабы проекта, можно упустить какой-либо важный элемент и даже поставить под угрозу само достижение конечных целей. С другой стороны, можно легко выйти за пределы необходимого и не вписаться в выделенный бюджет.

Чтобы избежать проблем с масштабами, необходимо составить план проекта и подготовить документ с четким изложением его целей и задач. Все требования к проекту должны быть задокументированы и подписаны пользователями и высшим руководством компании. Также необходимо разработать порядок внесения изменений в процесс управления и добиться его выполнения всеми участниками проекта.

Кадровое обеспечение

Очень важно с самого начала привлекать к реализации проекта тех, кто обладает нужными для этого знаниями и качествами. Ошибка здесь чревата не только негативными последствиями для самого проекта, но и серьезными политическими осложнениями в отношениях с руководством. Менеджер проекта не может ограничиваться только анализом программ управления ресурсами предприятия, ему нужно сразу же разобраться в том, какие интерфейсы понадобятся для работы с ним. В этот процесс следует вовлечь все подразделения, которым придется иметь дело с новой системой. Порой приходится отмечать тенденцию так называемого «туннельного видения», когда команда разработчиков ERP-проекта поддерживает отношения лишь с теми пользователями и сотрудниками организации, которые принимают в развертывании системы самое непосредственное участие. В таких случаях неизбежно наступает момент, когда становится ясно, что в процессе реализации проекта была упущена жизненно важная информация, и произошло это из-за того, что еще на ранней стадии работ к ним не был привлечен нужный сотрудник.

Довольно частым явлением в практике внедрения ERP-систем является саботаж процесса внедрения программного продукта со стороны персонала. Команда внедрения сталкивается с серьезными проблемами: сотрудники не понимают, зачем нужна новая система, они не готовы к современным методам работы, боятся новшеств, не осознают значение автоматизации. Все это осложняет и без того сложный процесс внедрения, который предполагает работу команды внедрения и предприятия в тесном сотрудничестве и взаимодействии.

Немаловажным аспектом является и степень компетенции сотрудников. Для эффективной работы уже внедренной системы необходима определенная квалификация сотрудников. Если персонал не знает, как работать с компьютером, успешная работа современной системы представляется маловероятной.

Успех перехода предприятия к новой системе управления во многом зависит от позиции руководителя компании. Нельзя недооценивать роль личного участия в процессе. Особенно с учетом российских реалий, следует иметь в виду, что без активной поддержки и внимания со стороны руководителя не удастся достигнуть ожидаемого эффекта. При этом важнейшим фактором успешного внедрения становится мотивация руководящего звена.

Управление рисками

Для успеха проекта в области управления ресурсами предприятия неоценимое значение имеет управление рисками. В ERP-проекте количество рискованных событий может исчисляться тысячами. Это могут быть не проверенные технологии, не проверенные специалисты, подводные камни политических взаимоотношений и т.д. Можно выделить пять основных шагов, необходимых для эффективного управления рисками:

1. Определить элементы, несущие в себе потенциальную угрозу для целей проекта;
2. Провести тщательный анализ выявленных элементов и определить, какой ущерб они могут нанести проекту;
3. Оцените вероятность потенциальной угрозы;
4. Основываясь на первых трех факторах, распределить риски по степени важности;
5. Принять все необходимые меры, чтобы снизить потенциальную угрозу.

Один из самых простых и наиболее эффективных способов идентификации рисков – обращение к опыту подобных проектов. Из наиболее распространенных причин сбоев в ходе проекта можно назвать отсутствие поддержки высшего руководства, недостаточную квалификацию менеджера проекта, нечеткое определение целей и задач, неполноту сбора требований.

Следующим шагом должна стать оценка того, насколько серьезно реализация того или иного риска может оказать влияние на бюджет проекта, сроки его выполнения или реализацию пользовательских требований. Определение возможных последствий риска и его вероятности – это, скорее, искусство, чем наука. Здесь требуется глубокое знание как самой ERP-системы, так и конкретного бизнеса. Необходимо создать команду для идентификации рисков, объединяющую тех специалистов, знания и опыт которых помогают заранее предвидеть вероятные сбои в ходе проекта. Лучше всего, если такая команда уже будет иметь опыт развертывания конкретной системы ERP в организации примерно такого же масштаба и той же отраслевой направленности.

Далее необходимо определить приоритетность рисков с учетом двух вышеупомянутых факторов, а затем решить, какие из них следует устранить полностью. В их число должны войти наиболее вероятные риски с самыми серьезными последствиями. Требуется составить план мониторинга таких рисков и постоянно уделять внимание проверке его выполнения.

Реагировать на риски можно двумя основными способами: снижать вероятность их реализации или уменьшать возможные последствия. Снижению вероятности риска способствуют предупредительные меры, направленные на каждый источник индивидуально. В плане проекта, кроме того, необходимо предусмотреть и действия по устранению последствий сбоев. Все члены команды должны знать, кто конкретно несет ответственность за выполнение такой задачи в том или ином случае и что именно он будет делать, чтобы произошедший сбой оказал минимальное влияние на ход проекта. Все члены команды должны знать и признаки начала реализации рисков – это позволит им заблаговременно провести мероприятия для их предупреждения.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что масштабы и сложность практической реализации ERP-технологий на практике предъявляют новые требования к управлению подобными проектами. У проблемы управления ERP-системами есть две стороны – человеческий фактор и технологический аспект. Система управления предприятием охватывает всю организацию, и ее внедрение сказывается на работе практически каждого сотрудника. Более того, в некоторых случаях руководитель проекта ERP просто не способен заранее предвидеть, кто именно попадет под влияние новых технологий, а это дополнительный источник рисков. Что касается технологической стороны вопроса реализации проекта ERP, то здесь приходится иметь дело с сотнями и даже тысячами отдельных аппаратных и программных компонентов. А ведь независимо от того, добавляется в систему один модуль или полностью обновляется какой-либо ее сегмент, необходимо обеспечить полную совместимость и интеграцию нововведения со всеми остальными компонентами. А это создает немалые трудности даже для опытного системного архитектора.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ¹

Шипунов М.В.

ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
г. Новокузнецк

Для современных компаний характерна сложная инфраструктура, связанная с многопрофильностью подразделений, их территориальной удаленностью и различным производственным потенциалом. Схематично инфраструктура крупной компании и всех ее подразделений представлена на рисунке 1. Эти подразделения имеют тесную взаимосвязь как производственного, так и финансового характера.

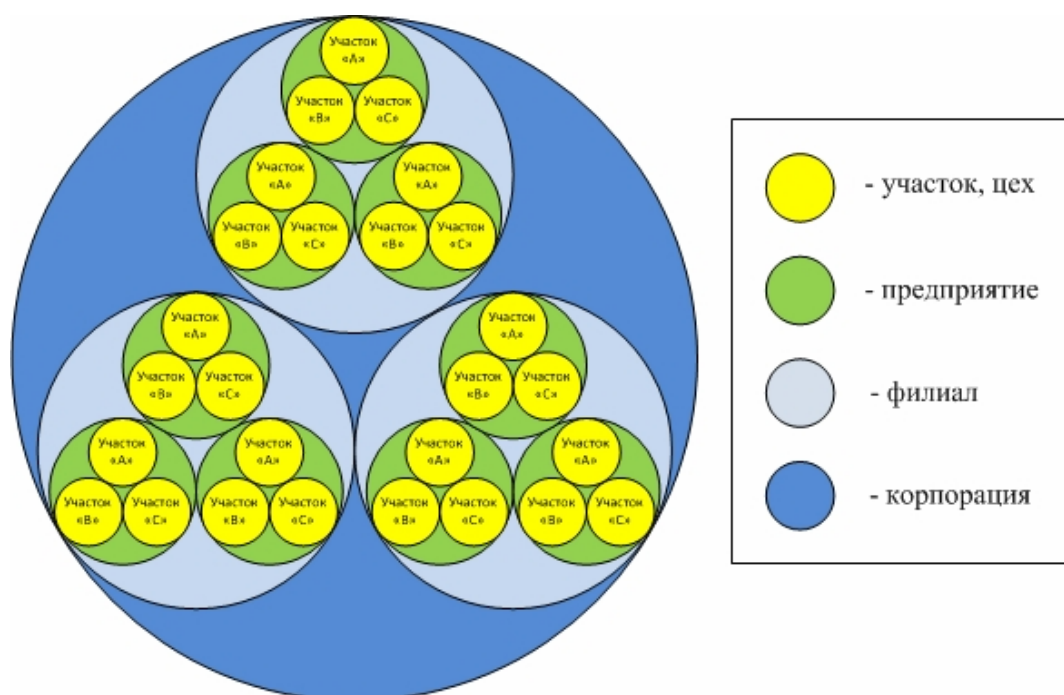


Рисунок 1 – Инфраструктура крупной компании

Жизнеспособность таких компаний, их устойчивость зависят от проведения единой производственно-экономической политики в каждом из его подразделений. Отсюда вытекает потребность в их тесном информационном взаимодействии и централизованном контроле. Без комплексной системы автоматизации нельзя наладить надежную информационную связь между отдельными структурными подразделениями.

Система автоматизации любой организации является сложной системой, созданной для сбора, анализа и переработки информации с целью получения максимального конечного результата при определенных ограничениях (например, ресурсов). Поскольку информация является основой управления и полностью определяет внешние и внутренние взаимодействия предприятия, вопрос ее системной организации становится ключевым. Очевидно, что оперативная информация, доступная в нужное время и в нужном месте, способствует принятию объективно-правильного решения.

В любой крупной системе автоматизации можно выделить три ключевых уровня представленных на рисунке 2:

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а.

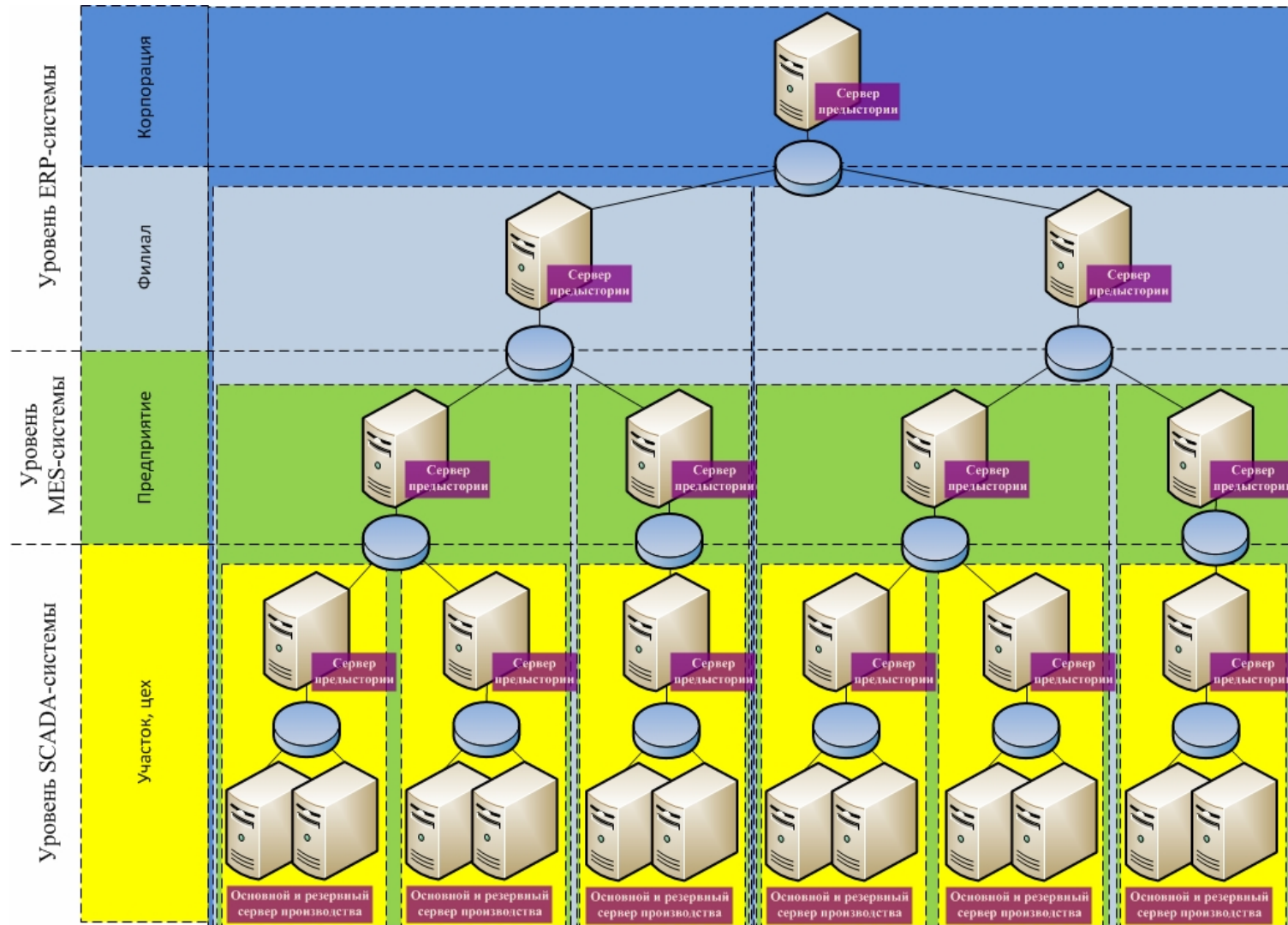


Рисунок 2 – Иерархическая структура системы автоматизации крупного промышленного предприятия

1. *Уровень SCADA (Supervisory, Control And Data Acquisition)-системы.* Система диспетчерского управления и сбора данных на отдельном участке производства, основными задачами которой являются: сбор данных в режиме реального времени, контроль состояния объектов управления, мониторинг технологического процесса, формирование отчетов о состоянии технологического процесса и т.д.

2. *Уровень MES (Manufacturing Execution System)-системы.* [1] Система оперативного управления производством, к основным функциям которой относятся:

– контроль состояния и распределения ресурсов. Осуществление управления ресурсами производства (машины, оборудование, инструменты и др.) и разнообразными другими объектами. При этом возможен контроль, детальность в истории работы всего оборудования, отслеживание состояния оборудования и др.;

– оперативное планирование. Осуществление планирования как детального, так и оперативного. Осуществление планирования загрузки каждого участка производства с учетом всех особенностей каждого заказа;

– диспетчеризация. Осуществление постоянного мониторинга и контроля производственных процессов всего предприятия, при этом возможно отслеживание каждого этапа производства, загруженность участков, занятость персонала, процесс выполненных работ за смену. Возможно отслеживание всех изменений и корректировок в планировании работы цеха;

– ведение документооборота. Контроль содержания и прохождения документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчетную цеховую документацию. Осуществление архивирования. Ведения всей документации в электронном виде;

– хранение данных. Осуществление информационного взаимодействия производства для проведения функции накопления, получения и учета всех данных. Данные могут собираться как централизованно (метод сбора информации с контроллеров и приборов), так и вручную с помощью операторов;

– управление персоналом. Осуществление контроля над персоналом, путем отслеживания присутствия персонала на рабочем месте и контролируя весь процесс работы каждого сотрудника, проведение сертификации и других элементов управления с необходимой периодичностью;

– качественное управление. Осуществление сбора данных о качестве производимой продукции в режиме реального времени. Также возможно нахождение средних показателей, средней величины отклонения и др.;

– контроль производственных процессов. Отслеживание производственных процессов, возможность внесения корректировок;

– контроль за оборудованием. Осуществление контроля сервиса, ремонтных работ и других плановых работ по средствам производства;

– история продукта. Возможность проследить всю историю каждого изделия;

– анализ производительности производства. Осуществление формирования всей отчетной документации по каждому этапу работы предприятия.

3. *Уровень ERP (Enterprise Resource Planning)-системы.* [2] Система бизнес-планирования предприятия, которая позволяет эффективно планировать всю коммерческую деятельность современной компании, в том числе финансовые затраты на обновление оборудования и инвестиции в производство нового ассортимента изделий. Основными задачами систем данного класса являются:

– формирование планов продаж и производства;

– планирование потребностей в материалах и комплектующих, сроков и объемов

поставок для выполнения плана производства продукции;

- управление запасами и закупками: ведение договоров, реализация централизованных закупок, обеспечение учёта и оптимизации складских и цеховых запасов;

- планирование производственных мощностей от укрупнённого планирования до использования отдельных станков и оборудования;– оперативное управление финансами, включающее составление финансового плана и осуществление контроля его исполнения, финансовый и управленческий учёт;

- управления проектами, включая планирование этапов и ресурсов;

- ведение конструкторских и технологических спецификаций, определяющих состав производимых изделий, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для их изготовления.

Каждый уровень управления характеризуется своим уровнем интенсивности циркулирующей в нем информации, своим масштабом времени и своим набором функций:

- контур управления уровня АСУТП (SCADA-уровень) является самым интенсивным по объёму информации и самым жестким по времени реакции, которое может составлять секунды и даже миллисекунды. В верхнем уровне слоя АСУТП – в SCADA-системах происходит накопление и обработка большого числа технологических параметров и создается информационная база исходных данных для MES-уровня.

- контур управления уровня MES (оперативно-производственный) опирается на отфильтрованную и обработанную информацию, поступающую как от АСУТП, так и от других служб производства (снабжения, технической поддержки, технологических, планово-производственных и т.д.). Интенсивность информационных потоков здесь существенно ниже и связана с задачами оптимизации заданных производственных показателей (качество продукции, производительность, энергосбережение, себестоимость и т.д.). Типовые времена циклов управления составляют минуты, часы, смены, сутки. Оперативное управление производством в этом контуре управления осуществляется специалистами, которые более детально, чем высший менеджмент, владеют производственной ситуацией (руководители производственных цехов, участков, главные технологи, энергетики, механики и др.). В связи с этим должно повышаться качество и эффективность принимаемых решений в пределах делегированных сверху полномочий.

- контур управления уровня ERP (стратегический) освобождается в этом случае от решения оперативных задач производства и обеспечивает поддержку бизнес-процессов предприятия в целом. Поток информации от производственного блока становится минимальным и включает в себя агрегированную управляющую и отчетную информацию по стандартам ERP с типовыми временами контроля (декада, месяц, квартал), а также «алармовые» сигналы, требующие немедленного вмешательства высшего менеджмента предприятия.

Исходя из вышеизложенного, становится очевидно, что поставщиком ключевой информации для всех уровней системы являются серверы производства, аккумулирующие данные и передающие управляющие воздействия в контроллерные системы предприятия и исполнительные механизмы. Выход из строя оборудования данного уровня влечет, как простой производства, так и искажение информации на всех уровнях системы.

Программное обеспечение этого уровня так же отвечает за подготовку и передачу информации для вышестоящих уровней (MES и ERP) системы. Поэтому одна из основных задач при построении комплексных систем управления, предотвратить потерю информации на данном этапе.

Для решения этой задачи используются системы с горячим резервированием серверов производства. При нормальном функционировании системы поставщиком данных для

всех уровней является основной сервер. В случае выхода его из строя, по причине отказа аппаратного комплекса или его недоступности для потребителей производственных данных, происходит их автоматическое переключение на резервный сервер этого технологического комплекса, что исключает простои оборудования и потерю производственной информации.

Вся информация о работе оборудования, произошедших событиях, повлекших простой оборудования или создание аварийной ситуации, а так же действиях персонала аккумулируются на серверах предыстории. Эта часть системы представляет собой высокопроизводительную базу данных реального времени для хранения производственной и технологической информации. В этом продукте высокая эффективность и гибкость реляционной базы данных сочетаются с быстродействием при максимальном разрешении и высокой скорости передачи данных и возможностями сжатия широкого спектра производственных данных системы реального времени, что обеспечивает интеграцию производственных приложений с управленческой системой.

Информация, накопленная на серверах предыстории, установленных на каждом участке предприятия, передается на сервер MES-уровня, где происходит обработка информации и публикация полученных результатов на Web-портале в любом требуемом и удобном для восприятия виде: графики, таблицы, диаграммы, а так же подготовка данных и их передача на сервера ERP-уровня системы. Доступ к данной информации возможен с любого рабочего места, а также из внешней сети при наличии прав на получение запрашиваемой информации. В случае выхода из строя сервера сбора предыстории технологического комплекса, информация аккумулируется на сервере производства. После включения вышедшего из строя компонента информация передается в полном объеме. Представленная распределенная структура обеспечивает повышенную отказоустойчивость системы и сохранность данных.

Для предотвращения потери информации на серверах предыстории всех уровней (SCADA, MES и ERP) необходимо резервирование накопителей на жёстких магнитных дисках в RAID-массиве, а так же периодический съем информации и ее запись на оптические носители (DVD-диски).

Перечень данных решений практически полностью исключает потерю и искажение информации в крупных производственных системах.

Практически все современные пакеты базового программного обеспечения от ведущих поставщиков систем автоматизации и информационных технологий таких, как Wonderware от Invensys Operations Management, Proficy от GE Intelligent Platforms, Vijeo от Schneider Electric позволяют реализовать предложенную структуру построения системы.

Так же хочется заметить, что автоматизация всех уровней управления сразу и везде не является обязательной - возможна поэтапная автоматизация предприятия, а в некоторых случаях можно ограничиться управлением на уровне MES-системы, дополнив ее учетными средствами автоматизации административно-хозяйственной деятельности предприятия.

Библиографический список:

1. MES – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [<http://ru.wikipedia.org/wiki/MES>] – Загл. С экрана.
2. ERP – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [<http://ru.wikipedia.org/wiki/ERP>] – Загл. С экрана.

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВКИ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Линков А.А.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Новые процедуры синтеза алгоритмов идентификации, базирующиеся на представлении идентификаторов в виде замкнутых динамических систем (ЗДС) [1], показали себя по результатам численных исследований достаточно эффективным инструментом оценивания динамических характеристик нестационарных объектов [2]. При этом в качестве одного из вариантов математических моделей были исследованы линейно-параметрические структуры, учитываемые переменные которых статистически или функционально связаны между собой. В данном сообщении рассматриваются особенности идентификации таких моделей с помощью алгоритмов на базе ЗДС при обработке кривых разгона. Возникающие при этом трудности получения несмещенных оценок коэффициентов удалось преодолеть с помощью предложенного метода идентификации динамических объектов с натурно-модельным формированием и обработкой экспериментальных данных.

Эти данные были получены по результатам активного эксперимента [3], в основу которого был положен метод идентификации с нанесением испытательных воздействий на прогнозируемые траектории рабочих режимов управления [4]. После соответствующей первичной обработки они были представлены в виде обобщенных кривых разгона, каждая из которых отражала динамические свойства одного канала преобразования изменений входных воздействий объекта идентификации. Такие кривые включали:

– среднюю реализацию, рассчитанную путем усреднения по множеству нескольких кривых разгона, полученных для одного и того же канала преобразования при приблизительно одинаковых условиях;

– огибающие, которые были представлены граничными (верхней и нижней) кривыми разгона и, тем самым, отражали разброс данных, вызванный влиянием неконтролируемых возмущений.

Структура математической модели преобразующих каналов установки сжигания водоугольного топлива была выбрана по результатам визуального анализа усредненных кривых разгона и представлена в виде инерционного звена первого порядка, последовательно соединенного с звеном чистого запаздывания

$$T^m \frac{dy^m(t)}{dt} + y^m(t) = k^m u(t - \tau_u^m), \quad (1)$$

где y и u – соответственно выходные и регулирующие воздействия объекта идентификации; k , T , τ_u – соответственно, коэффициент передачи, постоянная времени и время запаздывания по каналу преобразования регулирующих воздействий; t – непрерывное время; индекс « m » означает модельный.

Модель (1) была представлена в дискретной линейно-параметрической форме [4]

$$y^m(i) = \sum_{j=1}^2 k_j^m(i-1) \cdot u_j(i-l_j), \quad (2)$$

где $k_j^m(i)$, l_j – соответственно, коэффициенты и дискретное запаздывание по j -му каналу преобразования входных воздействий; i – дискретное время; j – номер учитываемого входного воздействия.

Модель (2) получена из (1) следующим образом

– переход от дифференциального (1) к дифференциально-разностному уравнению

$$y^m(i) = k_1^m y^m(i-1) + k_2^m u(i-l_u^m), \quad (3)$$

где l_u – дискретное запаздывание по каналу преобразования регулирующих воздействий, определяемое как

$$l_u^m = \frac{\tau_u^m}{\Delta t}; \quad (4)$$

Δt – шаг дискретизации времени;

значения коэффициентов k_1^m и k_2^m рассчитывали по формулам [1]

$$k_1^m = \frac{T^m}{T^m + \Delta t}; \quad k_2^m = \frac{k^m \Delta}{T^m + \Delta t}; \quad (5)$$

– для перехода от модели (3) к модели линейно-параметрического вида (2) в соответствии с схемой Гаммерштейна [4] переопределяли входной сигнал

$$u_1(i-l_1) = y(i-1); \quad l_1 = 0; \quad (6)$$

$$u_2(i-l_2) = u(i-l_u^m); \quad l_2 = l_u^m. \quad (7)$$

Алгоритм идентификации на базе ЗДС, конкретизированный для модели (2) имеет вид [1]

$$k_j^m(i) = k_j^m(i-1) + \frac{u_j(i)}{\sum u_j^2(i-l_j)} \cdot \varepsilon_p(i); \quad (8)$$

$$\varepsilon_p(i) = y(i) - y^m(i); \quad (9)$$

$$y^m(i) = \sum_{j=1}^2 k_j^m(i-1) \cdot u_j(i-l_j), \quad (10)$$

$$T^m(i) = \frac{k_1^m(i) \Delta}{1 - k_1^m(i)}; \quad (11)$$

$$k^m(i) = \frac{k_2^m(i) \Delta}{1 - k_1^m(i)}; \quad (12)$$

$$\tau^m(i) = l^m(i) \cdot \Delta t. \quad (13)$$

По результатам предварительно проведенных модельных исследований алгоритма (8) – (13) для линейно-параметрической структуры модели (2) [2] были сделан вывод о том, что наличие тесной связи между учитываемыми входными воздействиями u_1 и u_2 , определяемыми выражениями (6) и (7), не позволило получить несмещенные оценки коэффициентов k_1^m и k_2^m при обработке кривых разгона. Поэтому было предложено дополнительно формировать исследовательского воздействия на объект идентификации в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности, нормированная автокорреляционная функция которой близка к нулю, что позволило бы устранить негативные последствия такой связи и, соответственно, получить несмещенные оценки коэффициентов модели (2).

Один из вариантов реализации этого предложения для важного случая, когда уже имеются натурные реализации кривых разгона, заключается в развитии метода динамиче-

ской идентификации нестационарных объектов на базе ЗДС путем дополнения его процедурой натурно-модельного формирования и обработки данных. Предлагаемый метод может быть использован для любых структур динамических моделей, учитываемые переменные которых характеризуются наличием тесной статистической или функциональной связи.

Отличительной особенностью этого метода является то, что определение приращений относительно натуральных траекторий входных и выходных воздействий объекта идентификации здесь предлагается выполнять не с помощью традиционно используемой пересчетной математической модели, а путем графического перестроения натурной кривой разгона в реакцию объекта на модельную реализацию исследовательского воздействия в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности, условно подаваемую на вход объекта идентификации.

При его реализации для рассматриваемой задачи идентификации выполняли следующую схему формирования и обработки данных.

1. Фиксировали кривую разгона по одному из каналов преобразования изменений входных воздействий. На рисунке 1 в качестве примера приведена одна из кривых разгона, которая характеризует реакцию объекта идентификации на единичное (1 л/ч) ступенчатое увеличение расхода водоугольного топлива по каналу преобразования " $\delta Q_T \rightarrow \delta t_D$ ", где δQ_T – изменение расхода водоугольного топлива, а δt_D – изменение температуры дыма на выходе из топки установки его сжигания.

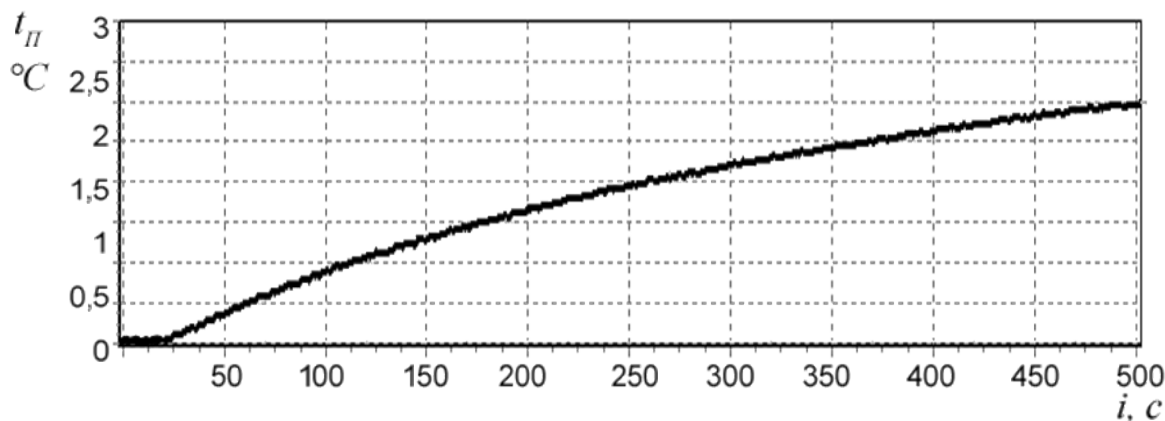


Рисунок 1 – Экспериментальная кривая разгона

2. Формировали модельную реализацию исследовательского воздействия в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности. За основу формирования такой последовательности взяли схему, описанную в [6], согласно которой

$$u(i) = a_1 u(i-1) + a_2 u(i-2) + \dots + a_N u(i-N), \quad (14)$$

где u и a принимают значения 0 или 1, и сложение производится по правилу

$$\begin{cases} 0 + 0 = 0 \\ 1 + 0 = 1 \\ 1 + 1 = 1; \end{cases} \quad (15)$$

N – длина реализации исследовательского воздействия, выбираемая с учетом оценки времени переходного процесса по исследуемому каналу преобразования воздействий; значе-

ния коэффициента a задаются специальной таблицей [6]. Такая двоичная последовательность состоит из прямоугольных импульсов, каждый из которых имеет одинаковую длительность $\theta_{и0}$. При $N \gg 1$ она имеет среднее значение, равное 0,5. Для изменения этого значения предложено формировать единичные прямоугольные импульсы различной длительности, например, по выражению

$$\theta_{и(i)} = \begin{cases} \alpha(i) \cdot \theta_{и(i)}; & \alpha(i) > 1 \text{ при } u(i) = 1; \\ \beta(i) \cdot \theta_{и(i)}; & \beta(i) < 1 \text{ при } u(i) = 0. \end{cases} \quad (16)$$

На рисунке 2 приведена реализация одного из вариантов такого исследовательского воздействия.

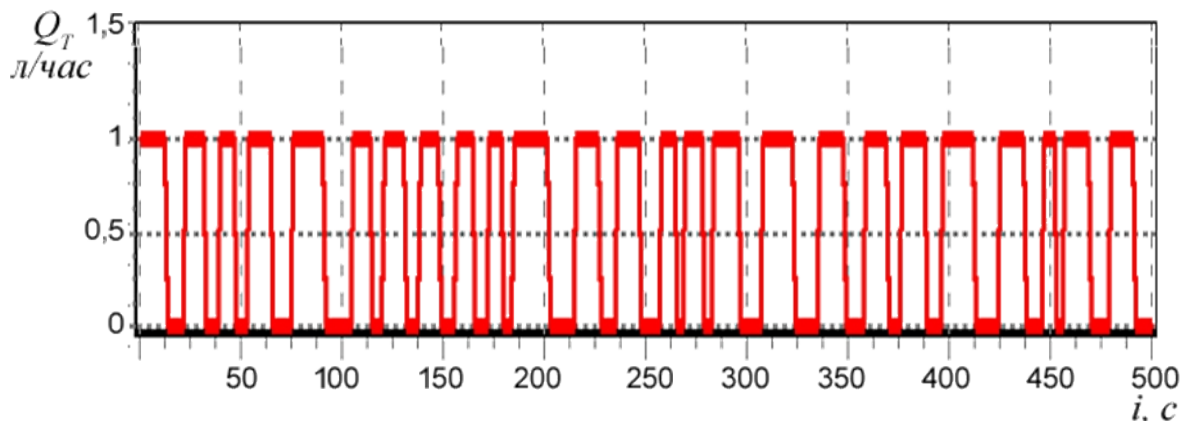


Рисунок 2 – Реализация исследовательского воздействия в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности

3. Реакция объекта идентификации на исследовательское воздействие, пример которого приведен на рисунке 2, была сформирована по методике перестроения импульсной переходной характеристики в кривую разгона и наоборот [7] с использованием данных реализаций, приведенных на рисунках 1 и 2. Согласно этой методике на интервале времени $[i_0; i_0 + n_1]$ первого участка, состоящего из n_1 положительных единичных прямоугольных импульсов, реакция объекта идентификации $t_D(i_0; i_0 + n_1)$ будет совпадать с траекторией кривой разгона. На следующем, втором участке траектория изменения выходного воздействия $t_D(i_1; i_1 + n_2)$ является реакцией объекта на n_2 отрицательных единичных импульсов второго участка. Ее ординаты определяются как разность n_2 ординат натуральных кривых разгона на интервалах $[i_1; i_1 + n_2]$ и $[i_0; i_0 + n_2]$, т.е.

$$\begin{aligned} y(i_1 + 1) &= y(i_1) - y(i_0 + 1); \\ y(i_1 + 2) &= y(i_1 + 1) - y(i_0 + 2); \\ &\dots \\ y(i_1 + n_2) &= y(i_1 + n_2 - 1) - y(i_0 + n_2). \end{aligned}$$

Аналогичным образом определяется реакция натурального объекта на всех последующих участках этой кривой, длина которых равна длине соответствующих участков реализации исследовательского воздействия в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности, а его ординаты как разность траекторий выходного воздействия на этих уча-

стках времени длиной n_j , $j \in [1, J]$, где J – число участков с положительными и отрицательными единичными прямоугольными импульсами на всей реализации исследовательского воздействия.

Кривая переходного процесса, характеризующая полученную реакцию объекта на исследовательское воздействие в виде псевдослучайной двоичной белой последовательности, представлена на рисунке 3.

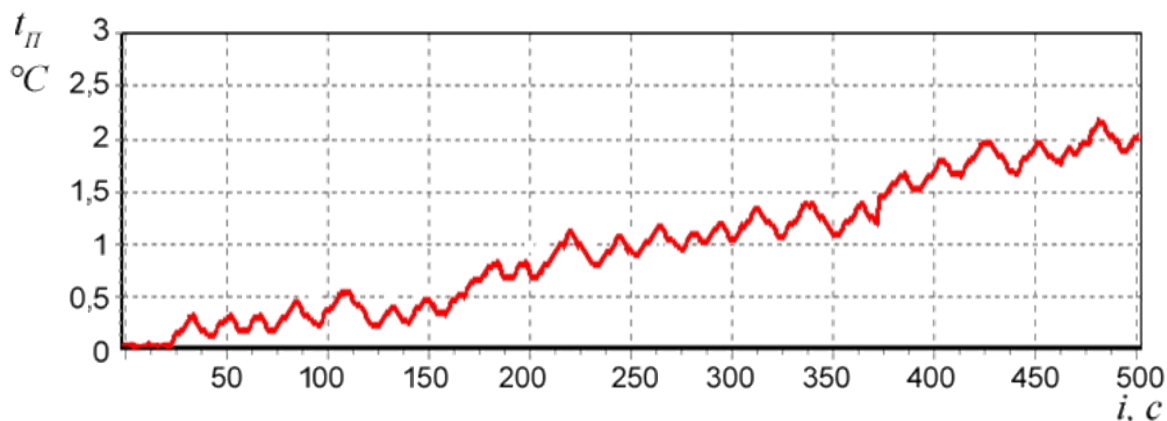


Рисунок 3 – Реакция объекта на псевдослучайную двоичную белую последовательность

4. Непосредственное использование данных, представленных кривой рисунка 3, для идентификации канала преобразования воздействий " $\delta Q_T \rightarrow \delta t_D$ " с помощью алгоритма на базе ЗДС (8) – (13).

После обработки представленных на рисунке 3 данных с помощью алгоритма идентификации на базе ЗДС были получены следующие значения коэффициентов модели (1) канала преобразования воздействий " $\delta Q_T \rightarrow \delta t_D$ "

$$T^m = 199 \text{ с.}; \quad k^m = 2,8 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{л} / \text{ч.}; \quad \tau^m = 22 \text{ с.}$$

Ниже в качестве примера приведены результаты параметрического оценивания с помощью алгоритма на базе ЗДС с использованием предложенного метода идентификации и для других каналов преобразования изменений входных воздействий установки сжигания водоугольного топлива

1) для канала преобразования изменений расхода топлива в изменения температуры дыма на выходе из топки установки его сжигания " $\delta Q_T \rightarrow \delta t_D$ "

$$T^m = 166; \quad k^m = 5,8 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{л} / \text{ч.}; \quad \tau^m = 19 \text{ с.};$$

2) для канала преобразования изменений расхода воздуха, подаваемого горизонтальной струей, в изменения температуры дыма на выходе из топки установки его сжигания " $\delta Q_{B1} \rightarrow \delta t_D$ "

$$T^m = 165 \text{ с.}; \quad k^m = -0,78 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{л} / \text{ч.}; \quad \tau^m = 14 \text{ с.};$$

3) для канала преобразования изменений расхода топлива в изменения содержания CO_2 в продуктах сгорания топлива " $\delta Q_T \rightarrow \delta CO_2$ "

$$T^m = 76 \text{ с}; k^m = 0,11^\circ \text{С} / \text{л} / \text{ч}; \tau^m = 9 \text{ с},$$

Вывод. Предложенный метод идентификации динамических объектов лежит в русле натурно-модельного подхода. Особенность его заключается в использовании вместо пересчетной математической модели процедуры графического перестроения кривой разгона в импульсную и наоборот. Интеграция процедур сведения динамической модели к линейно-параметрической форме, синтез алгоритма обработки данных на основе замкнутых динамических систем, натурно-модельное формирование данных для оценивания коэффициентов с наложением исследуемых воздействий с регулярными и случайными составляющими на прогнозируемые рабочие управления позволяет эффективно получать модели натурных объектов в условиях существенной неопределенности.

Библиографический список

1. Синтез идентификаторов в виде замкнутых динамических систем / Л. П. Мышляев, Д.А. Агеев, К.Г. Венгер, С.В. Чернявский // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2010. -№ 12. – С. 60 – 62
2. Венгер К.Г. Численные исследования алгоритмов идентификации на базе замкнутых динамических систем / К.Г. Венгер, А.А. Линков, Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Д.А. Агеев // Вестник КемГУ. – Кемерово: Изд-во КемГУ, - 2011. – С.
3. Идентификация динамических характеристик установки сжигания водоугольного топлива / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, К.Г. Венгер, М.Г. Чичиндаев, А.А. Куценко // Вестник КузГТУ. – Кемерово: Изд-во КузГТУ, - 2011. – С.
4. Методы идентификации промышленных объектов в системах управления / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, А.С. Рыков, Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, А.А. Ивушкин, Л.Г. Казакова. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2007. – 307 с.
5. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. - М.: Наука, 1991. – 432 с.
6. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования / В.Я. Ротач. – М.: Энергия, 1973. – 440 с.
7. Климовицкий М.Д. Автоматический контроль и регулирование в черной металлургии. Справочник. / М.Д. Климовицкий, А.П. Копелович. – М.: Изд-во «Металлургия», 1967. – 787 с.

О САМООРГАНИЗАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Кунина Д.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В данной работе ставится задача создания самоорганизующейся модели технического объекта с последующим переносом полученных результатов на реальные объекты управления. Для самоорганизующихся объектов должно быть характерным необходимость интенсивного определения бездатчиковыми методами информации о своем внутреннем состоянии и ее использования с целью минимизации потребления внутренних и внешних энергетических ресурсов, направленных на выполнение технологического процесса [1]. В системах управления широкое применение находят объекты, в которых применяются ферромагнитные элементы. Это электроприводы постоянного и переменного тока, агрегаты привод-насос, привод-инструмент, индукционные нагревательные печи, автоматические сварочные агрегаты, электромагнитные элементы грузоподъемных механиз-

мов. Качественные и энергетические показатели таких систем зачастую оставляют желать лучшего из-за отсутствия датчиков усредненного значения магнитного потока и величины текущего значения индуктивности катушки с ферромагнитными сердечниками с учетом степени насыщения магнитной системы. Точечные датчики на основе элементов Холла и сердечников на пермаллоиде с достаточной степенью точности проблему измерения усредненного по поверхности сечения магнитопровода не решают из-за необходимости использования большого количества датчиков локального точечного измерения, распределенных по площади поперечного сечения магнитопровода для усреднения их показаний.

Проблема осложняется тем, что неизвестна нелинейная зависимость потокосцепления в магнитопроводе от силы тока в катушке индуктивности, а также степень насыщения магнитопровода, что в свою очередь ставит задачу определения текущего значения индуктивности на каждом такте дискретизации в микроконтроллерной системе управления. Поэтому представляется целесообразной разработка самоорганизующего объекта.

В соответствии с [2] при изменении силы тока в катушке возникает ЭДС индукции E , равная

$$-E = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d(LI)}{dt} = L \frac{dI}{dt} + I \frac{dL}{dt} = (L + I \frac{dL}{dI}) \frac{dI}{dt}, \quad (1)$$

$$\psi = LI, \quad (2)$$

ψ - потокосцепление; L – индуктивность катушки; I – ток в катушке. Уравнение (1) учитывает переменность индуктивности катушки, связанной с нелинейностью кривой намагничивания из-за изменения степени магнитного насыщения магнитопровода. С учетом (1) запишем дифференциальное уравнение для рабочего контура, состоящего из источника энергии с напряжением U , активного сопротивления R обмотки катушки. Это уравнение примем за основу самоорганизующейся имитационной модели

$$[L(I) + I \frac{dL}{dI}] \frac{dI}{dt} + RI = U, \quad (3)$$

самоопределяющей неизвестные параметры $L(I)$, dL/dI и автоматически определяющей и использующей эти параметры в модели.

В дифференциальном уравнении (3) выражение в прямых скобках представляет собой индуктивность, которая динамически изменяется в функции тока I , причем индуктивность можно представить состоящей из двух частей: статической $L(I)$ и динамической dL/dI . Из (2) для статической составляющей имеем

$$L(I) = \psi / I. \quad (4)$$

Непосредственно воспользоваться производной dL/dI для самоопределения ее текущего значения невозможно. Но, учитывая, что в микроконтроллерных системах частота дискретизации составляет не менее 10-20 кГц, благодаря чему за период дискретизации индуктивность изменяется незначительно, производную dL/dI с достаточной точностью приближенно можно представить отношением приращений:

$$\frac{dL}{dI} \approx \frac{L_t - L_p}{I_t - I_p}, \quad (5)$$

где L_t , I_t и L_p , I_p - соответственно значения индуктивности L и тока I в текущем периоде дискретизации, а L_p и I_p их значения в предыдущем периоде дискретизации.

Используем соотношения (4) и (5) для внутренней самоорганизации, направленной на модельную реализацию дифференциального уравнения (3), подставив их выражения в уравнение (3). В результате получим:

$$\left[\frac{\psi}{I} + I \frac{L_t - L_p}{I t - I_p} \right] \frac{dI}{dt} + RI = U. \quad (6)$$

Самоорганизация определяется следующей особенностью соотношения (6), похожего на нелинейное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами. В отличие от дифференциального уравнения это соотношение связывает не только ток I с потокосцеплением ψ , как входную и выходную величины, но в его состав входит функциональная зависимость ψ/I , и отношение приращения индуктивности к приращению тока. Разности вычисляются между значениями в текущем и предыдущем периодах дискретизации. Эти составляющие и определяют процесс самоорганизации объекта. Для реализации имитационной модели правую и левую части соотношения (6) разделим на выражение в прямых скобках в левой части уравнения. В результате получим:

$$\frac{dI}{dt} = (U - RI) / \left(\frac{\psi}{I} + I \frac{L_t - L_p}{I t - I_p} \right). \quad (7)$$

На основании (7) создадим имитационную модель, которую будем использовать для разработки, исследования, проектирования и предварительной отладки системы управления. Модель будем строить без использования трудоемкой процедуры экспериментального определения кривой намагничивания, ориентируясь на то, что будет создана программная система, автоматически определяющая необходимые параметры непосредственно на каждом шаге дискретизации при реализации алгоритма управления. Однако такая возможность отсутствует при разработке системы управления на базе имитационной модели. Поэтому выдвигается следующая идея. Разработку системы управления выполнять на модели, в которой кривая намагничивания аппроксимируется экспонентой, входным сигналом которой является ток намагничивания, а выходной величиной потокосцепление. Поскольку в реальной системе переменные будут определяться автоматически, отклонение аппроксимирующей кривой в модели от реальной негативного влияния при управлении реальным объектом не окажет.

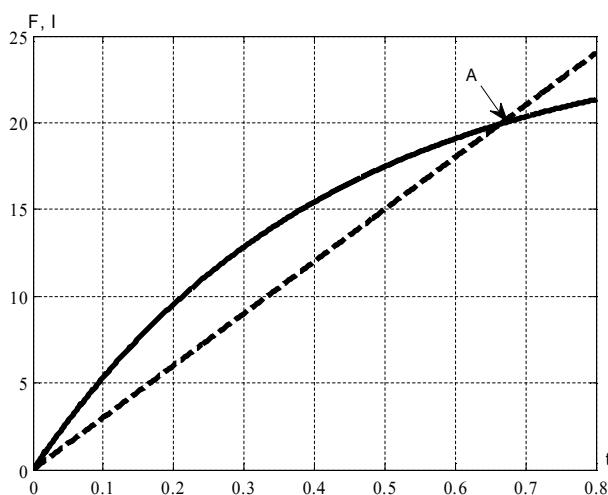


Рисунок 1 – Кривая потокосцепления F (сплошная линия) и тока I (пунктирная линия)

Параметры аппроксимирующей кривой намагничивания рассчитаем исходя из следующего соотношения, определяющей зависимость потокосцепления ψ от тока I . На рисунке 1 по горизонтальной оси показано время t , на вертикальной – потокосцепление ψ (на рисунке обозначено символом F и показан сплошной линией) и ток I . (показан пунктирной линией). Далее задаемся на экспоненте точкой A , соответствующей номинальным значе-

ниям потокосцепления ψ_n и тока I_n , причем ψ_n составляет 75 процентов от максимального значения ψ_m - предельного насыщения магнитопровода. Также задаем коэффициентом K , определяемым из соотношения $\psi_n = K_n I_n$. На рисунке 1 кривая потокосцепления показана в увеличенном масштабе с целью улучшения наглядности рисунка, поскольку по абсолютной величине потокосцепление на несколько порядков меньше тока. Это обеспечено изменением значения коэффициента K . Расчет выполняется по формуле, экспоненциально связывающей ток I с потокосцеплением ψ :

$$\psi_n = \psi_m (1 - \exp(-KI)). \quad (8)$$

Типовая схема имитационной модели реализованная в системе моделирования Matlab-Simulink на основе уравнения (7) приведена на рисунке 2.

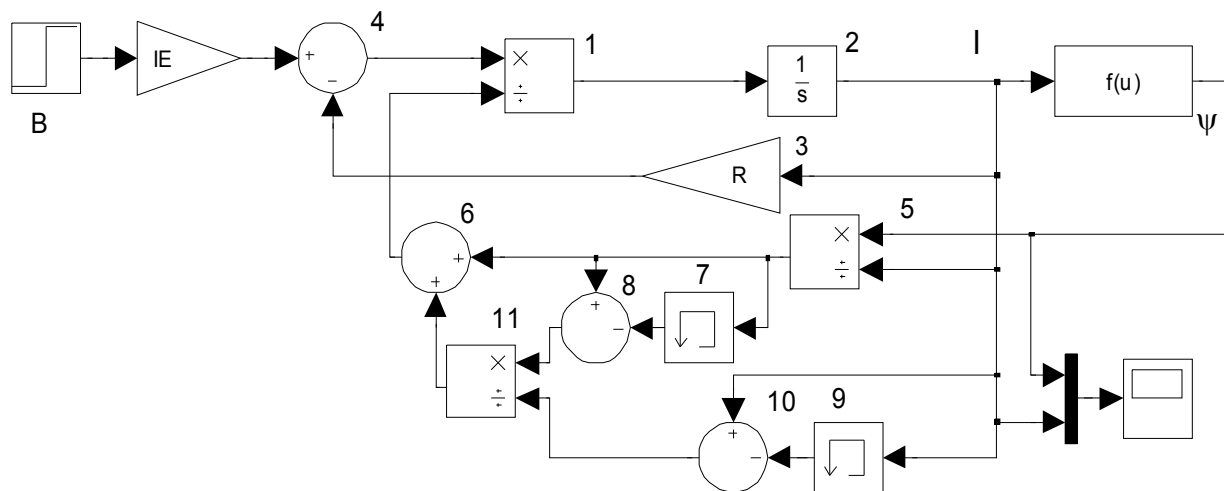


Рисунок 2 – Имитационная модель самоорганизующегося объекта

Модель на рисунке 2 реализует уравнение (7), причем кривая намагничивания воспроизводится блоком $f(u)$, аппроксимируемую экспоненциальной функцией (8). IE – источник энергии, из напряжения которого в сумматоре 4 вычитается составляющая IR , формируемая цепью отрицательной обратной связи по току I через модуль 3. Блок функционального деления 5 формирует зависящую от тока I статическую составляющую индуктивности в соответствии с соотношением (4), выход которого подключен к сумматору 6 и входу модуля задержки на такт шага дискретизации 7, реализуя на сумматоре 8 приращение $L_t - L_p$. Модули задержки и сумматор 10 выполняют приращение $I_t - I_p$, а на блоке деления 11 выполняется функция

$$\frac{L_t - L_p}{I_t - I_p} \quad (9)$$

и суммируется со статической составляющей индуктивности ψ/I . Блок деления 1 реализует правую часть уравнения (7), а блок B осуществляет включение и отключение модели в работу. Модуль 2 выполняет интегрирование сигнала, сформированного в соответствии с правой частью уравнения (7). На выходе блока 2 формируется сигнал, равный току I , который в свою очередь подается на вход блока $F(u)$, воспроизводящего кривую намагничивания.

На рисунке 3 приведены кривые тока и потокосцепления при реакции системы на скачок напряжения, поданного на обмотку. Как следует из кривых, нарастание тока более интенсивное, нежели потокосцепления. Следует отметить, что оценка в некотором роде не

достаточно корректная, поскольку кривая потокосцепления приведена в масштабе, увеличенном на несколько порядков для совмещения установившихся значений. К сожалению, привести обе кривые на одном рисунке не представляется возможным из-за большой разницы в максимальных значениях. Собственно это и вызвало необходимость в большом увеличении масштаба кривой потокосцепления.

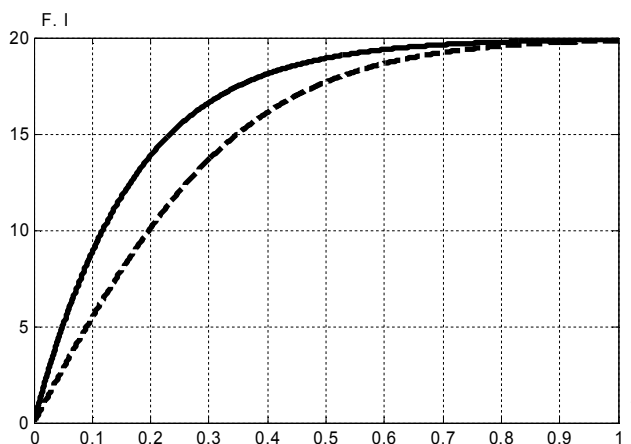


Рисунок 3 – Ток (сплошная линия) и потокосцепление (пунктирная линия) при скачкообразном изменении напряжения на катушке (масштаб ординаты линии потокосцепления увеличен на несколько порядков для совмещения установившихся значений)

На рисунке 4 приведена широко применяемая система, настроенная по постоянной времени обмотки возбуждения, определенной для начального линейного участка кривой намагничивания.

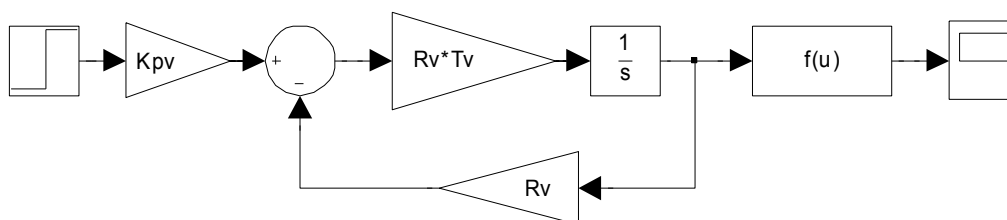


Рисунок 4 – Линейная система составленная по параметрам начального линейного участка кривой намагничивания

На рисунке 5 для сравнения приведены кривые изменения потокосцепления в системе с учетом насыщения магнитной системы и в системе, в которой характеристика намагничивания представлена линейной, полученной продолжением начального линейного участка. Сплошная кривая соответствует системе на рисунке 2, в которой учитывается нелинейная зависимость между током и потокосцеплением при подачи скачком на обмотку номинального напряжения, как видно из рисунка в исходной системе процесс нарастания потокосцепления осуществляется более высокими темпами, поскольку в ней учитывается уменьшение постоянной времени по мере увеличения тока и потокосцепления.

Выводы. Привнесение в технический объект управления элементов самоорганизации обеспечило улучшение его динамических характеристик и придало некоторые свойства управляемой системы с обратной связью. Дальнейшее расширение его свойств самоорганизации с применением интеллектуальных датчиков тока возбуждения (есть основание

полагать) позволит расширить свойства самоорганизации объекта и на его основе построить систему с направленной самоорганизацией, обеспечивающей снижение энергопотребления.

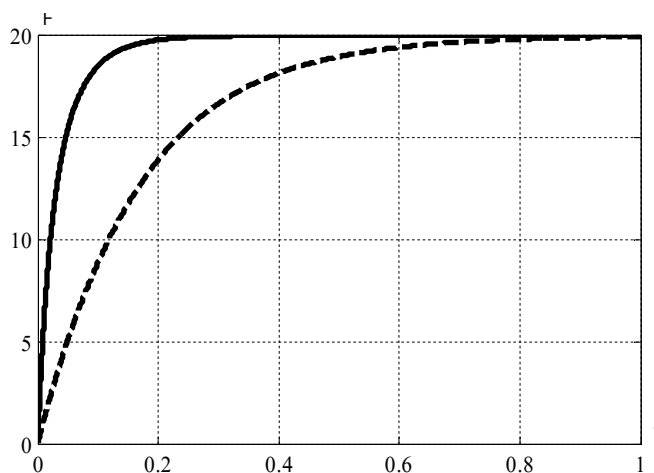


Рисунок 5 – Кривые изменения потокосцеплений

Библиографический список

1. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Механические и электромеханические системы [Текст] / А.А. Колесников [и др.]; под ред. А.А. Колесникова. М.: КомКнига, 2006. – 304 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 книгах. Книга 2. Электричество и магнетизм. АСТ, Астрель, 2008. – 336 с..

О ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ

Киселева Т.В., Маслова Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Понятие информационного риска для нашей страны новое, появившееся сравнительно недавно. Но работы в этом направлении уже ведутся интенсивно и довольно успешно.

Информационный риск – это опасность возникновения убытков при применении в организации информационных технологий. Но если рисками управлять, то потери можно существенно снизить. Процесс управления информационными рисками состоит из следующих этапов [1]:

- Выбор анализируемых объектов и уровня детализации их рассмотрения.
- Выбор методологии оценки рисков.
- Идентификация активов.
- Анализ угроз и их последствий, выявление уязвимых мест в защите информации.
- Оценка рисков.
- Выбор защитных мер.
- Реализация и проверка выбранных мер.
- Оценка остаточного риска.

Управление информационными рисками является циклическим процессом, т.е. для

успешного управления процессы анализа и оценки рисков нужно проводить периодически.

Как правило, для любой компании важными являются абсолютно все составляющие, но все их невозможно включить в анализ, приходится останавливаться на некотором уровне детализации и отдавать себе отчет в его приблизительности. Также при анализе следует учитывать, в который раз он проводится. Если впервые, то предпочтительнее провести более полную оценку, если же анализ делается не в первый раз, можно ограничиться поверхностным его проведением.

При идентификации активов, т.е. всего того, что важно для организации и ее функционирования, следует учитывать не только материальные составляющие, но и такие компоненты информационной системы, как персонал, инфраструктуру, а также нематериальные ценности, например, репутацию компании.

Для каждого актива должен быть определен его владелец, т.е. тот, кто за него отвечает.

Далее определяется критичность активов, т.е. какой ущерб организация понесет в случае нарушения информационной безопасности. Это наиболее сложный процесс. Оценка критичности выполняется в зависимости от влияния рисков на три параметра активов: конфиденциальность, целостность и доступность.

Риск появляется там, где есть угроза; присутствие угрозы объясняется наличием уязвимости в защите информационных систем. Уязвимость характеризуется слабостью защиты, наличием условий, позволяющим угрозе причинить ущерб.

Сначала нужно идентифицировать все имеющиеся угрозы, исходя из соображений здравого смысла, но при этом провести их максимально полное рассмотрение. Часто считается целесообразным выявление еще и источников возникновения угроз, поскольку это поможет при выборе средств защиты.

Далее оценивается вероятность ее осуществления и размер возможного ущерба. Все это можно сделать, используя качественную шкалу. Размер ущерба от реализации угрозы зависит от стоимости ресурса, который подвергается риску, и от степени разрушительности воздействия на ресурс, выражаемой в виде коэффициента разрушительности.

После реализации всех этих этапов необходимо приступить непосредственно к оценке рисков.

Для оценки рисков часто применяется самый простой метод – умножение вероятности осуществления угрозы на возможный ущерб. Полученный результат приводится к качественной шкале, по которой и оценивается приемлемость риска.

На следующем этапе выбираются защитные меры (контрмеры) и оценивается их стоимость. При этом нужно учитывать не только прямые расходы на приобретение нового оборудования, но и на обучение персонала. Если контрмера экономически выгодна, ее оставляют на рассмотрение, если же нет, то не следует ее сразу сбрасывать со счетов, потому что все сделанные до этого расчеты были приблизительны и на практике расходы могут оказаться не такими большими, или ущерб будет значительно выше, чем предполагалось.

После того, как выбраны меры защиты, их внедряют, а затем проверяют на работоспособность. Если остаточный риск приемлем, то можно назначать дату ближайшей переоценки, если же нет, то весь комплекс анализа и оценки проводится заново.

К настоящему времени разработано несколько программных продуктов, которые позволяют проводить анализ и оценку рисков в автоматизированном режиме. Это, в первую очередь, широко известный британский CRAMM, RiskWatch, OCTAVE, COBRA, а также продукты отечественного производителя «Авангард» и «Гриф» [2]. В каждом из них используется своя методика, у каждого есть как достоинства, так и недостатки.

Почти в каждом из этих продуктов первым этапом работы является проведение опроса ИТ-менеджера и другого персонала для определения возможных источников рисков, списка ценных для организации ресурсов, имеющихся средств защиты и т.д.

В основе работы CRAMM лежит комплексный подход к оценке рисков, который

сочетает качественный и количественный методы анализа. На выходе предлагаются защитные меры с обоснованием, но окончательное решение о внедрении принимает руководство.

В результате работы продукта ГРИФ формируется полная модель информационной системы с точки зрения информационной безопасности с учетом выполнения требований политики безопасности.

Экспертная система «Авангард» включает два программных комплекса: «Авангард-Анализ» и «Авангард-Контроль». В первом из них предлагается оценивать риски на основе расчета рискообразующих потенциалов компонентов системы; рискообразующий потенциал – это часть риска, связанного с системой, которая может быть отнесена на счет этого компонента. Методика второго комплекса предназначена для оценки рисков, возникающих в результате невыполнения требований обеспечения безопасности.

На основе полученных результатов ЛПР должно принять решение о выборе и внедрении наиболее целесообразных защитных мер.

При управлении рисками возникает необходимость создания системы поддержки принятия решений (СППР). В настоящее время это одно из наиболее перспективных и стабильно развивающихся направлений в информационных технологиях. Понятие СППР используется широко и пока не имеет единого толкования. В общем случае система поддержки принятия решений – это совокупность программных средств, методов, технического обеспечения, позволяющих в автоматизированном режиме обрабатывать и анализировать данные, по полученным результатам формировать отчеты, содержащие информацию, необходимую для принятия решений. Эта система не дает готовых ответов, она выдает лишь рекомендации, окончательное же решение принимает человек.

Зачем нужна СППР? В настоящее время для принятия решений от человека требуется большое количество знаний, огромный опыт и квалификация, которых у него просто может не быть. Также зачастую решение нужно принять очень быстро, практически мгновенно. Поэтому руководителю нужно вовремя получать достоверные данные. На практике лишь немногие из них могут сказать, что они полностью удовлетворены качеством и скоростью предоставления необходимой информации. Один из вариантов исправления ситуации - построить систему поддержки принятия решений, которая позволит отказаться от посредников, максимально приблизит руководителя к необходимой информации и обеспечит быстрое получение качественных данных в наглядной и понятной форме. Кроме того, СППР позволит сократить сроки, трудоемкость и стоимость принятия решения.

СППР состоит из двух компонентов: хранилища данных и аналитических инструментов обработки и анализа данных. Рассмотрим каждый из них в отдельности.

Хранилище данных (ХД) – предметно-ориентированный, интегрированный, неизменяемый, поддерживающий хронологию набор данных, организованный для целей поддержки принятия решений [3]. ХД содержит информацию, которая отражает разные точки зрения на одну и ту же предметную область, данные в нем хранятся в едином формате, а кроме того, они доступны только для чтения. По сути, хранилище данных – это очень большая база данных, которые не поддаются изменениям. Обычная база данных использована быть не может, так как объем данных очень велик, и БД с таким количеством просто не справляются.

Существует несколько способов реализации хранилища данных в СППР: использование виртуального ХД, витрин данных или сочетание того и другого.

Выделяется три типа аналитических инструментов: информационно-поисковые, оперативно-аналитические и интеллектуальные. Информационно-поисковая система по запросу пользователя находит необходимые ему данные. Оперативно-аналитическая система использует технологию оперативной аналитической обработки данных OLAP, представляет найденные данные в том виде, который удобен аналитику. Интеллектуальная система находит в накопленных данных скрытые, ранее не известные, применимые на прак-

тике знания и использует при этом методы Data Mining [3].

Для СППР отсутствует не только четкое определение, но и общепринятая классификация. Чаще всего выделяют два вида: информационные системы руководства (EIS, Execution Information System) и полнофункциональные системы анализа данных (DSS, Decision Support System).

К методам Data Mining, которые применяются в СППР, относятся методы статистической обработки данных (анализ природы данных, выявление закономерностей и связей, прогнозирование), экспертные методы («ближайшего соседа», дерева решений, визуализации данных), методы нейронных сетей, генетических алгоритмов, а также их различные сочетания. Для каждого из этих методов уже существуют программные продукты, позволяющие существенно ускорить процесс обработки и анализа данных.

К основным задачам Data Mining относятся классификация и регрессия, кластеризация, поиск ассоциативных правил и т.д.

Задача классификация сводится к тому, чтобы по характеристикам объекта отнести его к какому-либо классу. При этом множество классов известно заранее. В литературе, посвященной этому вопросу, в качестве примера приводится ситуация, когда человек обращается в банк за предоставлением кредита [4]. В этом случае банковскому работнику нужно определить, кредитоспособен ли этот человек или нет, т.е. отнести его к одному из двух классов. Также ярким примером может служить фильтрация электронной почты: нужно классифицировать электронные сообщения как спам или письмо.

В приведенных примерах класса всего два, но в реальной ситуации их может быть гораздо больше.

Задача регрессии подобна задаче классификации, но здесь значением параметра является множество действительных чисел. Пример – определение суммы кредита, которую банк может выдать своему клиенту.

Задача поиска ассоциативных правил заключается в определении часто встречающихся наборов каких-либо объектов в большом множестве таких наборов и является частным случаем задачи классификации. Впервые она была предложена для нахождения типичных шаблонов покупок и называлась анализом рыночной корзины. В поиске выделяют два этапа:

1. Нахождение всех частых наборов.
 2. Генерация ассоциативных правил из найденного.
- Правила имеют следующий вид: ЕСЛИ (условие), ТО (результат).

Основным достоинством такого метода является легкое восприятие человеком и простая интерпретация языками программирования.

Задача кластеризации состоит в разделении исходного множества объектов на группы похожих объектов. Эти группы называются кластерами. В отличие от задачи классификации кластеры и их количество заранее не известны.

Общий алгоритм кластеризации выглядит так:

- Приведение исходных данных к нужному виду (подготовка данных);
- Выбор меры близости;
- Выбор алгоритма кластеризации;
- Выполнение алгоритма;
- Представление полученных результатов;
- Интерпретация полученных результатов.

К методам Data Mining относятся в первую очередь нечеткая логика, генетические алгоритмы и нейронные сети.

В основе нечеткой логики лежит понятие нечеткого высказывания – это предложение, относительно которого можно судить о степени его истинности или ложности [3]. Степень истинности колеблется в диапазоне от 0 до 1. Значения 0 и 1 соответствуют понятиям «истина» и «ложь» в четкой логике, это предельные значения истинности. Из про-

стных нечетких высказываний можно образовывать сложные при помощи логических связок, аналогичных операциям конъюнкции, дизъюнкции, импликации и эквивалентности и т.д., но отличающихся от них тем, что эти операции задаются классами. Это необходимо, так как в нечеткой логике операции выполняются на непрерывном отрезке и задание операций таблицами истинности просто невозможно.

Каким образом проектируется СППР? На первом этапе нужно сделать постановку задачи, указать цели создания системы, исходные данные, процедуры, формулы и алгоритмы работы системы. Далее разрабатывается база знаний (БЗ) и база данных. Затем готовая система тестируется, оценивается правильность ее работы.

При управлении информационными рисками система поддержки принятия решений также необходима. Ее создание существенно снизит расходы на обеспечение безопасности информации, как денежные, так и временные, так как анализ и оценка рисков будет проводиться в автоматизированном режиме. Кроме того, ЛПР получит в качестве рекомендаций несколько вариантов решения проблемы, из которых он может сделать выбор наиболее приемлемого варианта.

Библиографический список

1. Киселева Т.В. Анализ информационных рисков / Т.В.Киселева, Е.В.Маслова // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: сб. науч. тр. / Новокузнецк, Сибирский гос. индустр.ун-т, 2011. - С. 75-80.
2. Медведковский И.Д. Современные методы и средства анализа и контроля рисков информационных систем компаний [электронный ресурс] / Медведковский И.Д. - Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2007/kita/borisov/library/res3.htm>.; (дата обращения: 28.10.2010).
3. Барсегян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян, М.С.Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.
4. Матвеев М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике / М.Г.Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А.Алейникова. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008. – 448 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ДЛЯ ЭМИТЕНТОВ И АКЦИОНЕРОВ

Быков Е.А., Ярчук В.Ф.

ЗАО «Ведение реестров компаний»

г. Екатеринбург

Информационная система удаленного доступа для эмитентов и акционеров (ИСУД) предназначена для оперативного предоставления клиентам в режиме реального времени списков, отчетов, справок и другой информации о состоянии реестра владельцев именных ценных бумаг. В процессе предоставления услуг, система аккумулирует информацию о предоставленных услугах и формирует счета и иные документы для оплаты предоставленных услуг клиентами и предоставления в налоговые и иные государственные органы. ИСУД реализуется на базе системы ведения реестров «Вереком» (далее - СВР «Вереком»).

Задачи ИСУД заключаются в следующем:

- обеспечить эмитенту и крупным акционерам удаленный доступ к реестрам эмитента;
- исключить необходимость разработки специализированного ПО для использования на рабочем месте пользователя ИСУД;
- обеспечить контролируемый доступ пользователя к информации из БД реестров,

ограниченный рамками назначенных в ИСУД прав доступа конкретного пользователя;

– обеспечить защиту БД реестров от применения к ней несанкционированных действий, исключив прямой доступ к СУБД со стороны легальных и нелегальных пользователей.

В состав ИСУД входят подсистемы:

– СВР «Верекон»;

– модуль доступа клиентов к данным СВР «Верекон» (модуль доступа);

– система учета предоставленных услуг и выставления счетов (система биллинга).

Общие принципы работы ИСУД и взаимодействия ее подсистем заключаются в следующем. СВР «Верекон» аккумулирует информацию, являющуюся результатом оперативной деятельности специализированного регистратора по ведению реестров. Модуль доступа обеспечивает доступ клиентов к информации СВР «Верекон» посредством сети передачи данных общего пользования (Интернет), идентификацию и аутентификацию клиентов на сервере доступа и криптографическую защиту передаваемой информации. Система биллинга получает от модуля доступа информацию об услугах, предоставленных клиентам ИСУД, и формирует счета, выставляемые клиентам, одновременно передавая информацию о выставленных счетах в систему бухгалтерского учета 1С-Предприятие. Система 1С-Предприятие обеспечивает формирование счетов-фактур и актов о выполненных работах, предоставление налоговым органам информации о предоставленных услугах в рамках ИСУД.

ИСУД строится на основе следующих функциональных компонент:

– сервер баз данных СВР «Верекон» - хранилище данных СВР «Верекон»;

– сервер приложений – управление доступом к данным СВР «Верекон» со стороны клиентов ИСУД;

– рабочие места клиентов и администратора ИСУД;

– активное сетевое оборудование;

– каналы связи с сетью общего пользования (Интернет);

– система резервного копирования.

ИСУД должна обеспечивать высокий уровень доступности системы со стороны клиентов, выдерживать установленный порог времени для получения клиентом запрошенной услуги, высокий уровень защищенности системы от несанкционированного доступа к информации и несанкционированного изменения информации.

Модуль доступа должен обеспечивать аутентификацию клиента по сертификату, выданному любым из используемых в системе удостоверяющих центров (УЦ). Для защиты информационного обмена между СВР «Верекон» и клиентом должны использоваться только сертифицированные органами государственной власти программные продукты и алгоритмы криптозащиты. Модуль доступа клиентов к данным СВР «Верекон» должен передавать биллинговой системе информацию о предоставленной услуге, только после подтверждения клиентом факта ее получения.

Система учета предоставленных услуг и выставления счетов (система биллинга) аккумулирует данные о предоставленных услугах, стоимости этих услуг, времени и дате их предоставления за указанный период времени по каждому клиенту, формирует счета, счета-фактуры и акты о выполненных работах по каждому клиенту за установленный период времени и передает эти данные в систему бухгалтерского учета 1С-Предприятие.

Кратко опишем основные функции ИСУД. Пользователь обращается к ИСУД через штатное средство операционной системы Windows. Пользователь ИСУД имеет возможность формировать следующие отчеты через web-браузер:

– реестр ЗЛ;

– список акционеров для собрания;

– регистрационный журнал - табличная форма;

– список акционеров, владеющих указанным % акций;

- список крупнейших акционеров;
- отчет о процентном соотношении;
- отчет об обременениях;
- дивидендный список;
- информация по сделкам;
- карточка эмитента;
- справка по эмитенту.

Подключение пользователя производится только к серверу приложений. Прямое обращение пользователя к БД реестров технически исключается. Сервер приложений устанавливает соединение с SQL-сервером под учетной записью, обладающей минимально необходимым набором прав доступа к объектам БД. Необходимый набор прав доступа определяется тем конечным набором SQL-запросов, который будет реализован в сервере приложений, а также дополнительными параметрами назначения прав доступа пользователя к серверу приложений на уровне списка доступных эмитентов, режимов формирования отчетов и других параметров.

Для прохождения аутентификации на головной странице ИСУД пользователь должен установить носитель с ключевым файлом и ввести зарегистрированные для этого ключевого файла имя и пароль пользователя. Пользователю может быть назначен доступ к информации из нескольких реестров, в пределах выше указанного перечня отчетов.

Сервер приложений формирует протокол подключений (попыток подключения) и работы пользователей в ИСУД. В протокол заносятся следующие данные: время подключения к ИСУД, время завершения работы с ИСУД, имя пользователя, перечень сформированных отчетов и их основные параметры (за какой период, по состоянию на какую дату, выбранные фильтры), параметры, идентифицирующие компьютер, с которого происходит подключение (доменное имя пользователя, IP-адрес компьютера, MAC-адрес сетевой карты).

Для администратора ИСУД формируется отчет о действиях удаленных пользователей по данным из протокола. Предусмотрена возможность сохранения пользователем отчетов в форматах XLS, RTF, PDF.

В настоящий момент реализована следующая схема подключения клиентов ИСУД. Клиент ИСУД подключен к серверной машине на платформе операционной системы Win2003 Server, на котором установлен Web-сервер под Internet Information Server и сервер приложений, реализованный в среде разработки Visual Studio 2005, выполненный в виде службы Windows. Для организации сеанса работы клиент ИСУД проходит аутентификацию с проверкой сертификатов клиента и сервера на УЦ фирмы КриптоПро. Процедура аутентификации, шифрования и дешифрования передаваемых данных реализуется с использованием CryptoAPI и ISA Server 2006 по протоколу TLS (Transport Layer Security).

На отдельной серверной машине установлен сервер БД СВР «Вереком» (на базе MS SQL Server 2005). Сервер приложений транслирует запросы клиента ИСУД системе «Вереком» в SQL-запросы и адресует их SQL-серверу. SQL-сервер формирует результаты запросов, которые сервер приложений передает Web-серверу и тот публикует их для пользователя. Шифруется весь трафик между компьютером клиента и серверной машиной с Web-сервером и сервером приложений.

Для аутентификации клиента на сервере ИСУД используется УЦ фирмы КриптоПро. Этот УЦ имеет сертификат ФСБ РФ, подтверждающий соответствие требованиям ФСБ РФ к информационной безопасности класса КС2 удостоверяющих центров корпоративных систем электронного документооборота, предназначенных для обработки информации, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну, с применением средств электронной цифровой подписи. В качестве ключевого носителя используется электронный ключ с интерфейсом USB eToken фирмы Aladdin.

О МЕТОДАХ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАТЕЖНЫМ ОБОРОТОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Валишевская Л.Г., Мусатова А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В своем развитии предприятия должны учитывать чередование фаз (стадий) жизненного цикла под влиянием внешних условий и вовремя применять оптимальные финансовые решения в управлении его финансово-хозяйственной деятельностью (ФХД).

Каждое предприятие в период развития проходит следующие фазы (рисунок 1).

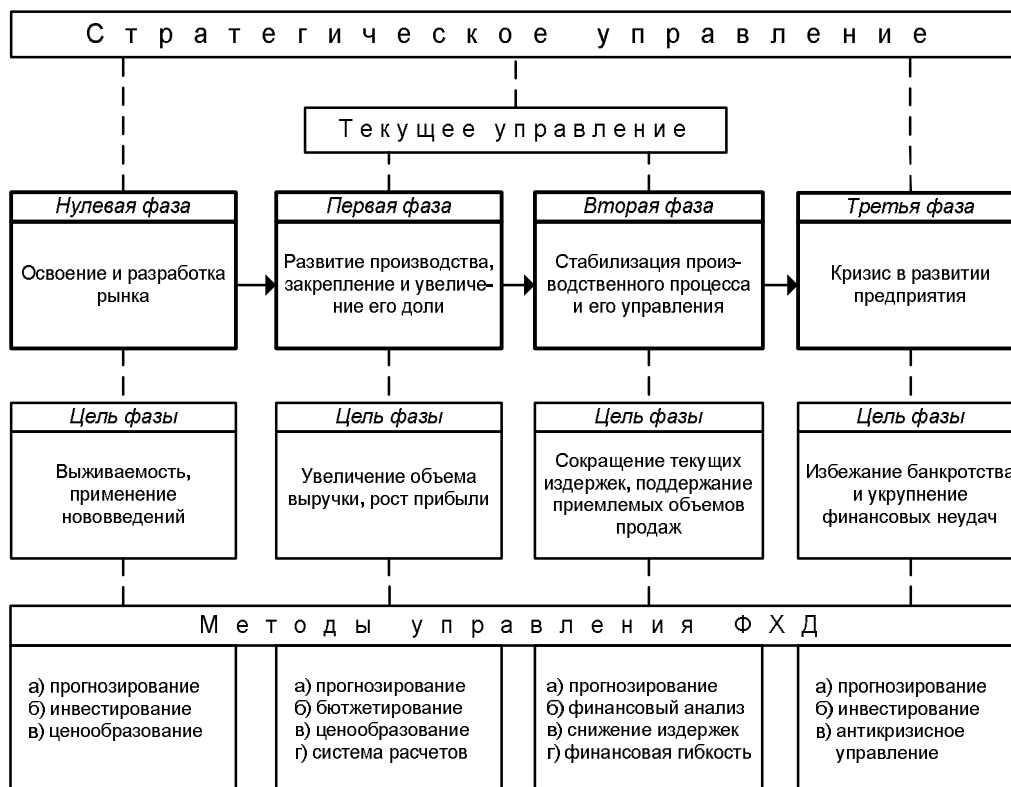


Рисунок 1 – Схема жизненного цикла предприятия и методы финансового управления

Нулевая фаза характеризуется освоением и разработкой рынка, которая включает регистрацию, становление нового продукта, новой технологии, новых основных фондов, нового персонала и новой системы управления. С экономической точки зрения фаза характеризуется большими издержками и низкой отдачей капитала, возможна отрицательная рентабельность.

На *первой фазе* происходят следующие изменения показателей: рост производства, продукции, выручки, прибыли; рост предприятия (реорганизация), увеличение численности управленческого персонала, расширение их функций; децентрализация полномочий. Предприятие закрепляется на рынке и увеличивает долю рынка.

На *второй фазе* отмечается стабилизация производственного процесса и процесса управления. Замедляется и постепенно прекращается рост выручки и прибыли при слабо заменяющихся объемах производства. Сохраняются большие поступления средств, но не имея возможности наращивать объемы сбыта, предприятие не инвестирует в расширение существующего производства, следовательно, имеет положительный денежный поток, что

дает возможность увеличить выплату дивидендов. Предприятие ищет варианты диверсификации и нововведений, выделяются центры финансовой устойчивости, устанавливаются корпоративные отношения.

На *третьей фазе* наступает кризис в развитии предприятия; выражается в снижении объемов производства, сокращение выручки, росте издержек, снижении и отсутствии прибыли, что отражается в отрицательной величине денежного потока или росте задолженности предприятия. В управлении происходит сокращение персонала, концентрация полномочий в верхних уровнях иерархии. Предприятие осуществляет жесткий контроль за издержками.

При дальнейшем развитии предприятия происходит повторение вышеуказанных фаз. Причем, нулевая фаза для нововведений может совпадать по времени с фазой стабилизации и кризиса. Такое совпадение обеспечивает возрастающий тренд экономических результатов и поддерживает снижение показателей не ниже уровня максимума предыдущего цикла.

На каждой фазе жизненного цикла предприятия используют практически все методы и инструменты финансового менеджмента, но можно выделить наиболее важные из них, исходя из целей этапа. Для каждого предприятия из этого набора необходимо выбрать методическое обеспечение, соответствующее той фазе, на которой она находится.

На основе проведенных исследований и ранжирования методов, а также инструментов финансового менеджмента составлена схема приоритетности использования методов по фазам жизненного цикла предприятия (представленная на рисунке), где выделены четыре уровня ранжирования «нечетких посылок» (по теории «неточных высказываний»): а) очень важные методы; б) важные методы; в) скорее важные методы; г) возможно важные методы.

Предложенные методы финансового менеджмента по приоритетности их использования по фазам жизненного цикла рассмотрены на примере одного из металлургических предприятий. Как показал анализ, методическое обеспечение по управлению финансово-хозяйственной деятельностью предприятия не соответствовало той фазе, на которой оно находилось; кроме этого не выполнялась приоритетность их использования.

В связи с этим на момент проведения анализа предприятие находилось в кризисной ситуации, которую можно было бы избежать, применяя ранжированные методы при текущем управлении. Так, на второй фазе (в период стабилизации) не проводился финансовый анализ, не осуществлялся жесткий контроль за издержками производства, наблюдалось нечеткое распределение ответственности и полномочий управленческого персонала. Поэтому на третьей фазе, характеризующей кризис в развитии предприятия необходимо было бы проводить контроль за формированием финансового цикла и осуществлять прогнозирование результатов хозяйственной деятельности.

Метод прогнозирования используется почти на всех фазах жизненного цикла. Для текущего управления данный метод применяется на первой и второй фазе, для стратегического управления – на нулевой и третьей фазах жизненного цикла предприятия.

С целью эффективного управления процессом ускорения платежного оборота необходимо использовать для прогноза нормативы длительности финансового цикла. В настоящее время отсутствует единая методология оценки длительности финансового цикла, поэтому возникает проблема формирования отдельных его составляющих. *Финансовый цикл* представляет собой разрыв между сроком платежа по своим обязательствам перед поставщиками и получением денег от покупателей [1].

Формирование финансового цикла осуществляется с учетом производственно-коммерческого цикла (*ПКЦ*) и операционного цикла (*ОПЦ*) следующим образом:

$$ПКЦ = Ц_{nz} + Ц_{nn} + Ц_{en}; \quad ОПЦ = ПКЦ + Ц_{оз}; \quad ФЦ = ОПЦ - Ц_{кз}.$$

где $Ц_{nz}$ – цикл хранения производственных запасов; $Ц_{nn}$ – цикл процесса производства

(производственный цикл); C_{en} – цикл хранения готовой продукции; $C_{дз}$ – цикл процесса погашения дебиторской задолженности; $C_{кз}$ – цикл процесса погашения кредиторской задолженности.

В процессе управления оборотными активами в рамках операционного цикла выделяют две его составляющие *ПКЦ* и *ФЦ*, между которыми существует тесная связь. Конкретные особенности формирования операционного цикла оказывают большое влияние на ускорение платежного оборота.

Операционный цикл характеризует промежуток времени между приобретением производственных запасов и получением денежных средств от реализации произведенной из них продукции. Важнейшей характеристикой операционного цикла, существенно влияющей на объем, структуру и эффективность использования оборотных активов, является его продолжительность. Наиболее значимой частью операционного цикла является средний период оборота текущей дебиторской задолженности.

В условиях рыночной экономики *дебиторская задолженность* на предприятиях составляет до 80 – 85 %. Современный этап экономического развития характеризуется замедлением платежного оборота, вызывающий рост дебиторской задолженности предприятия. Поэтому эффективное управление дебиторской задолженностью должно быть направлено на оптимизацию общего ее размера и обеспечение своевременного возврата долга на основе создания базы нормативных и расчетных значений, составляющих элементов длительности операционного цикла.

На продолжительность финансового цикла предприятия оказывает существенное влияние средний период погашения задолженности поставщикам, то есть оборота текущей *кредиторской задолженности*, замедление оборачиваемости которой сокращает финансовый цикл, что в динамике – положительная тенденция.

Необходимо отметить следующие условия:

– если финансовый цикл имеет отрицательное значение, то есть продолжительность операционного цикла (период, в течение которого будут осуществлены затраты и получена выручка от покупателей) меньше нормативного периода погашения кредиторской задолженности, то предприятие является платежеспособным при положительной рентабельности затрат.

– если финансовый цикл имеет положительное значение, то рентабельность затрат должна быть не меньше относительной продолжительности финансового цикла, чтобы предприятие было платежеспособным по текущим затратам за счет деятельности, в которую вкладываются эти затраты; выполнение этого условия гарантирует полную платежеспособность по задолженности за счет только средств, полученных от соответствующих затрат, с которыми связана эта задолженность.

Таким образом, для выхода из третьей фазы, то есть из кризисного развития, необходимо на предприятии своевременно прогнозировать показатели, характеризующие результативность его финансово-хозяйственной деятельности. Одним из факторов результативности являются показатели деловой активности предприятия.

Деловая активность в финансовом аспекте проявляется, прежде всего, в скорости оборота денежных средств. От скорости оборота средств зависит размер объема продаж. Финансовое положение предприятия и его платежеспособность показывают насколько быстро денежные средства, вложенные в активы превращаются в реальные деньги. Анализ деловой активности предприятия выявил основные причины изменения длительности производственно-коммерческого, операционного и финансового цикла в целом. Одной из причин изменения длительности этих циклов является отсутствие нормативной базы, которая влияет на качество управления активами. С целью эффективного управления процессом ускорения платежного оборота необходимо разработать нормативы длительности финансового цикла для использования их в прогнозных ситуационных вариантах.

Для решения проблемы обоснованности отдельных составляющих финансового

цикла предлагается моделировать процесс нормирования каждого элемента на основе комплексного подхода с использованием различных методов их оценки, учитывая вариативность способов расчетов, их состояния и ситуационность производственных условий.

На предприятиях с большим объемом оборотных средств разрабатывается самостоятельная политика управления операционным циклом по отдельным его группам. В разрезе каждой из этих групп политика управления ими конкретизируется и подчиняется общей политике управления оборотными средствами предприятия.

Для определения нормативов на текущие запасы по основным группам и общей сумме запасов товарно-материальных ценностей применяется *нормативный подход* с использованием методов оптимизации затрат по критерию минимально допустимых запасов.

Для определения нормативной длительности производственного цикла предлагается применять *нормативно-тактовый подход* [2] на основе моделирования производственных операций и процессов по шагам (тактам работы агрегатов).

Для оценки стоимости дебиторской задолженности применяются следующие подходы [3] и их сочетания:

- *доходный подход*, основной для оценки рыночной стоимости дебиторской задолженности, по каждой из которой можно точно установить срок и сумму погашения, исходя из условия, что стоимость непрерывно связана с текущей стоимостью всех будущих чистых доходов, которые принесет данный объект;

- *сравнительный подход* базируется на рыночной информации, учитывает текущие действия продавца и покупателя, использует информацию вторичного рынка, где котируются аналогичные инструменты;

- *затратный подход* предполагает, что все активы предприятия (здания, машины, оборудование, запасы, дебиторская задолженность, финансовые вложения) оценивается по стоимости их создания на дату оценки, то есть стоимость дебиторской задолженности – это затраты на создание аналогичной партии товара по действующим ценам;

- *комбинированный подход* учитывает период, в течение которого происходит образование дебиторской задолженности, сохранение ее в балансе в качестве актива, погашение денежными средствами, либо ликвидация.

На ускорение платежного оборота предприятия оказывает влияние длительность производственно-коммерческого цикла (рисунок 2).

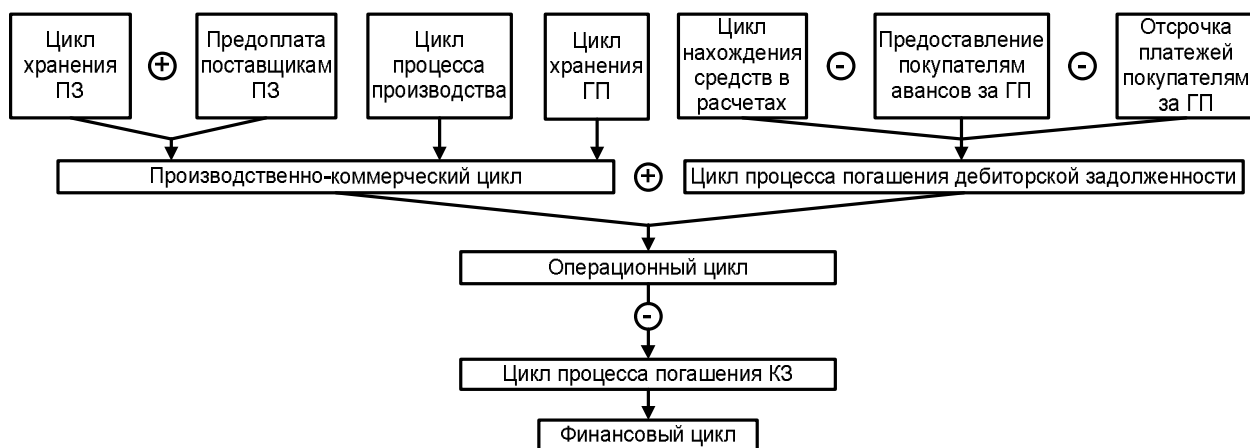


Рисунок 2 – Уточненная схема формирования финансовых циклов предприятия

Деловую активность и платежный оборот предприятия характеризует соотношение дебиторской и кредиторской задолженности. Если дебиторская задолженность превышает кредиторскую, то это расценивается как свидетельство наращивания оборота и не считается тревожным сигналом. В случае опережения темпа прироста кредиторской задолженно-

сти над темпами прироста дебиторской задолженности – это ведет к дефициту платежных средств за счет низкой скорости обращения дебиторской задолженности по сравнению с кредиторской. Следует отметить, что ускорение оборачиваемости кредиторской задолженности (уменьшение остатков в балансе) сопровождается оттоком денежных средств. И наоборот, увеличение периода погашения краткосрочных обязательств (увеличение остатков кредиторской задолженности) связаны с притоком денежных средств. Одним из условий финансового благополучия предприятия является приток денежных средств. Однако чрезмерная величина денежных средств говорит о том, что предприятие реально терпит убытки, связанные с упущенной возможностью их выгодного размещения.

При определении длительности производственно-коммерческого цикла предлагает ввести в расчет следующие значения:

а) скорректированную величину пребывания средств в авансах, вследствие расчетов с поставщиками на условиях предоплаты;

б) сокращенный период нахождения средств в расчетах при предоставлении покупателями авансов, так как ускорение расчетов с покупателями зависит от соотношения суммы средств, полученных от покупателей на условиях предоплаты и общего объема выручки от реализации.

Для определения уточненной величины длительности финансового цикла необходимо рассматривать следующие возможные ситуации: поступление производственных запасов без предварительного аванса поставщикам; поступление производственных запасов на условиях предварительного аванса поставщикам; продажа готовой продукции без предварительной оплаты покупателям; продажа готовой продукции на условиях предварительной оплаты; продажа готовой продукции без предоставления отсрочки платежей; продажа готовой продукции с учетом одновременного проведения предоплаты денежных средств одними покупателями и предоставление отсрочки платежей другим покупателям; совокупность использование одновременно всех условий.

Библиографический список

1. Донцова Л.В. Комплексный анализ бухгалтерской отчетности / Л.В. Донцова, Н.А. Никифорова. – М.: Делон Сервис, 2001. – 304 с.
2. Мусатова А.И. Модели тактов работы автоматизированных производственных систем / А.И. Мусатова, С.М. Кулаков, В.Н. Кадыков // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2011. - № 4. – С. 42 – 49.
3. Тарасова Е.Ю. Механизм образования и ликвидации дебиторской задолженности / Аудиторские ведомости. – 2006. - № 7. – С. 54 – 60.

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Киселева Т.В., Торопчина Е.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

Современное информационно-развивающееся общество характеризуется огромными потоками информации. Это способствует разработке новых подходов к хранению, передаче, анализу и переработке информации. Для различных областей применения создаются системы, способные частично или полностью заменить специалиста-эксперта.

Федеральное государственное учреждение медико-социальной экспертизы (ФГУ МСЭ) специализируется на установлении групп инвалидности по различным профилям.

В зависимости от уровня, структуры заболеваемости и инвалидности в Федеральном бюро и Главном бюро создаются следующие экспертные составы:

- 1) общего профиля;
- 2) специализированного профиля, в том числе:

- для освидетельствования больных туберкулезом,
- лиц с психическими расстройствами,
- с заболеваниями и дефектами органа зрения,
- для лиц в возрасте до 18 лет,
- для больных смешанного профиля.

Врач-эксперт на основе поставленных ранее диагнозов и социальной адаптации человека анализирует его состояние и выносит решение о присвоении той или иной группы инвалидности. Не всегда врач-эксперт способен быстро и безошибочно проанализировать состояние человека, что может привести к нежелательному переосвидетельствованию. Чтобы облегчить работу врача-эксперта, необходима информационная экспертная система, которая бы анализировала данные больного и, в результате, давала рекомендации врачу-эксперту по присвоению группы инвалидности. Наличие такой системы позволит врачу-эксперту допускать меньше ошибок при установлении диагноза, а значит уменьшить число случаев переосвидетельствования больных. Для создания информационной экспертной системы (ФГУ МСЭ) с учетом всех особенностей его деятельности были проанализированы наиболее известные и популярные в медицинских учреждениях экспертные системы.

Экспертная система – это программно-технический комплекс, который ведет себя подобно эксперту в некоторой прикладной области. Типичные сферы применения экспертных систем включают в себя такие задачи, как медицинская диагностика, интерпретация результатов измерений и предложение методов борьбы с различными заболеваниями. Экспертные системы призваны рассматривать задачи, требующие для своего решения экспертных знаний в некоторой конкретной области, поэтому они должны снабжены соответствующими знаниями. Их также называют *системами, основанными на знаниях*. Однако не всякую систему, основанную на знаниях, можно рассматривать как экспертную. Экспертная система должна уметь каким-то образом *объяснять* свое поведение и свои решения пользователю, так же, как это делает эксперт-человек. Это особенно необходимо в медицине, для которой характерна неопределенность и неточность информации [1], а допущенные при диагностике ошибки чреваты тяжелыми последствиями.

В медицинских учреждениях все более актуальным становится создание автоматизированных рабочих мест, наличие которых делает работу врача-специалиста более продуктивной. Невозможно представить себе обследование сердечнососудистой системы без получения электрокардиограммы, ультразвукового исследования - без получения отпечатка, биохимического исследования – без бланка с данными анализа. В микроскопии до сих пор результат выглядит как словесное описание изображения. Не было простого и эффективного способа документирования (получения твердой копии), если не считать трудоемкий и сложный процесс микрофотографирования, проявления пленки и печати фотографий. Однако сейчас разработаны и предлагаются к использованию различные экспертные системы, некоторые из которых не требуют применения компьютера, что делает их более экономичными и простыми для использования специалистами даже без их специальной подготовки [2].

Ретроспективный взгляд на медицинские экспертные системы (ЭС) с позиции оценки и использования в современных интеллектуальных системах (ИнтС) интересных находок прежнего периода представляется оправданным в настоящее время ввиду ряда причин. Во-первых, 10 – 20-летний срок позволяет по-новому взглянуть на системы, прошедшие проверку клинической практикой. Во-вторых, – оценить отношение врачей к созданным ранее ЭС. В-третьих, – проанализировать эффективность отдельных предложенных решений и обратить внимание на некоторые аспекты, заслуживающие использования их в новых ИнтС.

Накопленный опыт показал, что экспертные медицинские системы должны отличаться специфическими особенностями, при учете которых не только повышается их эффективность, но они становятся и более привлекательными для врачей-пользователей. В

этом плане особое значение имеют следующие факторы: 1) психологическая совместимость врача и ЭС, ощущение его участия в принятии решений; 2) уровень знаний врача; 3) возможность выбора режима диагностики из альтернативных вариантов.

Ряд особенностей медицинских интеллектуальных систем, созданных в 80-90-х годах двадцатого столетия и представляющих интерес в настоящее время, рассмотрен ниже на примере разработок Медицинского центра новых информационных технологий Московского НИИ педиатрии и детской хирургии (МЦНИТ МНИИПиДХ) и в других экспертных системах [3].

Рассмотрим с позиций, представляющих интерес на сегодняшний день, некоторые решения, использованные при разработке системы для диагностики наследственных болезней ДИАГЕН (первое название МГЕ [4]), эксплуатировавшейся свыше 15 лет в нескольких десятках медицинских учреждений России. База знаний системы ДИАГЕН включала 1200 синдромов моногенной и хромосомной природы, проявляющихся клинически в детском возрасте и описываемых более, чем 1500 признаками [5, 6].

В системе ДИАГЕН механизм учета в процессе диагностики одной из характеристик интуиции – ассоциативных знаний о симптомах заболевания, был реализован следующим образом. В базе знаний над пространством симптомов введены отношения, определяющие их основные свойства: частотные, причинные, фенотипические (по внешним проявлениям) и другие. Строилась функция близости, описывающая, по существу, отношение принадлежности симптома некоторому множеству признаков. Исходной информацией для вычисления функции близости являлось описание врачом-экспертом корреляционных, структурных и других свойств симптомов. На этой основе были построены графы: структурный – взвешенный древовидный граф (включает морфо-физиологические отношения), причинно-следственный (отражает патогенетические механизмы заболеваний) и фенотипического сходства – взвешенный симметрический граф (рассмотрение близких в содержательном смысле понятий, например, дисплазия и гипоплазия почек). В процессе формирования базы знаний, путем дополнения формировался единый "результатирующий" граф, который также являлся взвешенным и двунаправленным. И, наконец, путем замыкания результирующего графа был получен граф парных связей со своими соответствиями между каждой парой признаков. В результате замыкания каждая опосредованная связь заменялась на непосредственную. Вес новой продуцированной дуги рассчитывался по способу, близкому к схеме Шортлифа. Таким образом, получили матрицу отношений над пространством признаков. Введение этих отношений как раз и позволило провести уточнение и некоторое расширение входной последовательности признаков (введенного пользователем симптомокомплекса) до диагностической последовательности, включающей ассоциированные признаки, которая уже поступала на механизм логического вывода. Вычисление новых «весов» признаков осуществлялось с помощью функции «близости» [7]. При первоначальной оценке диагностической ценности симптомов экспертами учитывалась частота признака в популяции и возможность экзогенной (внешнесредовой) его обусловленности, например, плоскостопие было оценено в 5 баллов, в то время, как врожденный признак фокомелия, – в 95 баллов. Кроме того, принималась во внимание сложность обнаружения симптомов при осмотре (к примеру, белая прядь волос и ускоренная оссификация позвонков – в первом случае достаточно визуального осмотра, во втором – необходимо рентгенографическое обследование).

Нужно отметить, что в ЭС ДИАГЕН основной набор правил, описывающих свойства заболевания и взаимосвязь симптомов, содержит также специальный коэффициент, изменение которого позволяет усилить или ослабить значимость соответствующего правила. В процессе опытной эксплуатации варьированием этих коэффициентов подбирались оптимальные стратегии для различных режимов работы, например, режим поиска синдрома с неполным описанием, что крайне важно ввиду достаточно большого процента случаев с неклассической клинической картиной заболевания (ранние проявления, стертая форма

заболевания и т.п.).

По апостериорным весам построенных на втором этапе продукций генерируется результирующий дифференциально-диагностический ряд (рисунок 1).

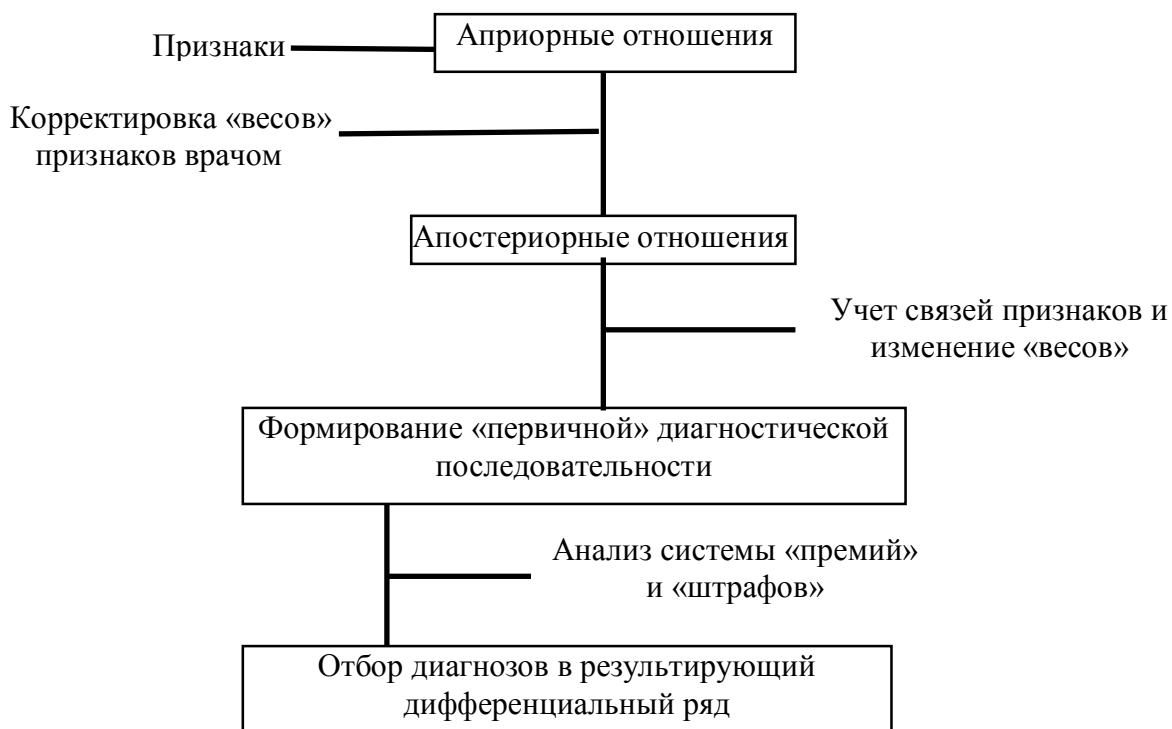


Рисунок 1 – Блок-схема экспертной системы ДИАГЕН

Еще один важный аспект, на который также следует обратить внимание, был назван коммуникабельностью системы. Под этим подразумевалось:

– во-первых, уже упоминавшаяся в другом контексте возможность для врача-пользователя осуществлять коррекцию диагностического «веса» любого признака, что позволяет проверять предположения о диагностическом значении отдельных клинических проявлений болезни, что особенно важно при идентификации нетипичных случаев;

– во-вторых, режим дополнения/изменения отобранных параметров практически на любом этапе диагностической процедуры или даже после архивации данных;

– в-третьих, в зависимости не только от факта наличия или отсутствия, но и от «веса» признака, система выдает «премии» и «штрафы», отражающиеся на формировании диагностической последовательности, о чем врач может получить информацию, просмотрев протокол объяснений выбора диагноза системой и, таким образом, скорректировать свои представления о диагностической роли симптомов;

– в-четвертых, врач может сужать или расширять выдаваемый системой дифференциально-диагностический ряд, осуществляя ее «настройку» путем уменьшения или увеличения порога для включения нозологических форм в диагностическую последовательность. В тот же временной период в ЭС SPHINX [8] был реализован механизм влияния пользователя на процессы управления системой путем модификации промежуточных результатов. А в недавно созданной в МЦНИТ МНИИПиДХ системе ДИАНЕС [9] введено понятие параметра настройки P ($0 \leq P \leq 1$), позволяющего ограничить список всех возможных диагнозов. В соответствие со значением P в список рабочих гипотез попадают только те диагнозы, у которых часть характеризующих их облигатных и часто встречающихся симптомов отмечена пользователем. Причем отношение числа отмеченных сим-

птомов ко всем симптомам, характеризующим диагноз, должно быть не меньше P . При $P = 0$ в рассмотрение принимается весь список диагнозов, при $P = 1$ – только те, все симптомы которых (кроме исключаяющих), должны быть отмечены у пациента).

Система для диагностики неотложных состояний у детей ДИН [10] создавалась с учетом необходимости принятия решений по неполному списку диагностических критериев, т.е. при стертой клинической картине, не полностью развившемся синдроме и при ограничениях на проведение специальных исследований, обусловленных тяжестью состояния или недостатком аппаратуры.

Задача в ЭС ДИН сводилась к распознаванию текущего состояния ребенка в терминах как одного, так и нескольких синдромов (в данном случае синдром можно условно считать аналогом заболевания), что крайне важно при критических состояниях. Знания о синдромах охватывали информацию: а) о дополнительных синдромах, состоящих в некоторых отношениях с рассматриваемым (обеспечивая возможность учета фоновых и сопутствующих заболеваний); б) о взаимоисключающих состояниях; в) о дифференцируемых синдромах (синдромы-конкуренты). Реализованные в системе ассоциативные связи (явные, в отличие от скрытых ассоциаций, возникающих в процессе мышления на уровне интуиции, о чем шла речь выше при рассмотрении системы ДИАГЕН) позволяли, таким образом, учитывать: во-первых, на фоне каких состояний может развиваться данный синдром, во-вторых, фоном для каких синдромов он может служить и, в-третьих, с какими синдромами он может быть совместим, т.е. какие синдромы могут встречаться у пациента одновременно.

На других принципах была построена экспертная система для диагностики судорожных состояний (эпилепсии). Учитывая ограниченность информации по редким формам эпилепсии, дебютирующим в возрасте 3 – 7 месяцев жизни, при разработке ЭС ВЕСТ-СИНДРОМ [11] была выбрана технология виртуальных статистик (ТВС) [12]. Виртуальные статистики, в отличие от статистик, получаемых из опыта, формировались с использованием теоремы Байеса и учитывали диагностические оценки экспертов по обобщенным проявлениям болезни.

ТВС позволяет: а) выявлять неявные противоречия в заключениях экспертов по обобщенным примерам заболевания; б) обеспечивать независимость качества извлекаемых знаний от квалификации «посредников-когнитологов»; в) использовать извлеченные знания в форме виртуальных статистик для автоматизации формирования вопросов-рекомендаций по проведению дополнительных исследований.

Инструментами технологии виртуальных статистик являлись:

- программа, обеспечивающая выявление неявных противоречий в заключениях экспертов, состоящих в придании ими разного веса одним и тем же признакам для одного и того же заболевания, и преобразование диагностических заключений в виртуальные статистики;

- алгоритм, использующий виртуальные статистики для формирования рекомендаций по проведению дополнительных исследований;

- оболочка «Алеф» [12] для разработки экспертных систем, содержащая указанный алгоритм.

При разработке диагностической системы ВЕСТ-СИНДРОМ виртуальные статистики использовались для:

- вычисления текущей вероятности и ранжирования диагнозов в дифференциальном ряду;

- вычисления вероятности диагнозов, которые могут иметь место при последую-

щем исследовании (дообследовании);

- исключения из дифференциального ряда диагнозов, которые ни при каких обстоятельствах не превысят вероятности уже достигнутой другими диагнозами;
- формирования рекомендаций о проведении очередного диагностически наиболее важного исследования.

Таким образом, экспертная система это незаменимая информационно-справочная система, способная анализировать, перерабатывать и давать заключение наравне со специалистом.

Экспертная система способна перевести работу врача-специалиста на качественно новый уровень. Взаимодействие с такой интеллектуальной системой позволит специалисту снизить риск неправильно принятого решения. Возможность пополнять базу знаний экспертной системы врачом-экспертом называется – обучаемость, что позволит экспертной системе накопить огромный научный потенциал и увеличивать, тем самым, количество областей применения по различным профилям освидетельствования.

Библиографический список

1. Братко И. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта: пер. с англ. / И. Братко – М.: Мир, 1990. - 560 с.
2. Горбань А.Н. Нейроинформатика / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н. Кирдин. - Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с.
3. Кобринский Б.А. // Новости искусственного интеллекта. – № 2. – 2005. – С. 6-17.
4. Барашнев Ю.И. Автоматизированная информационно-диагностическая система по наследственным болезням. Использование достижений генетики в охране здоровья матери и ребенка: Опыт стран – членов СЭВ. / Ю.И. Барашнев, Л.З. Казанцева, Б.А. Кобринский, А.Е. Фельдман. - М.: СЭВ, 1987. С. 81-87.
5. Computer diagnosis of hereditary childhood diseases / B. Kobrinsky, L. Kazantseva, A. Feldman, J. Veltishcev. // Med. Audit News. - - № 4. - Vol.1. - 1991. - P. 52-53.
6. Кобринский Б.А. РС-ориентированная информационно-диагностическая система по наследственной патологии у детей / Б.А. Кобринский, А.М. Кудрявцев, А.Е. Фельдман. // Компьютерная хроника. - № 8-9. - 1994. - С. 31-37.
7. Кобринский Б.А. Анализ и учет ассоциативных знаний в медицинских экспертных системах / Б.А. Кобринский, А.Е. Фельдман. // Новости искусственного интеллекта. - № 3. – 1995. – С. 90-96.
8. An expert system for the evaluation of liver functional assessment / L. Lesmo, M. Marzuoli, G. Molino, P. Torasso. // J. Med. Syst. - N.1-2. - Vol.8. - 1984. - P. 87-101.
9. Подольная М.А. Особенности проектирования медицинских диагностических систем / М.А. Подольная, Л.Н. Таперова. // Информационные технологии в здравоохранении. - № 8-10. - 2002. - С.10-11.
10. Таперова Л.Н. Экспертная диагностическая система по неотложным состояниям у детей / Л.Н. Таперова., Б.А. Кобринский, Мартынов А.Б. INFO-89: Междунар. симпоз. Т. I. Ч. II.: Минск, 1989. - С.647-652.
11. Применение технологии виртуальных статистик для разработки медицинской диагностической системы, основанной на знаниях / Б.А. Кобринский, Б.В. Марьянчик, П.А. Темин, А.Ю. Ермаков. // Компьютерная хроника. - № 4. - 1997. - С.3-12.
12. Марьянчик Б.В. Метод виртуальных статистик и его применение в партнерских системах для компьютерной диагностики / Б.В. Марьянчик. // Компьютерная хроника. - № 5. - 1996. – С. 65-74.

О СТРАТЕГИИ ЭВОЛЮЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И ЛИЦЕНЗИЯХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УСЛУГ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шабанов А. П.

ООО «Информационные Бизнес Системы»

г. Москва

Постановка задачи. Проекты по развитию существующих на предприятиях информационно-телекоммуникационных систем (ИТС) и доведению характеристик их ресурсов до уровней, достаточных для предоставления субъектам управления необходимых услуг информационных технологий (ИТ услуг), являются сложными, требующими значительных инвестиций: на проектирование, закупку технических средств и лицензий на использование программ, аренду и строительство каналов связи, техническую поддержку и аудит. Поэтому в настоящее время при управлении сложными проектами находит применение стратегия эволюционного развития ИТС. В основе стратегии лежит применение промышленных прикладных программ, специализированных под автоматизируемые виды деятельности. Применение таких программ, - готовых изделий, позволяет сократить сроки ввода отдельных информационных бизнес систем в эксплуатацию и делать это последовательно, в соответствии с отведённой на строительство стоимостью. При реализации стратегии, наряду с другими задачами автоматизации [0 - 0], встаёт задача определения числа пользовательских лицензий на использование программ. Эта задача наиболее актуальна для построения систем компьютерной поддержки (СКП) деятельности в области предотвращения нарушений доступности ИТ услуг и восстановления работоспособности уже отказавших средств ИТС. В данной области находят широкое применение программы, обеспечивающие поддержку ИТ услуг и построенные на основе логики процессов управления инцидентами, проблемами, изменениями и конфигурациями [0, 0]. В настоящей работе рассматривается методический подход к определению числа лицензий на использование программы, обеспечивающей реализацию процесса управления инцидентами [0].

Метод. Основные положения метода:

1. Объектами исследования являются работы по предотвращению нарушений доступности ИТ услуг и по восстановлению доступности, если нарушение уже произошло. Работы выполняются работниками служб технической поддержки (СТП) с применением программы, обеспечивающей реализацию процесса управления инцидентами. С помощью программы производится запись и запоминание в базе данных СКП всех сущностей, имеющих отношение к выполняемым работам, при этом:

– требования на выполнение работ в СТП поступают от двух типов источников: автоматически, - от датчиков информации; от потребителей ИТ услуг, - с помощью программы web браузера или другим способом, например, по телефону или с помощью электронной почты;

– работники СТП выполняют следующие основные функции процесса: «Классификация требования», «Формулирование проблемы», «Определение задач» и «Сопровождение задач» [0]; распределение функций между работниками зависит от организационной структуры СТП, например, это могут быть (а) вырожденная, (б) линейно-конвейерная и (в) конвейерно-древовидная структуры [0];

– требования в СТП поступают в виде запросов, содержащих информацию об отказавших объектах, их состоянии или о других событиях, относящихся к ИТ услугам и требующих выполнения соответствующих работ; запрос поступает в базу данных СКП и становится доступным для работников СТП; одновременно с этим формируются сигналы оповещения и передаются в адрес СТП;

– работник СТП, находящийся в состоянии ожидания нового запроса, или первый,

освободившийся от выполнения работы по предыдущему запросу, принимает очередной запрос к рассмотрению и выполняет работу в соответствии с информацией, содержащейся в нём, а также с помощью базы знаний СКП [0].

2. На основании статистических данных наблюдений за предыдущие периоды эксплуатации СКП или каким-либо другим способом:

– определяются требования ко времени выполнения работ по каждому контролируемому СТП объекту ИТС: T_m^n – допустимое время выполнения работы m -го вида для n -го объекта и P_m^n – допустимая вероятность неперевышения времени T_m^n ;

– проводится нормирование этих показателей по одному из общепринятых способов – либо путём их усреднения, либо экспертным методом с введением коэффициентов предпочтительности к видам работ или/и к объектам, в результате определяются обобщённые показатели выполнения работ: $T_{норм.}$ – нормированное время выполнения работы; $P_{норм.}$ – нормированная вероятность неперевышения времени $T_{норм.}$;

– определяется показатель N – максимально-возможный интервал непрерывной занятости (ИЗ) СТП выполнением работ в соответствии с поступившими запросами; показатель N является показателем достаточной мощности СТП [0].

3. Программа должна быть доступна работнику в продолжении всего времени выполнения работы. В связи с этим, число пользовательских лицензий принимается равным числу M работников в СТП, при котором работы выполняются в соответствии с показателями $T_{норм.}$ и $P_{норм.}$.

При моделировании процессов выполнения работ в методе используется модель интервала занятости СТП, описывающая внутренние состояния СТП в этом временном промежутке на основе построения зависимостей между местом запроса в интервале занятости и временем ожидания этим запросом начала обслуживания.

Модель интервала занятости СТП. При моделировании работы СТП принимаются следующие допущения:

– интервалы занятости СТП исчисляются временными интервалами обслуживания (ВИО); один ВИО является постоянной величиной и равен времени $T_{норм.}$ выполнения одной работы, приведённому к числу M работников в СТП ($T_{норм.}/M$); принимается за единицу измерения;

– поступление запроса от любого источника может произойти равновероятно в любом k -ом ВИО ИЗ, где $1 \leq k \leq N$; независимо от моментов поступления запросов от других источников;

– число запросов j , которое застаёт в тракте вновь поступивший k -ый запрос, определяется не только его местом в ИЗ, но и тем, какое число запросов застал в СТП предыдущий $(k-1)$ -ый запрос (рисунок 1).

На рисунке обозначено: $P_N^k(j)$ – вероятность того, что к моменту поступления k -ого ($1 \leq k \leq N$) по порядку запроса, в СТП находится j ($0 \leq j \leq k-1$) запросов при заданном N и соблюдается условие:

$$\sum_{j=0}^{k-1} P_N^k(j) = 1. \quad (1)$$

Обобщая $P_N^k(j)$ по k и учитывая (1) получим вероятности P_j того, что поступивший в СТП любой запрос застанет j запросов ($0 \leq j \leq N-1$), при заданном N :

$$P_j = P_N(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=j+1}^N P_N^k(j); \quad \sum_{j=0}^{N-1} P_N(j) = 1. \quad (2)$$

Анализ известных моделей позволяет использовать для получения значений вероятностей P_j (2) формулы [0], которые удовлетворяют принятым допущениям:

$$P_{N,1}^1(0)=1; P_{N,2}^2(1)=1;$$

$$\begin{aligned}
P_N^k(j) = & \frac{(N-1)}{N^{N-2}} \left\{ \frac{(k-j)^{k-j-2}}{(k-j-1)!} \times \right. \\
& \times \left(\frac{(N-k+j+1)^{N-k+j-1}}{(N-k+j)!} - \sum_{m=1}^{j-1} \frac{(N-k+j)^{N-k+j-m-1}}{(m-1)!(N-k+j-m)!} \right) + \\
& + \sum_{x=1}^{j-1} \left(\sum_{y=0}^x \frac{(-1)^y (x-y+1)^y (k-j+x-y)^{k-j+x-y-2}}{y!(k-j+x-y-1)!} \times \right. \\
& \left. \left. \times \left(\frac{(x+1)(N-k+j+1)^{N-k+j-x-1}}{(N-k+j-x)!} - \sum_{z=0}^{j-x-1} \frac{(N-k+j)^{N-k+j-x-z-1}}{z!(N-k+j-x-z)!} \times (x+z) \right) \right) \right\} \\
& N=3, 4, \dots; k=3, 4, \dots, N; j=1, 2, \dots, k-1; \\
& P_N^k(0)=0 \text{ для } k=2, 3, \dots, N.
\end{aligned}
\tag{3}$$

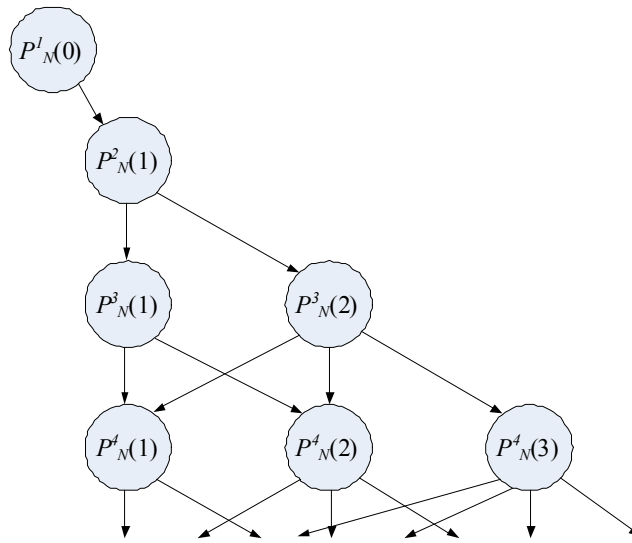


Рисунок 1 – Граф вероятностей состояния занятости СТП

Для получения количественных значений разработана методика определения числа M лицензий.

Методика определения числа пользовательский лицензий состоит из следующих шагов:

Шаг. 1. Определение с помощью формул (2) и (3) вероятностей P_j .

Шаг. 2. Выполнение последовательного, для значений $j=0, 1, 2, \dots$, суммирования вероятностей P_j до тех пор, пока выполняется условие:

$$\sum_{j=0}^M P_j \leq P_{\text{норм.}}, \tag{4}$$

где M – минимально-необходимое число лицензий, при котором начинает выполняться требование к вероятности $P_{\text{норм.}}$ непревышения времени $T_{\text{норм.}}$ выполнения одной работы.

Пример расчёта. Ниже на рисунке 2 приведена выборка значений вероятностей $P_N(j)$, полученных с помощью формул (2) и (3).

Например, в случае вырожденной структуры СТП, когда каждый работник выполняет все функции процесса, и если $P_{\text{норм.}} = 0,94$ и $N=15$, то получим: $M = j = 4$ (при допущении округления до второго знака после запятой).

	$N=10$	$N=11$	$N=12$	$N=13$	$N=14$	$N=15$
$j=0$	0,1	0,09091	0,08333	0,07692	0,07143	0,06667
$j=1$	0,42872	0,39786	0,37108	0,34763	0,32693	0,30854
$j=2$	0,76379	0,72922	0,69692	0,66684	0,63887	0,61288
$j=3$	0,93814	0,91896	0,8989	0,87839	0,85776	0,83725
$j=4$	0,99016	0,98431	0,97711	0,96872	0,95929	0,949
$j=5$	0,99912	0,99813	0,99661	0,99448	0,9917	0,98827
$j=6$	0,99996	0,99988	0,99969	0,99936	0,99883	0,99806
$j=7$	1	1	0,99998	0,99995	0,99989	0,99978
$j=8$	1	1	1	1	0,99999	0,99998
$j=9$	1	1	1	1	1	1

Рисунок 2 – Выборка значений $P_M(j)$

Заключение. Рассмотренный метод позволяет на этапе замысла проекта по развитию СКП в направлении автоматизации процесса управления инцидентами определить число пользовательских лицензий на использование соответствующей процессу прикладной программы. Это позволяет предварительно оценить стоимость этих лицензий в их соотношении с вероятностно-временными показателями выполнения работ по восстановлению доступности ИТ услуг. Другой важной особенностью метода, является возможность планирования вероятностно-временных показателей выполнения работ путём варьирования различными значениями N , M , $T_{\text{норм.}}$, $P_{\text{норм.}}$ и рассматривая различные варианты архитектуры СТП.

Библиографический список

1. Шабанов А.П. «Подход к автоматизации деятельности организационных структур». Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды V Всероссийской научно-практической конференции / Под общ. ред. д.т.н., проф. Кулакова С.М., д.т.н., проф. Мышляева Л.П. - Новокузнецк, СибГИУ, 2005, с. 124-128.
2. Шабанов А.П. «Подход к выбору направления автоматизации деятельности». Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VI Всероссийской научно-практической конференции/ Под общ. ред. д.т.н., проф. Кулакова С.М., д.т.н., проф. Мышляева Л.П. - Новокузнецк, СибГИУ, 2007, с. 81-85.
3. Шабанов А.П. «Подход к структурированию вычислительных ресурсов информационных систем с централизованным управлением». Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции/ Под общ. ред. д.т.н., проф. Кулакова С.М., д.т.н., проф. Мышляева Л.П. - Новокузнецк, СибГИУ, 2009, с. 113-117.
4. http://www.bmc.com/solutions/bsm?cmp=redirect_bsm?intcmp=home_bsm_initiatives.
5. https://h10078.www1.hp.com/cda/hpms/display/main/hpms_content.jsp?zn=bto&cp=1-11-15-28^1745_4000_18__.
6. ITIL® V3 Glossary Russian Translation v0.92 // ITIL® V3 Translation Project. 30 Apr 2009.
7. Шабанов А.П., Беляков А.Г. Организационные структуры массового обслуживания // – М., 2007 (Научное издание/Институт проблем управления им. Трапезникова РАН), с. 49-72, 7-8.
8. Шабанов А.П. О распределении времени ожидания внутри интервала занятости входного группового тракта устройства коммутации цифровых каналов // Депонированная рукопись Д04668. ВИМИ: - МРС «ТТЭ», серия О, выпуск 11, 1981.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ КЛОНОВ В ИСХОДНЫХ КОДАХ ПРОГРАММ

Григорьев А.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк.*

1. Введение. Почти все программы в большей или меньшей степени содержат повторяющиеся части самих себя или других программ (Здесь и далее имеются в виду исходные коды программ) [1]. Будем называть такие повторяющиеся части *клонами*.

Клоны в рамках одной программы могут быть умышленные, или не умышленные. Не умышленные клоны возникают от незнания программиста, что в программе уже существует код, выполняющий требуемые функции, и возможно его использовать; вместо этого, программист создает свою реализацию необходимых функций. Часто, таким образом, создаются клоны вспомогательных функций. Они, как правило, не большого размера, но могут встречаться по много раз в системе, т.к. каждый программист, работающей с ней, создает свою реализацию. Часто в процессе разработки программист создает умышленные клоны: это позволяет быстро решить поставленную задачу, не тратя время на выделение нужного кода в отдельный блок (например, класс). При этом чтобы избежать копирования, нужно усложнить логику кода и изменить готовые и протестированные части системы, что увеличивает текущие трудозатраты. Необходимость в таком копировании и возможность использования уже созданного кода зависит от квалификации программиста, структуры программы и выразительности языка программирования, но часто это происходит из-за желания быстрее и с наименьшими затратами решить поставленную задачу.

Хотя копирование и позволяет эффективнее решить текущую задачу, оно не желательно с точки зрения системы в целом, и ведет к лишним трудозатратам в процессе сопровождения и модификации программы, который всегда длиннее по времени процесса разработки. Работа, которая может быть выполнена один раз, теперь должна быть выполнена для каждого клона по отдельности: программисту приходится анализировать код каждого клона, необходимые изменения должны вноситься в код каждого клона, ошибки должны исправляться во всех клонах и, что более проблемно, должны быть найдены во всех клонах. Существует вероятность, что программист допустит ошибку для какого-нибудь клона, что еще увеличивает трудозатраты, а главное, снижает качество исходной системы, т.к. не все ошибки можно отследить.

Исходный код одной программы может быть скопирован в другую, отсюда возникает еще одно негативное явление – плагиат. Правообладатель кода, как правило, не хочет, чтобы его код присутствовал в других программах, а также код в проекте под одной лицензией не может быть скопирован в проект под другой лицензией. (Конфликты возникают из-за копирования свободно распространяемого программного обеспечения в код закрытых систем). В учебных заведениях важно отследить плагиат в работах обучающихся.

Еще одно применение средств нахождения клонов заключается в исследовании процесса написания программ и изучении языков программирования. Например, исследование того, какие модули системы или какие конструкции языка чаще всего копируются, позволит сделать выводы о необходимости переработки части системы, либо создании более удачных конструкций языка программирования, делающих процесс переиспользования кода более легким.

Таким образом, необходимо иметь средства для нахождения клонов в исходных кодах. К настоящему времени имеется значительный набор как готовых программ, так и научных работ по рассматриваемой теме; обширный обзор этой области проделан в работе [1]. Подобные средства могут применяться как для решения практических, так и научных задач.

Успешное практическое применение средств нахождения клонов часто связано с устранением негативных последствий, описанных выше. Например, в исследовании [2] показывается, что наиболее частыми ошибками в коде операционной системы являются ошибки, связанные с копированием. Для устранения этого авторы работы [3] проанализировали код ядра операционной системы Linux для поиска ошибок, появившиеся в результате копирования.

2. Классификация клонов и способы их нахождения

Клоны можно классифицировать по степени схожести копии и оригинала. Приведем классификацию, представленную в [4], а также в [1]. Выделяются клоны 4-х уровней:

1) *Идентичные*. Копия и оригинал одинаковые с точностью символов-разделителей (пробелы, переносы строк и т.п.) и комментариев.

2) *Параметрические*. Копия и оригинал одинаковы с точностью до имен идентификаторов (например, переменные, методы, классы, пакеты).

3) *Модифицированные*. Копия и оригинал могут отличаться небольшими модификациями: вставкой или удалением нескольких конструкций или строк.

4) *Функциональные*. Копия и оригинал идентичные по смыслу и выполняемым функциям, но реализованы по-разному.

Чем больше отличаются копия и оригинал, тем более сложные методы должны применяться для нахождения клонов. Многие методы, приведенные в исследовании [1] справляются с клонами 1-3-го уровней, и только некоторые - с клонами 4-го уровня.

Методы нахождения клонов можно классифицировать по виду представления исходного кода программы при анализе следующими путями:

– *Сравнение текста*. В этом методе код программы рассматривается как последовательность строк, в процессе чтения исходных данных может быть проведена некоторая нормализация (например, удаление комментариев).

– *Сравнение маркеров*. В этом подходе исходный код трансформируется в последовательность маркеров (маркер отражает одну либо несколько конструкций языка программирования), учитывая семантику языка программирования. Как правило, этот метод более устойчив к модификациям, чем основанный на сравнении текста.

– *Сравнение метрик*. В этом подходе исходный код разделяется на блоки и для каждого блока считается набор метрик (например, гистограмма распределения ключевых слов), по этому набору ищутся клоны.

– *Сравнение абстрактных синтаксических деревьев*. Исходная программа преобразуется в абстрактное синтаксическое дерево с помощью синтаксического анализатора выбранного языка программирования.

– *Сравнение графа зависимостей*. Граф зависимостей программы содержит информацию о потоке управления и потоке данных, и наибольшим образом сохраняет семантику программы. Для определения клонов производится поиск изоморфных подграфов.

Независимо от вида представления программы важной характеристикой метода нахождения дубликатов является алгоритм сравнения. Для решения задачи применяются алгоритмы из различных областей знаний: сравнение строк, интеллектуальный анализ данных, сравнение деревьев и графов, евклидово расстояние и др. [1]. Предметом данного анализа являются алгоритмы, основанные на интеллектуальном анализе данных.

Интеллектуальный анализ данных (англ. data mining) — это процесс обнаружения в исходных данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных, доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [5].

В отличие от статистических методов, использующих различные метрики, методы интеллектуального анализа позволяют находить более сложные не линейные отношения в данных. Далее приведен обзор работ, успешно применяющих этот метод для нахождения клонов в исходных кодах программ.

3. Обзор

3.1 Определение совпадающих подпоследовательностей

В работе [3] авторы описывают средство CP-Miner. CP-Miner кроме определения клонов, позволяет находить ошибки, связанные с копированием. CP-Miner использует технику нахождения совпадающих подпоследовательностей (от англ. frequent subsequence mining), которая позволяет находить одинаковые порции данных в базах данных, в частности применяется алгоритм CloSpan (от англ. closed sequential pattern mining — нахождение полных последовательных шаблонов) описанный в [6].

Последовательность действий в CP-Miner следующая:

1) Преобразование задачи поиска клонов в задачу поиска совпадающих подпоследовательностей. CP-Miner использует подход, основанный на сравнении маркеров: программа разбивается по блокам языка программирования и операторы кодируются с помощью чисел. При этом имена идентификаторов игнорируются, что позволяет алгоритму быть устойчивым к их переименованию. В результате код программы отображается в базу данных, состоящую из последовательностей чисел.

2) Применение алгоритма CloSpan для нахождения повторяющихся подпоследовательностей в созданной базе данных. Использование этого алгоритма позволяет организовать поиск более эффективно по сравнению с полным перебором всех вариантов. Алгоритм CloSpan был улучшен, чтобы находить подпоследовательности содержащие небольшие разрывы. Таким образом, CP-Miner становится устойчивым к вставке, удалению или модификации нескольких идентификаторов.

3) Отбрасывание ложных результатов. В результате применения упрощений, описанных выше, алгоритм требует дополнительной проверки того, что найденные результаты действительно являются клонами. Эти проверки не гарантируют полное отсутствие ложных фрагментов, но дают достаточную практическую точность. Применяются несколько таких проверок:

– скопированные блоки могут иметь различные имена идентификаторов, но должно существовать отображение из имен одного блока в имена другого блока. CP-Miner пытается найти это отображение, если различий слишком много, части считаются не клонами.

– отбрасывание слишком мелких фрагментов, если они не являются составными частями более крупных.

– если построение больших фрагментов из малых приводит к пересекающимся сегментам, такие сегменты не считаются копиями.

4) Составление более крупных клонов. CP-Miner пытается составить более крупные клоны из найденных более мелких, находящихся не далеко друг от друга в коде программы.

Используя технику отображения идентификаторов одного фрагмента в другой, при наличии небольшой ошибки такого отображения, велика вероятность того, что программист забыл переименовать один из идентификаторов. Используя это наблюдение, CP-Miner может находить ошибки в программах.

Метод нахождения совпадающих подпоследовательностей является предметом активного исследования в области анализа данных и имеет широкое применение, например, для определения общих последовательностей ДНК и анализа поведения покупателей. Авторы доказывают успешность применения этого метода и для нахождения клонов в программном обеспечении. Указанный метод является частью области интеллектуального анализа данных, названной нахождением ассоциаций (англ. association mining), другие алгоритмы этой области также могут быть применены для нахождения клонов.

3.2 Использование нейронных сетей

Задача нахождения клонов сводится к задаче кластеризации. *Кластеризация* — разбиение анализируемой совокупности объектов на однородные группы или классы [7]. Одним из способов решения задачи кластеризации является использование нейронной се-

ти. Этим способом воспользовались авторы исследования [8]. В нем указываются причины применения именно нейронных сетей: они хорошо подходят для кластеризации данных, хорошо масштабируются и относительно надежны.

Для представления исходного кода программы в виде набора чисел авторы применяют методы, основанные на метриках, и намеренно исключают все пользовательские идентификаторы, чтобы алгоритм был устойчив к их переименованию. Для каждого блока высчитывается 3 массива:

- 1) Частота ключевых слов языка программирования.
- 2) Отступы в каждой линии (Используется стандартное форматирование).
- 3) Длина каждой линии.

Метрики 2 и 3 выделяют массивы разного размера (по количеству строк в блоке), и с помощью усреднения, приводятся к одному заданному размеру.

После того, как данные были приведены к массивам чисел одинакового размера, они могут быть использованы для тренировки нейронной сети в задаче кластеризации. Авторы применяют и сравнивают два вида нейронных сетей: самоорганизующаяся карта (англ. self-organized map) и сеть, основанная на динамических деревьях (англ. dynamic tree based net).

Затем с помощью специального пользовательского интерфейса пользователь может выбрать интересующую функцию и увидеть все ее клоны, указывая различные параметры похожести. Авторы отмечают, что разработанное средство успешно применялось для анализа клонов во многих программах.

Эта работа может быть использована в качестве примера в задаче нахождения клонов, которая сводится к популярной задаче интеллектуального анализа данных, а именно, к задаче кластеризации. Существует множество алгоритмов для ее решения, их сравнения и выделения сильных сторон и недостатков применительно к нахождению клонов. Этот вопрос требует отдельного исследования.

3.3 Индексирование скрытого смысла

В исследовании [9] авторы создают методику нахождения высокоуровневых концептуальных клонов (англ. high-level concept clones), или клонов 4-го уровня в классификации, приведенной в разделе 2. Эти клоны не являются копией один другого, а создаются отдельно, но выполняют одну задачу и часто имеют подобную структуру.

В процессе нахождения клонов используется семантическая и структурная информация. Семантическая – информация, встроенная в исходный код и связывающая его с решаемой задачей (например, имена методов и комментарии). Структурная – структурная организация кода, поток управления и поток данных. Для извлечения структурной информации существуют множество методов, авторы сосредотачиваются на менее изученном процессе извлечении семантической информации.

Для извлечения и анализа семантической информации авторы [9] применяют метод LSI (от англ. latent semantic indexing – индексирования скрытого смысла). LSI – корпусный статистический метод для извлечения и представления смысла слов и выражения естественного языка. Метод генерирует вектор вещественных чисел, описывающий документ. Это представление может быть использовано для сравнения с использованием различной техники определения похожести. Авторы применяют LSI к исходному коду и внутренней документации, и затем используют метрики похожести для нахождения клонов.

Авторы также отмечают, что известные недостатки LSI при анализе текстов на естественном языке (не учитывает порядок слов, синтаксические отношения и морфологию) не имеют отношения к анализу исходного кода программ, из-за того, что программы написаны на подмножестве естественного языка.

В данной работе предложено полуавтоматическое средство поиска дубликатов, выступающее, скорее, как советчик пользователя. При проверке работоспособности методов при анализе исходного кода Mosaic было найдено несколько высокоуровневых клонов (например, реализация связанного списка). Авторы отмечают недостатки метода. Был проведен эксперимент, в котором после удаления комментариев из исходного кода метод не

смог найти клонов. Авторы указывают на необходимость дополнить метод либо путем проведения сравнительного анализа нескольких методов с дальнейшим объединением результатов; либо путем расширения представления исходного кода в виде вектора вещественных чисел, добавляя метрики, отражающие структурное представление.

В данной работе показано, как анализ текста программы может быть сведен к анализу естественного языка, и, таким образом, средства анализа естественного языка, разработанные и успешно применяемые в интеллектуальном анализе данных, могут применяться к исходным кодам программ. Учитывая, что текст программы написан на языке более простом, чем естественный, многие алгоритмы, имеющие ограниченное применение для естественного языка, могут быть применены для текста программ.

4. Выводы

В приведенном обзоре показаны примеры сведения задачи нахождения клонов к задаче интеллектуального анализа данных, что позволяет использовать весь арсенал средств, уже разработанный в этой области.

Отдельно интересна работа [10], в которой авторы рассматривают процесс нахождения клонов в целом и разрабатывают, независимую от алгоритмов, формальную процедуру нахождения клонов, а также программное средство для помощи в таком исследовании. В этой работе авторы идут по пути аналогичных процедур и средств для анализа данных, независимых от алгоритмов, таким образом, применяя методику интеллектуального анализа данных в целом.

Средства, приведенные в разделе 3, применяют для нахождения клонов обычно только один источник информации. Однако представляется возможным использовать несколько независимых источников, как в самом коде, так и в сторонних системах. Например: история изменения исходного кода и авторство в системе контроля версий; история ошибок и их исправления в системе отслеживания ошибок. Используя алгоритмы интеллектуального анализа данных, комбинирующие информацию, полученную из различных источников, можно получить более эффективное средство для нахождения клонов и ошибок, связанных с копированием.

Библиографический список

1. C.K. Roy, J. R. Cordy; A Survey on Software Clone Detection Research Technical Report No. 2007-541 School of Computing Queen's University at Kingston Ontario, Canada. – 2007.
2. A. Chou, J. Yang, B. Chelf, S. Hallem, D.R. Engler; An Empirical Study of Operating System Errors. In Proceeding of Symposium of Operating Systems Principles. – 2001.
3. Z. Li, S. Lu, S. Myagmar, Y. Zhou; CP-Miner: Finding Copy-Paste and Related Bugs in Large-Scale Software Code. IEEE Transaction of software engineering. – 2006.
4. R. Koschke1; Survey of Research on Software Clones. In Proceeding of Duplication, Redundancy, and Similarity in Software, University Bremen, German. – 2007.
5. W. Frawley, G. Piatetsky-Shapiro, C. Matheus; Knowledge Discovery in Databases: An Overview. AI Magazine. – 1992.
6. X. Yan, J. Han, R. Afshar; CloSpan: Mining Closed Sequential Patterns in Large Datasets. Proc. SIAM International Conference Data Mining. – 2003.
7. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д.; Прикладная статистика: классификация и снижение размерности, Финансы и статистика, – 1989.
8. N. Davey, P.C. Barson, S.D.H. Field, R.J. Frank, D.S.W. Tansley; The Development of a Software Clone Detector. BNR Europe Limited London Road, Harlow, UK. – 1995.
9. A. Marcus, J.I. Maletic; Identification of High-Level Concept Clones in Source Code. Department of Computer Science Kent State University, Kent, USA. – 2001.
10. Z. Jiang, and A. Hassan; A Framework for Studying Clones in Large Software Systems. In Proceedings of the Seventh IEEE International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation, Paris, France. – 2007.

К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ ОБЪЕКТАМИ С РЕЦИКЛОМ¹

Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Циряпкина А.В., Барагичев К.Е.

ОК «Сибшахтострой»,

Сибирский государственный индустриальный университет,
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»

г. Новокузнецк

Несмотря на широкое распространение в промышленности объектов с рециклом (с внутренней положительной обратной связью) вопросам синтеза и анализа законов управления ими уделялось относительно мало внимания.

Объекты с рециклом можно разделить на три типа:

1) Объекты с рециклом «по концентрации» [1], в которых в рецикле учитывается только концентрация (температура и т.д.) материала. В общем виде структуру такого объекта можно представить в следующем виде.

На рисунке 1 обозначено w , y , u - возмущающее, выходное и входное воздействие; $\varphi_0, \varphi_r, \varphi_u$ - операторы объекта без учета запаздывания, запаздывания и цепи рецикла; τ_0, τ_r, τ_u - время запаздывания в прямой цепи объекта, в цепи рецикла и в управлении.

2) Объекты с рециклом «по массе» материала, когда учитывается масса материала рецикла. Структура объекта в данном случае имеет вид.

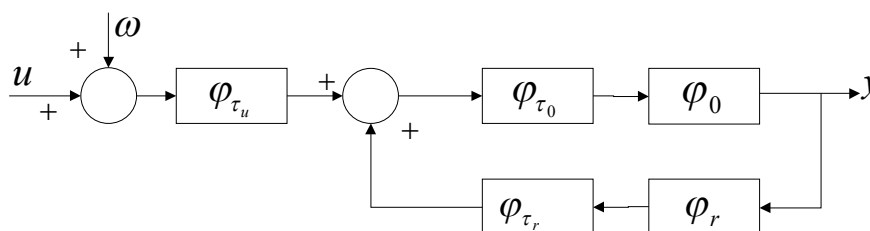


Рисунок 1 – Структура объекта с рециклом «по концентрации»

На рисунке 2 $\boxed{\div}$ - обозначен делитель, а y_r - масса материала рецикла.

3) Объекты с рециклом «по концентрации» и «по массе», объединяющие два предыдущих типа.

В известных публикациях [1] рассматриваются объекты первого типа, без детального, как правило, анализа и выявления области их эффективного применения.

Варианты решений некоторых из вопросов по управлению объектами с рециклом представлены в настоящем сообщении.

Определение областей эффективности применения САР с типовыми и прогнозирующими законами регулирования

Постановка задачи численного исследования систем автоматического регулирования (САР).

Дано:

1) Структура САР для объектов с рециклом [2] с типовым законом f регулирования (рисунок 3, а) и с прогнозирующим законом регулирования (с модельной компенсацией цепи рецикла) (рисунок 3, б).

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а.

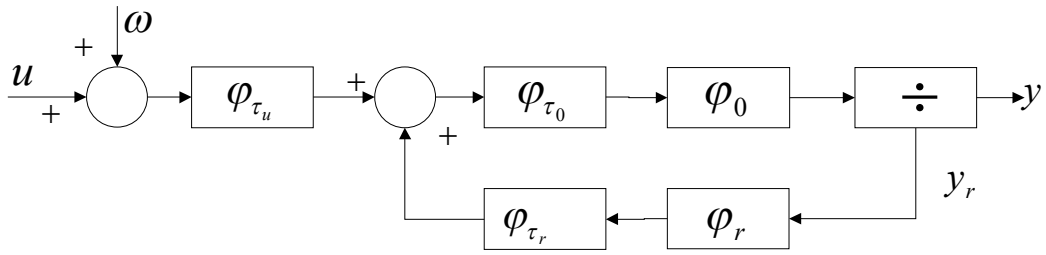
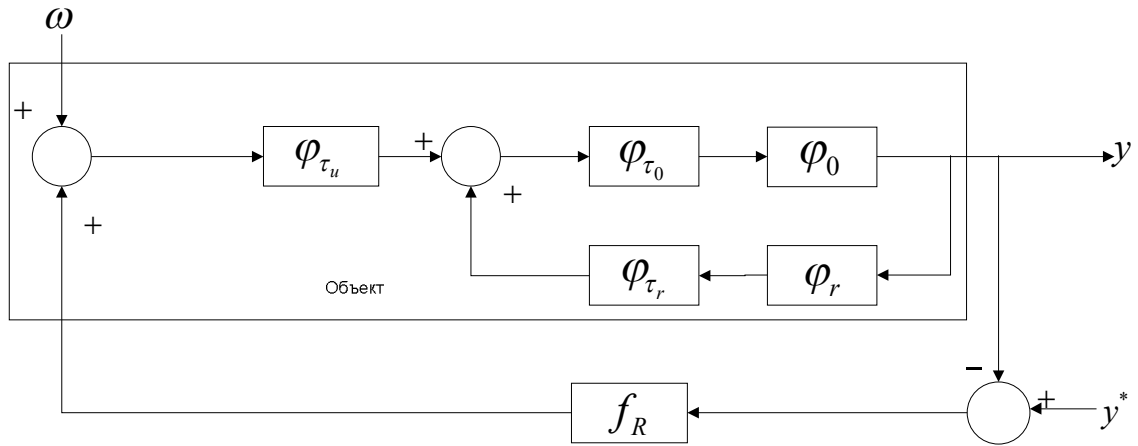
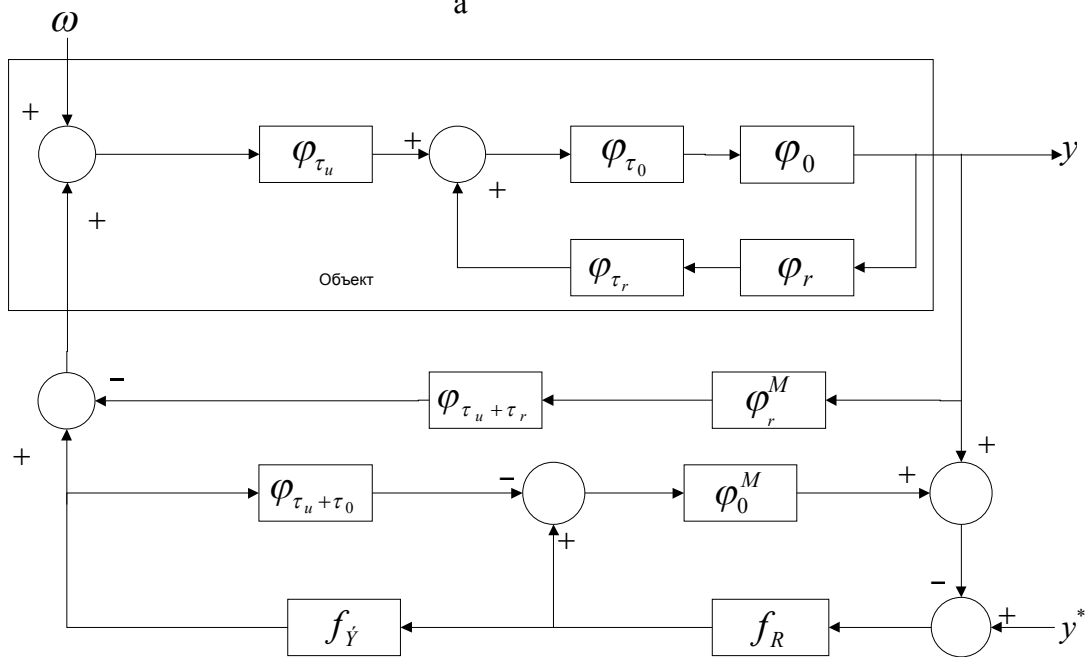


Рисунок 2 – Структура объекта с рециклом «по массе»



а



б

w, y, y^* - возмущающее, выходное и задающее воздействие; $\varphi_0, \varphi_{\tau}, \varphi_r$ - операторы объекта без учета запаздывания, запаздывания и цепи рецикла; f^s, f - операторы экстраполяции и закона регулирования; индексы означают: "M" - модельный; " τ_0 ", " τ_r ", " τ_u " - время запаздывания в прямой цепи объекта, в цепи рецикла и в управлении

Рисунок 3 – Структура САР с типовым законом f регулирования (а) и с модельной компенсацией цепи рецикла (б)

2) Операторы САР:

- $\varphi_0(S) = \varphi_0^M(S) = \frac{k_0}{T_0 S + 1}$ или $\varphi_0(S) = \varphi_0^M(S) = \frac{k_0}{S}$, $\varphi_r(S) = \varphi_r^M(S) = \frac{k_r}{T_r S + 1}$, $\varphi_\tau(S) = e^{-\tau S}$, где k_0, k_r - коэффициенты передачи, T_0, T_r - постоянные времени;
- $f(S)$ – пропорционально-интегральный или пропорциональный закон регулирования;
- $f^s(S)$ – оператор «сдвигки».

3) Вариации отношения τ_r/τ_0 в диапазоне [1;45].

4) Критерий эффективности САР

$$q(t) = \frac{1}{T} \int_{t-1}^T |y^*(\theta) - y(\theta)| d\theta .$$

Требуется:

Определить область эффективной работы САР.

Переход от операторов $\varphi_0, \varphi_r, \varphi_{\tau_u}, \varphi_{\tau_0}, \varphi_{\tau_r}$ к рекуррентно-разностной форме сделан методом конечных разностей. Программирование осуществлено в системе Microsoft Office Excel.

Результаты численных исследований при вариации соотношений τ_r/τ_0 для $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{T_0 S + 1}$ представлены в таблице 1, а для $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{S}$ - в таблице 2.

Таблица 1 – Критерий эффективности для САР с модельной компенсацией цепи рецикла и с типовым законом регулирования при $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{T_0 S + 1}$.

Соотношение τ_r/τ_0	Критерий эффективности	
	САР с модельной компенсацией цепи рецикла	САР с типовым законом регулирования
1	4,99	неустойчива
5	5,02	неустойчива
10	6,13	неустойчива
15	7,50	неустойчива
20	8,66	неустойчива
30	10,61	неустойчива
35	11,48	неустойчива
37	11,82	Граница устойчивости
38	11,98	19,26
40	12,28	19,14
45	12,98	18,78

Из данных таблиц следуют выводы.

1) САР с модельной компенсацией цепи рецикла для $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{T_0 S + 1}$ остается устойчивой при любых соотношениях $\tau_r/\tau_0 \in [1;45]$, в то время как САР с типовым законом регулирования становится устойчивой только при достижении τ_r/τ_0 величины 38;

2) САР с модельной компенсацией цепи рецикла для $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{S}$ устойчива при отношении $\tau_r/\tau_0 > 1,7$, в то время, как САР с типовым законом регулирования неустойчива при всех отношениях τ_r/τ_0 ;

Таблица 2 – Критерий эффективности для САР с модельной компенсацией цепи рецикла и с типовым законом регулирования при $\varphi_0(S) = \frac{k_0}{S}$.

Соотношение τ_r/τ_0	Критерий эффективности	
	САР с модельной компенсацией цепи рецикла	САР с типовым законом регулирования
1	неустойчива	неустойчива
1,7	Граница устойчивости	неустойчива
1,8	9,75	неустойчива
5	17,07	неустойчива
10	19,05	неустойчива
15	20,10	неустойчива
20	20,00	неустойчива
30	20,31	неустойчива
35	20,40	неустойчива
40	20,47	неустойчива
45	20,52	неустойчива

3) Для устойчивых систем во всем исследуемом диапазоне соотношений τ_r/τ_0 САР с компенсацией контура рецикла превосходит по среднемодульному критерию САР с типовым законом регулирования не менее чем в 1,5 раза.

Структура и численное исследование САР для объектов с рециклом «по массе»

Структура САР представлена на рисунке 4.

К ранее введенным обозначениям на рис.3 добавим следующие: α - варьируемый коэффициент блока деления; \div - блок делителя α ; \times - блок умножения.

Постановка задачи численного исследования САР, представленного на рис.4, сделана в следующем виде.

Дано:

1) Структура САР для объектов с делителем «по массе» (рис. 4)

2) Операторы САР:

– $\varphi_0(S) = \varphi_0^M(S) = \frac{k_0}{T_0 S + 1}$, $\varphi_r(S) = \varphi_r^M(S) = \frac{k_r}{T_r S + 1}$, где k_0, k_r - коэффициенты передачи, T_0, T_r - постоянные времени;

– $f(S)$ – пропорционально-интегральный закон регулирования;

– $f^s(S)$ – оператор «сдвигки».

3) Значения блока деления объекта управления

$$\alpha(i) = \alpha_{\text{баз}} + \Delta\alpha, \Delta\alpha \in [(0.01 \div 0.1)\alpha_{\text{баз}}]$$

4) Критерий эффективности САР:

$$q(t) = \frac{1}{T} \int_{t-1}^T |y^*(\theta) - y(\theta)| d\theta.$$

Требуется:

Определить область устойчивости САР при вариациях значений $\alpha_{\text{баз}}$.

Результаты численных исследований представлены в таблице 3.

Из результатов исследований следует, что при «массе» рецикла больше 0,5 система, представленная на рисунке 4, неустойчива.

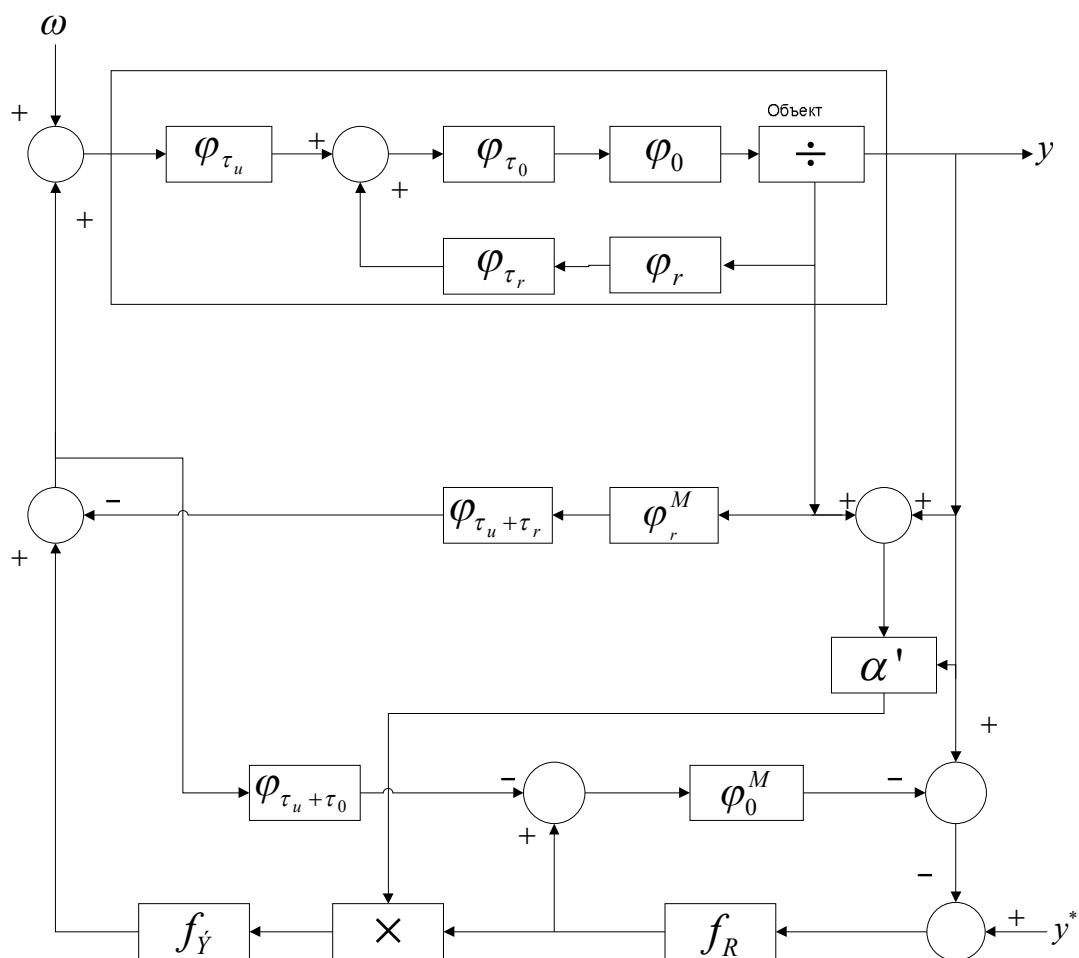


Рисунок 4 – Структура САР для объектов с делителем «по массе»

Таблица 3 – Критерий эффективности для САР объекта с рециклом «по массе»

$\alpha_{\text{баз}}$	Критерий эффективности
0.1	САР неустойчива
0.2	САР неустойчива
0.3	САР неустойчива
0.4	САР неустойчива
0.5	Граница устойчивости
0.55	1,03
0.6	1,00
0.7	0,96
0.8	0,94
0.9	0,93

Библиографический список

1. Рей У. Методы управления технологическими процессами / У. Рей. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
2. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения. / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; Под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ¹

Зуев Л.Б., Старовацкая С.Н., Мышляев Л.П.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

г. Томск,

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

В настоящее время при создании систем управления объектами различной природы широко используется математическое моделирование. Однако существуют области, где трудности построения математических моделей объектов управления связаны со значительными временными и материальными затратами или построение их принципиально невозможно. Примерами таких объектов могут служить процессы термоциклической обработки металлов в нагревательных установках. Например, известна система [1] управления процессом термической обработки металла с применением математических моделей процесса и математической модели структуры металла. Недостатком ее является низкая точность управления, что связано с использованием математических моделей для описания процессов структурообразования в металлах и процессов происходящих в них при нагреве. Подобные процессы являются весьма сложными и не могут быть описаны с высокой точностью математическими моделями.

Все это указывает на целесообразность применения физических моделей в системах управления объектов со сложной структурой.

В работе [2] приводится система управления с физической моделью, которая представлена натурным объектом с исполнительным устройством и датчиками, физической моделью и вычислительными блоками для определения управляющих воздействий на физическую модель. Однако в системе [2] не учтено, что управляющие воздействия, полученные на физической модели, имеют другие значения величины или масштаба времени, либо даже другую природу, чем на реальном объекте. Также не учитывается влияние на натуральный объект и физическую модель внешних контролируемых и неконтролируемых воздействий.

Эти недостатки устранены в предлагаемой системе управления сложными циклическими процессами посредством включения в нее блоков динамического подобиия внешних и управляющих воздействий.

Предлагаемая система представлена на рисунке 1 и содержит натуральный объект и управляющую им систему, которая включает систему управления физической модели и блоки динамического подобиия внешних W , управляющих U , и выходных Y воздействий и заданий Y^* на выходные воздействия (буквами w , u , y обозначены соответствующие воздействия на физическую модель)

Реализация системы управления циклическими процессами конкретизируется на примере термоциклической обработки изделий из феррито-перлитных сталей в установке индукционного нагрева. Натурный объект представлен установкой индукционного нагрева СЭЛТ 002-120/12-Т, которая содержит исполнительное устройство – тиристорный преобразователь частоты, управляемый объект – стальные заготовки, помещенные в индуктор, датчики – бесконтактные инфракрасные пирометры для измерения температуры металла.

Физическая модель представлена малоразмерной нагревательной установкой, в которой нагреваются малоразмерные стальные заготовки, исполнительными устройствами

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-07-00172-а.

являются тиристорные преобразователи частоты малой мощности, датчики температуры – инфракрасные пирометры.

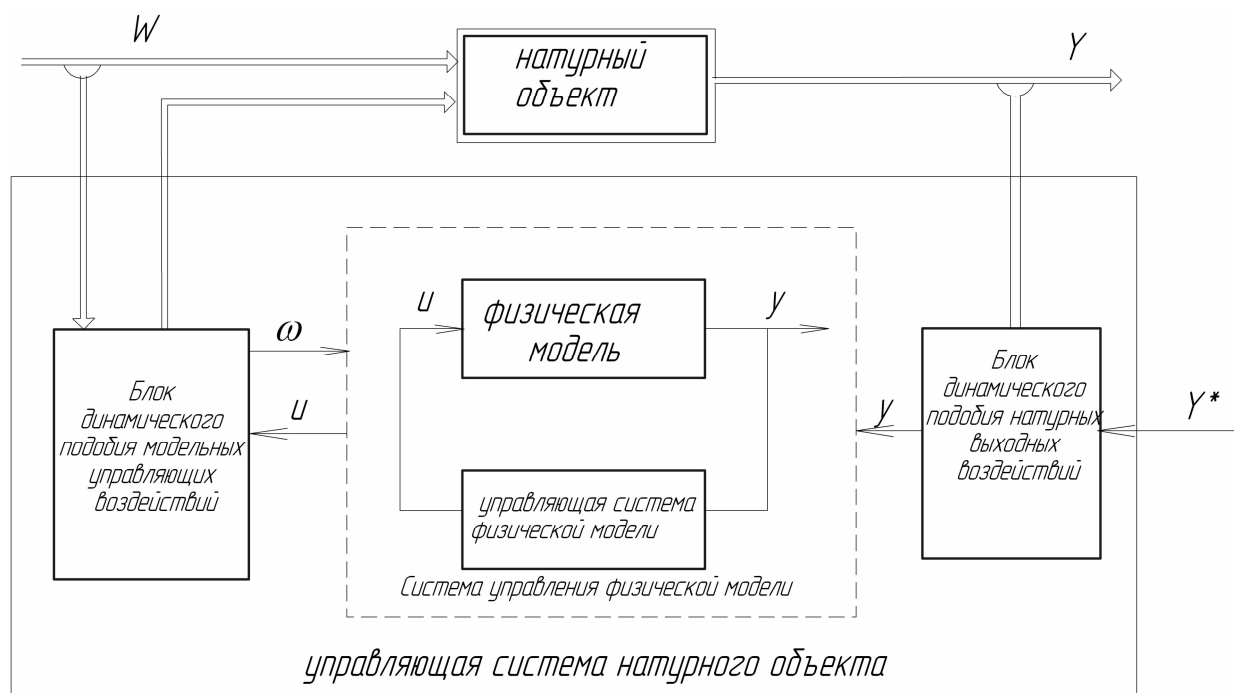


Рисунок 1 – Система управления циклическими процессами

Система управления циклическим процессом в простейшем варианте работает следующим образом. Малоразмерные заготовки помещают в малоразмерную нагревательную установку и по начальной температуре рассчитывают оптимальную траекторию нагрева, которую начинает реализовывать исполнительное устройство. Через интервал времени Δt , равный примерно 1/10 длительности нагрева реальных заготовок производится новый расчет траектории нагрева малоразмерной заготовки. При этом температура этой заготовки устанавливается соответствующей температуре реальной заготовки за счет дополнительного нагрева или охлаждения. Время нагрева или охлаждения рассчитывают по выражению

$$\Delta \tau(i) = \begin{cases} k_1 \{T^P(i) - T^M(i)\} & \text{при } \{\bullet\} \leq 0 \\ k_2 \{T^P(i) - T^M(i)\} & \text{при } \{\bullet\} > 0 \end{cases} \quad (1)$$

где $\Delta \tau(i)$ – время дополнительного нагрева или охлаждения малоразмерной заготовки на i – ом такте управления; T^P – температура реальной стальной заготовки, переведенная в масштаб малоразмерной заготовки; T^M – температура малоразмерной заготовки; k_1, k_2 – пересчетные коэффициенты, выбираемые эмпирически.

После расчета оптимальной траектории нагрева малоразмерной заготовки и приведения в соответствие температуры реальной заготовки и малоразмерной модели происходит пересчет величины модельных управляющих воздействий в величину рабочих управляющих воздействий по выражению $u_p(i) = k_3 u_m(i)$. Пересчет траектории нагрева малоразмерной заготовки в траекторию нагрева реальной заготовки по выражению $T_p(i) = k_4 T_m(i)$ (в приводимом примере траектория выбрана в виде постоянной величины), где k_3 и k_4 – постоянные коэффициенты. Скорректированные таким образом управляющие воздействия и траектории передаются на исполнительные устройства реальной нагревательной установки, где происходит нагрев реальной заготовки по рассчитанной траектории.

В ходе нагрева по заданной траектории величина температуры реальной заготовки

в индукторе измеряются с помощью датчиков – инфракрасных пирометров и после пересчета в величину температуры малоразмерной заготовки попадает на вход блока сравнения и затем на вход вычислительного устройства, где и происходит корректировка времени нагрева в соответствии с выражением (1).

Библиографический список

1. Патент RU 2 336 339 С2 МПК С21D 11/00. Способ управления процессом или регулирования процесса на установке для обработки давлением, охлаждения и/или термической обработки металла / Плоцинник У., Плоцинник К., Хенсгер К. Оpubл. 20.10.2008, Бюл. № 29.
2. Красовский А.А. Оптимальное управление посредством физической прогнозирующей модели // Автоматика и телемеханика. – 1979. – № 2. – С. 156 – 182.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ*

Мышляев Л.П., Старовацкая С.Н., Венгер К.Г.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Во многих областях науки и техники, таких как исследование и управление производственными процессами, создание новых материалов и технологий требуется решать задачи оптимизации в условиях неопределенности. В общем случае при этом должны быть получены оптимальные значения параметров процесса, оптимальные траектории достижения цели и, зачастую, модели исследуемого процесса (поверхности отклика). Известные схемы оптимизации, реализующие метод динамического программирования, дают возможность получать оптимальные траектории, но только при наличии полной модели процесса, то есть в условиях полной определенности. К тому же, при их использовании не гарантируется получение оптимальной траектории на всей поверхности отклика и не выполняется функция построения математической модели поверхности отклика.

Система определения и реализации оптимальных траекторий управляющих воздействий в условиях неопределенности, предлагаемая в настоящей работе, устраняет эти недостатки. Вариант блок – схемы предлагаемой системы представлен на рисунке 1. Детализация блоков рисунка 1 представлена на примере оптимизации термоциклической обработки стальной заготовки.

1. Блок расчета координат вершин симплекса на поверхности отклика модели объекта.

1.1 Объект оптимизации - процесс термоциклической обработки заготовки из стали 30ХГСА на установке индукционного нагрева СЭЛТ 002-120/12-Т;

1.2 Выбор параметров процесса (например, нижняя и верхняя температура цикла T_n , T_v , длительность цикла τ);

1.3 Выбор целевой функции (зависимость твердости в ед. HRC от длительности цикла τ и T_n : $HRC = a_1\tau + a_2T_n + a_0$, где a_1, a_2, a_0 - постоянные коэффициенты);

1.4 Выбор координат начальной точки. Координаты начальной точки выбираются, исходя из практических соображений в пределах установленных граничных условий, например, HRC_0 – твердость стали в нетермообработанном состоянии, при $T_v = 0$ и $\tau = 0$;

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-07-00193-а.

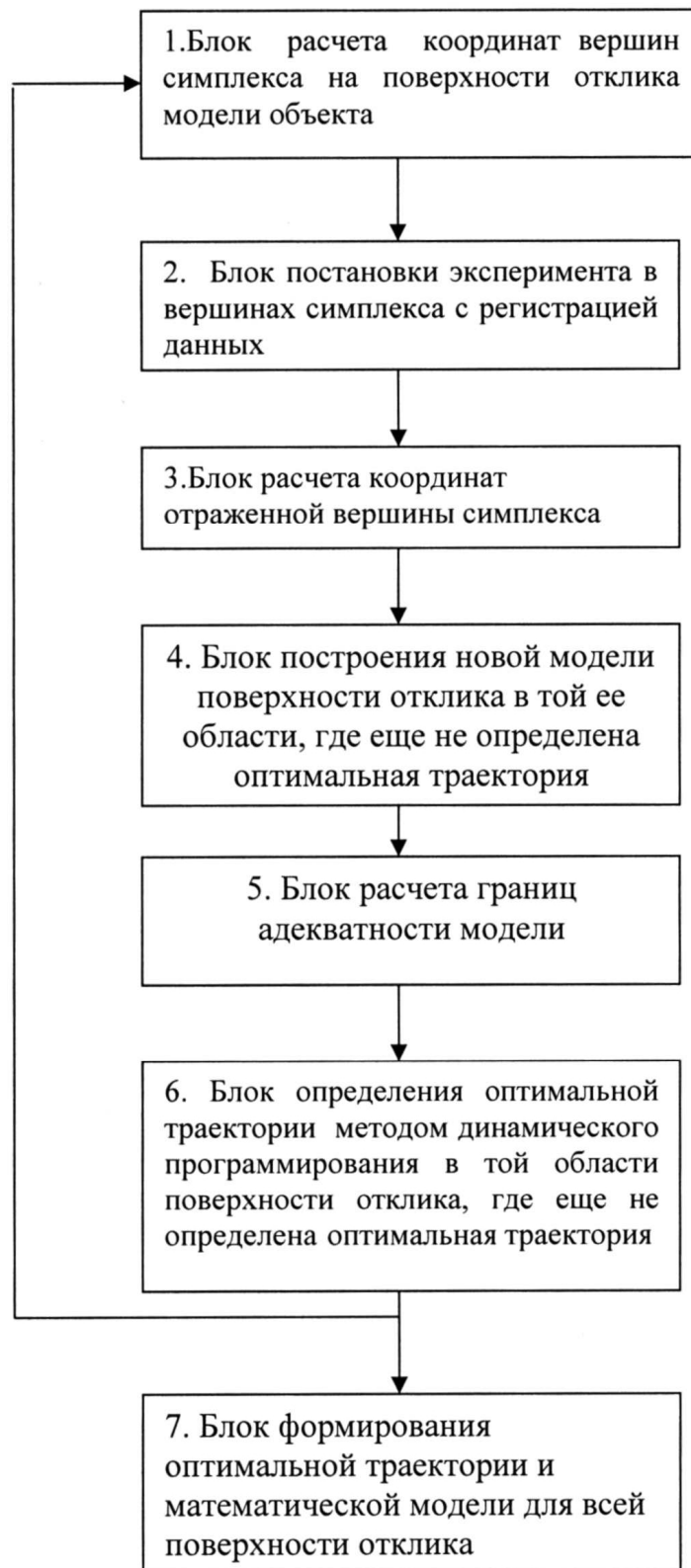


Рисунок 1 – Система определения и реализации оптимальных траекторий управляющих воздействий в условиях неопределенности

1.5 Расчет координат начального симплекса.

Вокруг начальной точки строится исходный симплекс, координаты которого определяются решением уравнений:

$$\begin{aligned}
x_{1,2} &= x_{1,1} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot R_i, & x_{2,2} &= x_{2,1} - \frac{R_i}{2} \\
x_{1,3} &= x_{1,1}, & x_{2,3} &= x_{2,1} + R_i, \\
x_{1,4} &= x_{1,1} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot R_i, & x_{2,4} &= x_{2,1} + \frac{R_i}{2}
\end{aligned}$$

где $x_{i,j}$ – координаты вершин симплекса; R_i – радиус окружности, в которую вписан симплекс.

2. Блок постановки эксперимента в вершинах симплекса с регистрацией данных.

2.1 Эксперимент проводится следующим образом: металлическую заготовку помещают в индуктор ТВЧ установки и начинают нагрев по заданному температурно-временному режиму (например, при постоянной T_H). Контроль температуры T_B осуществляется при этом с помощью бесконтактного инфракрасного пирометра;

2.2 Регистрация натуральных значений целевой функции (зависимость твердости в ед. HRC от длительности цикла τ и T_B) в заданных точках (вершинах симплекса) осуществляется по методу Роквелла на твердомере «ТКС-2».

3. Блок расчета координат отраженной вершины симплекса.

3.1 Определение наихудшей вершины симплекса и ее отражение.

Из вершин симплекса выбираются точки: с наименьшим значением функции x_h , со следующим по величине значением функции и с наибольшим значением функции. Относительно центра тяжести двух вершин симплекса отражается вершина с наименьшим значением функции с коэффициентом α (при $\alpha = 1$ это будет центральная симметрия).

3.2 Расчет координат новой вершины.

Координаты новой вершины вычисляются по формуле: $x_r = (1 + \alpha)x_c - \alpha \cdot x_h$, где x_h - координаты наихудшей вершины, x_c - координаты центра тяжести двух оставшихся вершин симплекса.

4. Блок построения новой модели поверхности отклика в той ее области, где еще не определена оптимальная траектория

4.1 Выбор структуры модели (например, линейная функция);

4.2 Расчет начальных коэффициентов модели по методу наименьших квадратов решением системы уравнений:

$$\begin{cases}
\sum_{z=1}^3 [y_z - (a_1 x_{1z} + a_2 x_{2z} + a_0 x_{1z} x_{2z})] x_{1z} = 0 \\
\dots \\
\sum_{z=1}^3 [y_z - (a_1 x_{1z} + a_2 x_{2z} + a_3 x_{1z} x_{2z})] x_{2z}^2 = 0
\end{cases}$$

где a_1, a_2, a_0 - искомые постоянные коэффициенты; y_z – значение функции в данной точке с координатами x_{1z}, x_{2z} ;

4.3 Экстраполяция полученной модели на область, где не определена оптимальная траектория (путем экстраполяции полученной модели на всю указанную область)

5. Блок расчета границ адекватности модели, например, пропорционально величине симплекса;

6. Блок определения оптимальной траектории методом динамического программирования в той области поверхности отклика, где еще не определена оптимальная траектория

6.1 Выбор способа деления процесса на шаги (например, по числу циклов термической обработки);

6.2 Выбор параметров состояния ξ и переменных управления u (например, температура фазового перехода как характеристика структуры металла и температура нагрева в

каждом цикле обработки как переменная управления): $\xi_k = F(\xi_{k-1}; u_k)$, где F – функция состояния, вида $\xi_k = b_1 \cdot \xi_{k-1} - b_2 u_k$, где b_1 b_2 – постоянные коэффициенты, определяемые условиями поставленной задачи.

6.3 Выбор показателя эффективности – целевой функции (например, зависимости твердости в ед. HRC от переменных управления): $Z = \sum_{k=1}^n f_k(\xi_{k-1}; u_k)$, где f_k – функция, выражаемая уравнением вида, например, $Z_k = g_1 \cdot \xi_{k-1} - g_2 u_k$, где g_1 g_2 – постоянные коэффициенты.

6.4 Выбор условных оптимумов целевой функции $Z_k(\xi_{k-1})$ от k -го шага до конца процесса и условных оптимальных управлений на k -ом шаге;

6.5 Определение для каждого шага множества допустимых управлений на этом шаге;

6.6 Решение уравнений Беллмана: $Z_k(\xi_{k-1}) = \max\{f_n(\xi_{k-1}; u_k) + Z_{k+1}(\xi_k)\}$ и $Z_n(\xi_{n-1}) = \max\{f_n(\xi_{n-1}; u_n)\}$ (в результате решения указанных уравнений на условный оптимум получают две последовательности функций: условные оптимумы $Z_k(\xi_{k-1})$ и условные оптимальные управления $u_k(\xi_{k-1})$);

6.7 Определение оптимума целевой функции $Z_{\max} = Z(\xi_0)$ и искомого безусловного оптимального управления ξ_0 , определяемых выбором наилучших значений из последовательностей, полученных в п.6.6.

7. Блок формирования оптимальной траектории и математической модели всей поверхности отклика

Графическое пояснение сделано на примере, в котором поверхность отклика представляет гладкую одноэкстремальную поверхность.

В блоке 1 выбирались координаты исходной точки A_0 , показанной на рисунке 2. Вокруг этой точки строился правильный симплекс и, согласно блоку 2, проводились натурные эксперименты для определения значения функции поверхности отклика.

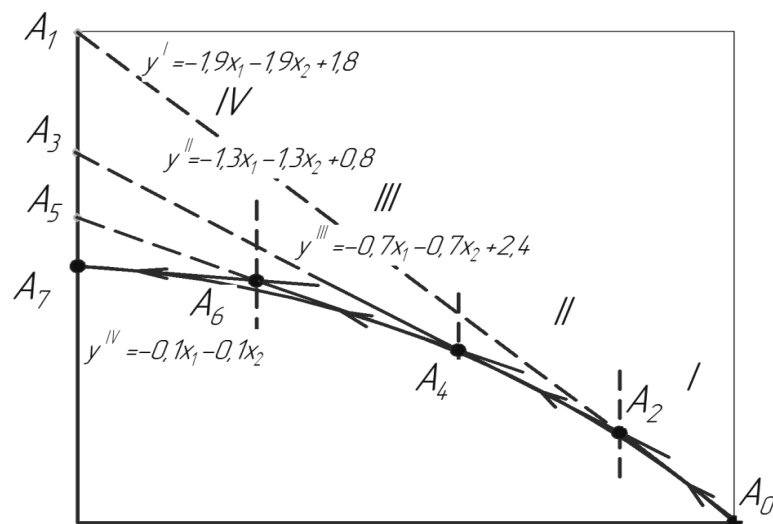


Рисунок 2 – Проекция поверхности функции отклика, аппроксимированной кусочными математическими моделями, и оптимальная траектория движения

В блоке 3 проводилась сортировка и вершин симплекса и расчет координат новой вершины. По этим результатам в блоке 4 по методу наименьших квадратов строилась модель вида $y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_0$. Согласно блоку 5, рассчитывались границы адекватности математической модели. Полученная модель распространялась на всю область исследования объекта. В блоке 6 определяли оптимальную траекторию движения от точки A_1 до A_0 в плоскости $y^I = -1,9x_1 - 1,9x_2 + 1,8$. Полученная траектория движения фиксировалась в области адекватности модели (область I, отрезок траектории $A_0 - A_2$ на рисунке 2). Вокруг точки A_2 – конечной точки траектории, вновь строился правильный симплекс, в вершинах его проводились натурные эксперименты и рассчитывались коэффициенты математической модели. Определялись границы области адекватности модели. Полученная модель $y^{II} = -1,3x_1 - 1,3x_2 + 0,8$ также распространялась на всю оставшуюся область исследования.

Вновь методом динамического программирования отыскивалась оптимальная траектория движения от точки A_3 до точки A_2 . Полученная оптимальная траектория $A_2 - A_4$ – фиксировалась в области II до точки 5 (рисунок 3). Итерационная процедура продолжа-

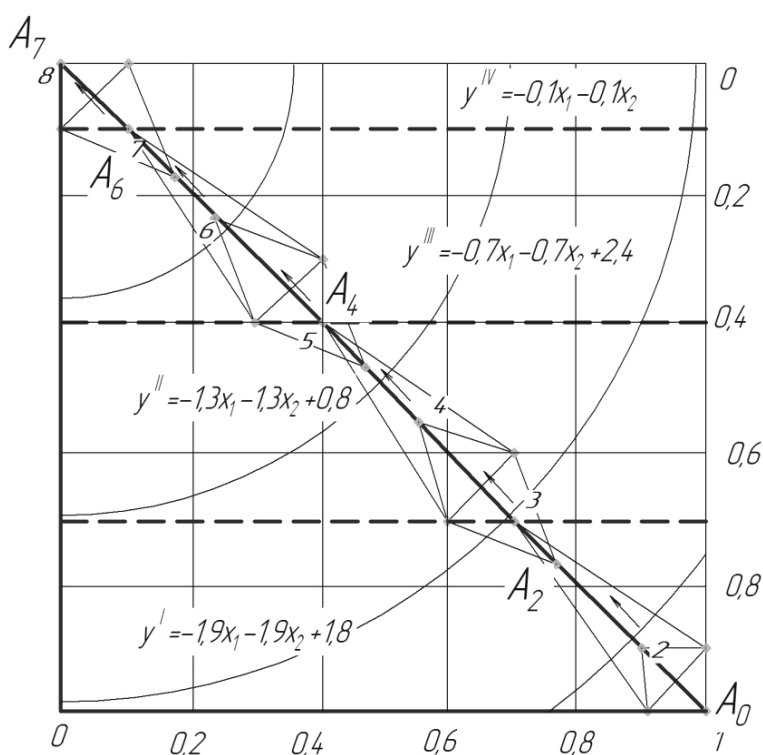


Рисунок 3 – Оптимальная траектория движения

лась до аппроксимации всей исследуемой области математическими моделями. В результате расчетов в блоке 7 была сформирована оптимальная траектория движения, состоящая из фрагментов $A_0 - A_2 - A_4 - A_6 - A_7$, и получена полная математическая модель поверхности отклика, представляющая собой набор аппроксимирующих моделей $\{y^I, y^{IV}\}$.

Библиографический список

1. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 125 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВИХРЕВОЙ ТОПКЕ ДЛЯ СЖИГАНИЯ СУСПЕНЗИОННОГО УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Мочалов П.С., Калашников С.Н., Рыбенко И.А.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

В статье рассматривается построение динамической модели физико-химических процессов в вихревой камере для сжигания суспензионного угольного топлива на основе методики описания материального баланса в многофазных реагирующих средах. В этом случае вихревая камера и процесс рассматриваются в следующем приближении:

- гетерогенная смесь в реакторе состоит из конденсированной и газовой фаз;
- реактор имеет два входных потока и один выходной;
- с первым входным потоком через форсунку в вихревую камеру поступает суспензионное угольное топливо, состоящее из воды и частиц угольного топлива, в состав которого входят следующие вещества: $C, O, H, N, P, As, HCl, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, MnO, TiO_2, P_2O_5, S, K_2O, Na_2O$;
- со вторым входным потоком через сопла в вихревую камеру сжатый воздух, состоящий из O_2 и N_2 ;
- элементами, образующими эти вещества являются: $Fe, C, O, As, HCl, Mn, Si, S, P, Al, Ca, Mg, Na, K, H, Ti, N$;

Процессы горения суспензионного водоугольного топлива представлены в виде следующих реакций:



Скорости реакций по компонентам системы, выраженные в моль/с, определяются с помощью соотношений:

$$W_{|C|} = -W_2; W_{|H_2O|} = -W_1; W_{\{H_2\}} = -W_4; W_{\{H_2O\}} = W_1 + W_4;$$

$$W_{\{O_2\}} = -W_2/2 - W_3/2 - W_4/2 - W_5; \quad (6)$$

$$W_{\{CO\}} = W_2 - W_3; W_{\{CO_2\}} = W_3; W_{\{SO_2\}} = W_5,$$

где W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 – скорости реакций (1 – 5).

Дифференциальные уравнения, описывающие динамику изменения количества молей компонентов газовой фазы, согласно уравнениям (1) – (6), формируются следующим образом:

$$\begin{aligned}
\frac{dn_{/H_2O/}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{/H_2O/} + W_{/H_2O/} & \frac{dn_{\{H_2O\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{H_2O\}} + W_{\{H_2O\}} \\
\frac{dn_{/C/}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{/C/} + W_{/C/} & \frac{dn_{\{CO\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{CO\}} + W_{\{CO\}} \\
\frac{dn_{\{H_2\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{H_2\}} + W_{\{H_2\}} & \frac{dn_{\{CO_2\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{CO_2\}} + W_{\{CO_2\}} \\
\frac{dn_{\{O_2\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{O_2\}} + W_{\{O_2\}} & \frac{dn_{\{SO_2\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{SO_2\}} + W_{\{SO_2\}} \\
&& \frac{dn_{\{SO_2\}}}{d\tau} &= n^{\text{ex}}_{\{SO_2\}} + W_{\{SO_2\}},
\end{aligned} \tag{7}$$

где $n^{\text{ex}}_{/H_2O/}$; $n^{\text{ex}}_{/C/}$; $n^{\text{ex}}_{\{H_2\}}$; $n^{\text{ex}}_{\{O_2\}}$; $n^{\text{ex}}_{\{H_2O\}}$; $n^{\text{ex}}_{\{CO\}}$; $n^{\text{ex}}_{\{CO_2\}}$; $n^{\text{ex}}_{\{SO_2\}}$ – количество молей веществ во входных потоках, моль.

Количество молей конденсированного вещества R , поступающего в агрегат с входным потоком определяется следующим образом:

$$n_{/R/}^{\text{ex}} = \frac{G^f \cdot /R/}{100M_R}, \tag{8}$$

где G^f – расход конденсированного входного потока, кг; $/R/$ – содержание вещества R в конденсированном потоке, %; M_R – молярная масса вещества R , кг/моль.

Количество молей газообразного вещества R , поступающего в агрегат также определяется с учетом его содержания в газообразном входном потоке:

$$n_{\{R\}}^{\text{ex}} = \frac{G^g \cdot \{R\}}{100M_R}, \tag{9}$$

где G^g – расход газообразного входного потока, кг; $\{R\}$ – содержание вещества R в газообразном входном потоке, %.

С учетом изложенного выше система дифференциальных уравнений записывается следующим образом:

$$\begin{aligned}
\frac{dn_{/H_2O/}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /H_2O/}{100 \cdot M_{H_2O}} - W_1 \\
\frac{dn_{/C/}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /C/}{100 \cdot M_C} - W_2 \\
\frac{dn_{\{H_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /H/}{100 \cdot M_{H_2}} - W_4 \\
\frac{dn_{\{O_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot \{O_2\}}{100 \cdot M_{O_2}} - W_2/2 - W_3/2 - W_4/2 - W_5 \\
\frac{dn_{\{H_2O\}}}{d\tau} &= \frac{G^g \cdot \{H_2O\}}{100 \cdot M_{H_2O}} + W_1 + W_4 \\
\frac{dn_{\{CO\}}}{d\tau} &= \frac{G^g \cdot \{CO\}}{100 \cdot M_{CO}} + W_2 - W_3 \\
\frac{dn_{\{CO_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^g \cdot \{CO_2\}}{100 \cdot M_{CO_2}} + W_3 \\
\frac{dn_{\{SO_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^g \cdot \{SO_2\}}{100 \cdot M_{SO_2}} + W_5
\end{aligned} \tag{10}$$

Скорости реакций (1)-(5) выражаются через константу скорости и изменение количества вещества:

$$\begin{aligned}
 \frac{dn_{/H_2O/}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /H_2O/}{100 \cdot M_{H_2O}} - k_1 \cdot n_{/H_2O/}(\tau) \\
 \frac{dn_{/C/}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /C/}{100 \cdot M_C} - k_2 \cdot n_{/C/}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{H_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot /H/}{100 \cdot M_{H_2}} - k_4 \cdot n_{\{H_2\}}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{O_2\}}}{d\tau} &= \frac{G^f \cdot \{O_2\}}{100 \cdot M_{O_2}} - k_2 \cdot n_{/C/}(\tau)/2 - k_3 \cdot n_{\{CO_2\}}(\tau)/2 - \\
 &- k_4 \cdot n_{\{H_2\}}(\tau)/2 - k_5 \cdot n_{\{SO_2\}}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{H_2O\}}}{d\tau} &= k_1 \cdot n_{/H_2O/}(\tau) + k_4 \cdot n_{\{H_2\}}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{CO\}}}{d\tau} &= k_2 \cdot n_{/C/}(\tau) - k_3 \cdot n_{\{CO_2\}}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{CO_2\}}}{d\tau} &= k_3 \cdot n_{\{CO_2\}}(\tau) \\
 \frac{dn_{\{SO_2\}}}{d\tau} &= k_5 \cdot n_{\{SO_2\}}(\tau)
 \end{aligned} \tag{11}$$

где $k_1 - k_5$ – константы скоростей химических реакций (1) – (5), 1/с.

Изменение тепла в системе в единицу времени за счет протекания химических реакций равно:

$$\begin{aligned}
 \frac{dQ}{d\tau} &= -\Delta H_1 k_1 n_{/H_2O/}(\tau) - \Delta H_2 k_2 n_{/C/}(\tau) - \Delta H_3 k_3 n_{/CO_2/}(\tau) - \Delta H_4 k_4 C_{\{H_2\}}(\tau) - \\
 &- Q_{nom}(\tau)
 \end{aligned} \tag{12}$$

где $\Delta H_1 - \Delta H_4$ – тепловые эффекты химических реакций (1-5), кДж/моль; $Q_{nom}(\tau)$ – тепловые потери в окружающую среду, кДж.

Полученное тепло расходуется на нагрев газа и золы. Изменение температуры системы будет определяться соответственно:

$$\begin{aligned}
 \frac{dT}{d\tau} &= (-\Delta H_1 k_1 n_{/H_2O/}(\tau) - \Delta H_2 k_2 n_{/C/}(\tau) - \Delta H_3 k_3 n_{/CO_2/}(\tau) - \Delta H_4 k_4 C_{\{H_2\}}(\tau) - \\
 &- Q_{nom}(\tau)) / (G_{зола}(\tau) C_{P_{зола}} + G_{газа}(\tau) C_{P_{газа}}),
 \end{aligned} \tag{13}$$

где $G_{зола}$, $G_{газа}$ – количество золы и газа, кг; $C_{P_{зола}}$; $C_{P_{газа}}$ – теплоемкость золы, газа и углерода, кДж/моль·К.

Результаты расчета основных переменных динамики процессов на модели для расхода суспензионного угольного топлива 75 л/ч (90 кг/ч), количества влаги 37 %, и зольности 37,5 % представлены на рисунке 1. Состав суспензионного угольного топлива приведен в таблице 1.

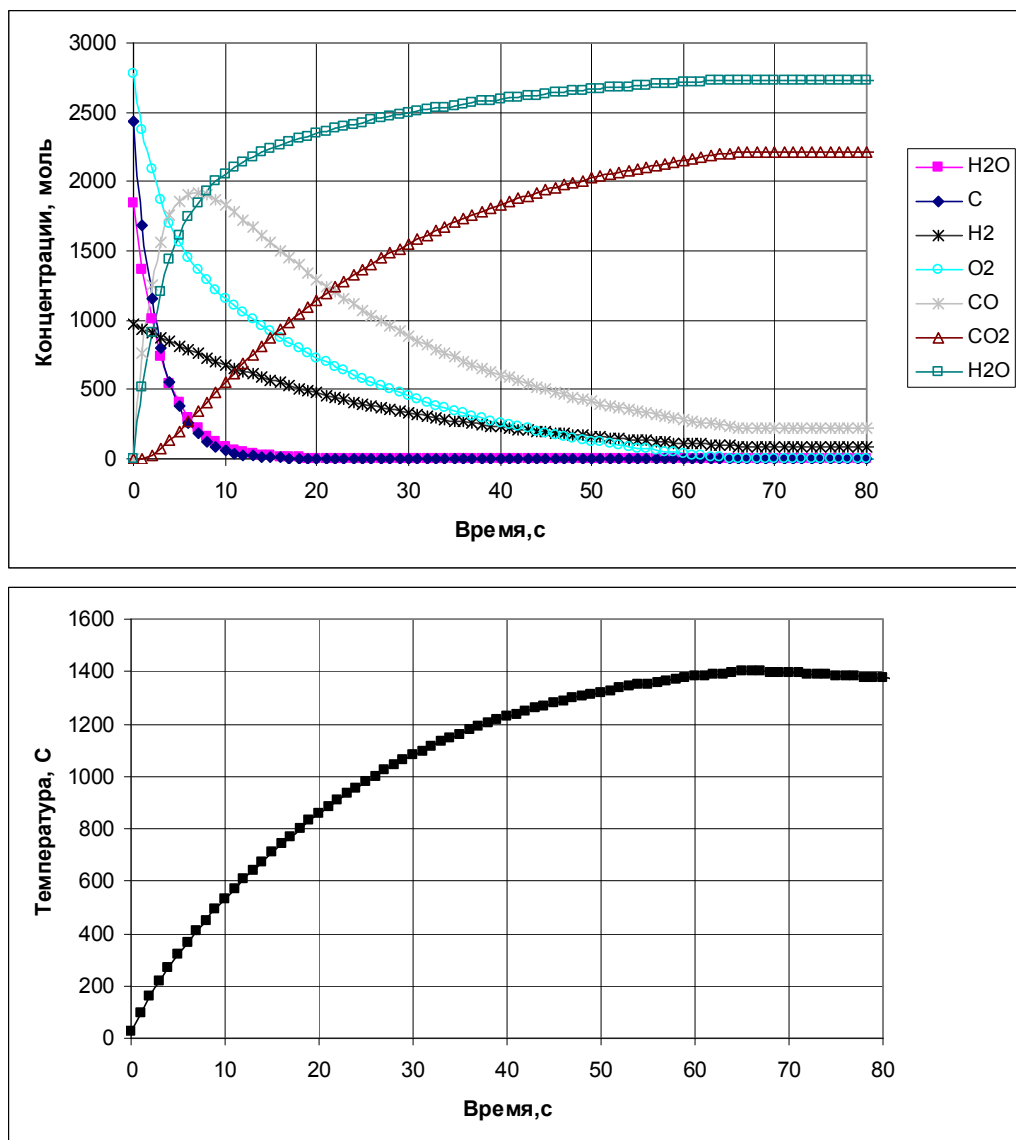


Рисунок 1 – Результаты расчета концентраций компонентов и температуры на основе динамической модели

Таблица 1 – Состав суспензионного угольного топлива

Органическая часть, %	<i>C</i>	<i>H</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>P</i>	<i>As</i>	<i>Cl</i>				
	82,6	5,5	2,5	9,3	0,04	0,004	0,07				
Зола, %	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>TiO₂</i>	<i>MnO</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>S</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>
	60,5	19,00	4,2	7,3	2,0	0,7	0,02	1,05	2,8	0,6	2,0

Настройку параметров модели планируется произвести по данным экспериментов на лабораторной установке.

**СЕКЦИЯ 2.
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИКО-КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ

Морозова В.А., Лисиенко В.Г., Еголаев В.В.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

В настоящее время во всех сферах деятельности активно используются информационные технологии, предназначенные для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов и представляющие собой совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации [1]. Особенно актуально развитие информационных технологий, используемых при принятии решений в процессе управления. Это подтверждается тем, что в большинстве случаев объекты управления (технологические процессы) являются неструктурированными или слабо структурированными, для них свойственна неопределенность, делающая практически невозможным отыскание единственного объективно наилучшего решения. Поэтому при принятии решений в таких ситуациях должен использоваться более тонкий инструментарий определения системы предпочтений, более глубокий сопоставительный анализ альтернативных вариантов, а также необходимое информационное обеспечение лиц, принимающих решение [2]. В результате эффективные средства поддержки принятия решений могут быть получены за счёт интеграции компьютерной поддержки принятия решений и интеллектуальной, реализующей часть творческих функций, которые традиционно считаются прерогативой человека [3].

В настоящей работе в качестве основы интеллектуальной поддержки принятия сложных решений для неструктурированных и слабо структурированных проблем предлагается рассматривать экспертные системы, а в качестве типичных носителей таких проблем – сложные энергонасыщенные многомерные объекты управления (технологические процессы).

Экспертные системы управления, как правило, связаны с большими массивами вводимых и выводимых элементов, образованных некоторым сложным устройством или системой, и применяются в тех случаях, когда проблемная область управления не проста и изменчива, в связи с чем необходим процесс рассуждений для выяснения требуемых мер, направленных на достижение цели управления – поддержания работы устройства (системы) оптимальным образом. При этом эффективность работы и качество синтезируемых решений задач зависит от следующих присущих экспертным системам (ЭС) возможностей: мощности и адекватности используемых баз знаний, аккумулирующих знания и опыт специалистов в решении творческих задач в выделенных проблемных областях; моделирования механизма мышления человека на основе баз знаний применительно к решению задач в некоторой проблемной области; способности формировать определенные соображения и выводы на основе имеющихся знаний, объяснять полученные выводы и решения; умения обучаться и развиваться, т.е. эволюционировать [4].

Энергонасыщенные объекты представляют собой сложные многомерные объекты управления с большим количеством параметров состояния и управляющих воздействий, и являются типичными носителями слабо структурированных, плохо формализованных проблем. Для подобных объектов актуальна разработка систем управления, обеспечивающих экономию ресурсо- и энергозатрат и безопасность их работы. Решения по управлению такими объектами принимаются в весьма противоречивых условиях: с одной стороны, в решениях желательно учитывать как можно больше факторов, различающихся по значимости и влиянию на качество решения, и данных, с другой – необходимо забо-

таться о повышении качества принимаемых решений. Ярким примером энергонасыщенных объектов управления являются такие сложные металлургические агрегаты, как доменные печи, агрегаты ПЖВ, а также протекающие в них процессы. Использование при управлении подобными объектами аппарата ЭС обеспечивает достижение более высокой эффективности за счет перебора большого числа альтернатив при выборе решения, опираясь на высококачественный опыт группы специалистов, анализируя влияние большого объема новых факторов, оценивая их при построении стратегий, добавляя возможности прогноза.

Для размещения базы знаний в ЭВМ с целью ее использования для решения прикладных задач, необходимо ее описание с помощью моделей. В связи с этим основное внимание уделяется разработке моделей представления, извлечения и структурирования знаний, изучению проблем создания баз знаний, которые являются ядром ЭС. Интегрированные (гибридные) модели представления знаний сочетают в себе различные виды интеллекта: логический, вычислительный, образный, поисковый. В данной работе предлагаются концепция и методология построения (технология создания) баз знаний экспертных систем управления, названных в связи с особенностями модельной поддержки логико-количественными, на примере энергонасыщенных многомерных металлургических технологий и, в частности, доменной печи.

На *первом этапе* процесса создания проектируется логическая составляющая модельной поддержки баз знаний логико-количественных экспертных систем [5, 6]. Данный этап включает следующие направления работ: 1) формирование базы данных выходных параметров и управляющих воздействий; 2) создание концептуальной модели (модели предметной области), состоящей из описания объектов и их взаимосвязей, полученного на основе анализа данных об объектах и связях между ними, сбора информации о данных в существующих и возможных прикладных программах; 3) построение стратегической логической поведенческой модели энергонасыщенного объекта (например, доменной печи) в виде определенного множества пар «состояние – управление», при этом «состояние» определяется выходными параметрами состояния, а «управление» – управляющими воздействиями и, в частности, отклонениями выходных параметров и управляющих воздействий от состояния «норма»; в процессе построения используются технологические инструкции, опыт работы и данные математического моделирования; 4) собственно разработку логической составляющей модельной поддержки баз знаний логико-количественных экспертных систем (ЛКЭС), представляющую собой логические модели в виде таблиц соответствия выходных параметров и управляющих воздействий.

Пример стратегической логической модели доменной печи в виде таблицы соответствия выходных параметров и управляющих воздействий демонстрирует таблица 1. Построение данной таблицы, выбор управляющих воздействий, возмущающих воздействий и выходных параметров зависит от типа печи, вида выплавляемых чугунов, наличия тех или иных средств инжекции топлива и подачи кислорода и т.д. Основой построения таблицы являются технологическая инструкция, теоретические и модельные представления о процессе и опыт экспертов [5, 6].

В таблице 1 приняты следующие обозначения [5, 6]: $m_j U_j$ – выходные параметры; $n_i U_i$ – управляющие воздействия; r – ранги воздействий; P – производительность печи; S_i – содержание кремния в чугуне; T_k – температура колошника; Δp – общий перепад давления; CO_2 – содержание CO_2 в колошниковом газе; W_k – влажность кокса; V_d – расход дутья; W_d – влажность дутья; T_d – температура дутья; O_{2d} – содержание кислорода в дутье; $ПГ_d$ – расход природного газа или других топливных добавок; R_n – рудная нагрузка; E_d – кинетическая энергия дутья; A и B – типы загрузки, соответственно прямой (РРКК) и обратной (ККРР); $У_3$ – уровень засыпи; * – регулирующие воздействия сверху, их воздействие на низ печи достигается через 5-6 часов после нанесения воздействия; $*^2 - W_k$ – влажность кокса здесь рассматривается как помеха (возмущающее воздействие);

*³ – E_D – комплексный показатель, определяемый диаметром фурмы и расходом дутья. Изменение диаметра фурмы возможно лишь в ремонтный период печи.

Таблица 1 – Пример стратегической логической модели доменной печи в виде таблицы соответствия выходных параметров и управляющих воздействий

$n_i U_i \backslash m_j U_j$	P	r	Si	r	t_k	r	Δp	r	CO ₂	r	W_k^{*2}	r
V_D	-	1	+	8	-	7	-	1	+	5	-	6
W_D	-	5	+	1	-	6	+	5	-	6	-	2
t_D	-	4	-	2	+	9	-	7	-	7	+	3
O_{2D}	-	2	+	4	-	1	+	3	+	10	-	4
$ПГ_D$	+	6	-	3	-	3	-	2	-	9	+	5
R_H^*	-	3	+	5	+	2	-	4	+	1	-	1
E_D^{*3}	-	10	-	10	+	10	+	10	-	8	+	10
A^*	-	7	+	6	+	4	-	8	+	2	-	7
B^*	+	8	-	7	-	5	+	9	-	3	+	8
$У_3$	+	9	-	9	-	8	+	6	+	4	+	9

Преимуществами использования табличного метода реализации стратегических целей экспертной системы (и базирующегося на нем логического советчика, обеспечивающего поддержку принимаемых решений) при управлении энергонасыщенными объектами (например, доменной печью) являются: повышение оперативности управления; обеспечение выдачи совета оператору в реальном времени и, как следствие, снижение расхода кокса и предотвращение расстройств и аварийных состояний хода энергонасыщенного объекта.

На *втором этапе* логическая составляющая модельной поддержки баз знаний ЛКЭС дополняется количественными соотношениями. В качестве примера могут быть построены количественные модели управления энергонасыщенным многомерным объектом (например, доменной печью) с компенсацией по возмущению (инвариантная система) и по отклонению, при этом количественные модели с компенсацией по возмущению предлагается использовать в двух вариантах – в виде модели эквивалентного сохранения и модели критериального отклонения [5].

При построении количественных моделей для управления доменным процессом предлагается использовать теорию и модели теплового состояния доменной печи в разработке научной школы Б.И. Китаева. Как известно, в рамках этой теории проводится зональный анализ теплового состояния доменной печи автономно для «верха» – верхней зоны – шахты и «низа» – нижней зоны – горна доменной печи (в дальнейшем условно применяются термины «верх» и «низ» доменной печи) [5, 7 – 12]. В дальнейшем могут быть использованы также более детализированные модели доменного процесса, такие как модели ВНИИМТ [13], балансовая логико-статистическая модель института металлургии УрО РАН [14], модель УГТУ – УПИ [15].

Особенностью количественных моделей управления с компенсацией по возмущению (инвариантная система) и по отклонению (с определением количественных отклонений параметров состояния и управляющих воздействий от «нормы» в виде конечно-разностных – дискретных значений) является использование квазистатических соотношений, при этом динамические переходные процессы могут составлять предмет соответствующего совета в виде предсказаний времени переходного процесса, времени запаздывания и постоянной времени (подробнее см. гл. 8 [5]).

Модель эквивалентного сохранения включает отклонения от нормы управляющих воздействий, которые обеспечивают сохранение уровня важнейших критериев теплового

состояния для верха и низа печи. Такими критериями приняты индексы верха i_B и низа i_H доменной печи (подробнее см. гл. 4 [5]).

В предложенном в работе [5] алгоритме количественных моделей управления с компенсацией по возмущению и по отклонению предлагается для заданных условий работы доменной печи заранее (на основании принятых критериев и полных моделей с учетом особенностей работы печей, которые в данном случае выполняют роль имитационно-оптимизирующего уровня) определять степень воздействия управляющих воздействий на критерии (индексы) теплового состояния верха и низа печи и приводить в модели их дискретное изменение в соотношении с эквивалентными дискретными величинами других управляющих воздействий, необходимых для поддержания критериев состояния на постоянном (заданном) уровне (норма).

Для моделей эквивалентного сохранения подобный алгоритм может быть выражен в виде компенсационного уравнения (компенсация по возмущению), связывающего все отклонения управляющих и возмущающих воздействий и приводящего их к эквивалентному (по воздействию на определенный критерий) значению.

Для моделей критериального отклонения применяется в качестве исходного дискретное отклонение от нуля определяющего индекса или другого определяющего параметра состояния. Данные модели обеспечивают управление доменной печью по отклонению определяющих параметров.

Таким образом, синтез количественных управляющих воздействий на ход доменной плавки предусматривает оценку теплообменных, восстановительных и газодинамических процессов, их стабилизацию или изменение в необходимых пределах [5]. Комплексность воздействия различных параметров на ход доменной печи позволяет решать вопросы экономичности плавки, возможности изменения ее интенсивности и управления протеканием процессов как автономно для верха и низа доменной печи, так и во всем ее объеме.

Исходные положения и характеристики количественных моделей, изложенные выше, легли в основу разработки способа связного автоматического управления подачей энергоносителей в доменную печь [16] (подробнее см. гл. 10 [5]), преимуществом которого является управление основными энергоносителями – управляющими воздействиями доменной печи в автоматическом режиме без непосредственного участия оператора, что повышает точность и надежность управления, исключает возможность субъективных ошибок. Кроме того, уставки регуляторам соотношений определяются из условий эффективной работы одновременно как верха, так и низа доменной печи. Это в результате приводит к снижению расходов основных энергоносителей (например, для доменной печи – кокса, природного газа (топливных добавок) и кислорода) и обеспечивает протекание ровного хода энергонасыщенного объекта (доменной печи).

В результате использование логико-количественной модельной поддержки баз знаний ЭС должно обеспечить управление сложным энергонасыщенным объектом не только в режиме советчика, но и с использованием замкнутых контуров управления и контроля. При этом опыт построения баз знаний ЭС, использующих логико-количественную модельную поддержку и создаваемых при решении задач управления таким энергонасыщенным объектом, как доменная печь, может быть использован для управления другими энергонасыщенными процессами в металлургии, например, процессами прямого легирования стали и сплавов.

На *третьем этапе* логико-количественная модельная поддержка баз знаний ЭС дополняется имитационными моделями, лежащими в основе компьютерных тренажеров, которые широко применяют для обучения и извлечения знаний. Компьютерные тренажеры являются результатом моделирования реального мира, воссоздают любой объект (или производственную ситуацию) и снабжены программой, описывающей его поведение в реальных условиях. Иными словами, имитационные модели, лежащие в основе компьютерных тренажеров, представляют образный интеллект проектируемой базы знаний ЛКЭС,

способствующий максимальной активизации образно-интуитивных механизмов мышления. Эффективность компьютерного тренажера зависит от адекватности лежащей в его основе математической модели: следствием возможно более полного и точного воспроизведения в модели свойств и характеристик объекта является ощущение меньшей разницы между реальной и виртуальной обстановкой – так называемый эффект личного участия, который, в свою очередь, влияет на запоминание информации. Описание модели экспертного управления, выступающей в качестве советчика мастера доменной печи или тренажера, приведено в [17].

Применительно к энерготехнологическому объекту управления – доменной печи актуальной являются разработка имитационных моделей и создание на их основе комплексной системы оценки и повышения квалификации персонала [18]. Особенностью данной системы является органичное сочетание тестовой системы, предназначенной для контроля знаний и навыков персонала по набору определенных правил (техника безопасности и т.п.), а также для общего ознакомления с производственным (доменным) процессом, и динамического тренажера на базе математической модели объекта управления (доменной печи), предназначенного для изучения физических основ и способов функционирования агрегата, проведения экспериментов, для обучения определенному порядку действий (например, способам управления доменной печью), для проблемного обучения, противаварийных тренировок и анализа аварий. При формировании базы тестовых заданий (БТЗ) использован разработанный (при участии аспиранта А.В. Сучкова) общий подход для ее структурирования с использованием иерархического метода классификации. Иерархическая структура БТЗ включает следующие уровни: темы тестирования; виды профессиональной деятельности специалиста; объекты профессиональной деятельности специалиста; наборы решаемых задач для каждого объекта; конкретные тестовые задания, связанные с объектами и задачами профессиональной деятельности специалиста. Комплексный динамический тренажер разработан на основе достаточно полной и качественной математической модели Института металлургии УрО РАН, описанной в [5, 19] и включающей в качестве математических моделей-компонент балансовую (равновесную) и двумерную, состоящую, в свою очередь, из моделей газодинамики, теплообмена, восстановления, зоны когезии.

Помимо изложенного выше при разработке логико-количественных экспертных систем как основы интеллектуальной поддержки процессов управления (в частности, в металлургии) представляют интерес моделирование представления знаний [20], использование когнитивного моделирования [21] и технологий инженерии знаний [22].

Дальнейшее развитие связано с созданием интегрированных моделей представления и баз знаний для ЛКЭС управления энергонасыщенными (в том числе бескоксowymi) процессами получения высоколегированных сталей и сплавов. Базой для этого могут служить разработанные и запатентованные технологические способы, применение которых в сочетании с математическим моделированием и оптимизацией процесса обеспечивает снижение энергоёмкости процесса, уменьшение себестоимости продукции за счёт замены кокса и природного газа на дешёвые угли, в том числе углеродсодержащие отходы.

1. Библиографический список

2. Режим доступа: <http://www.glossary.ru/cgi-bin/>
3. Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении. М.: «Дело», 2004. С. 221 – 222.
4. Аверкин А.Н. Толковый словарь по искусственному интеллекту / А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Пospelов. М.: Радио и связь, 1992. – 56 с.
5. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: учебное пособие / [В.А. Чулюков, И.Ф. Астахова, А.С. Потапов и др.; под ред. И.Ф. Астаховой]. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 292 с.: ил.
6. Развитие трехуровневых АСУ ТП в металлургии (коксовые и бескоксовые процессы):

- Учебное пособие / В.Г. Лисиенко, Е.Л. Суханов, В.А. Морозова, А.Н. Дмитриев, С.А. Загайнов, А.Е. Пареньков / Под ред. В.Г. Лисиенко. М.: Теплотехник, 2006. 328 с.
7. Пат. 2209837 РФ. Способ управления энерготехнологическим агрегатом – доменной печью / В.Г. Лисиенко, В.П. Чистов, А.Е. Пареньков, В.А. Морозова, И.А. Кононенко, Г.Б. Захарова, В.Г. Титов. № 2001129418; Заявл. 31.10.2001; Опубл. 10.08.2003; Бюл. № 22. Приоритет от 31.10.2001.
 8. Китаев Б.И. Управление доменным процессом / Б.И. Китаев. Свердловск: УПИ, 1984. 94 с.
 9. Китаев Б.И. Теплообмен в доменной печи / Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, Б.Л. Лазарев. М.: Metallurgy, 1996. 355 с.
 10. Качественная и количественная оценка воздействий на тепловое состояние шахты доменной печи / В.С. Швыдкий, Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, Ю.Н. Овчинников, С.В. Бакин, В.Г. Лисиенко // Известия вузов. Черная металлургия. 1996. № 8. С. 28 – 32.
 11. Китаев Б.И. Международный симпозиум по вдуванию дополнительного топлива в горн доменной печи. Серия 4. Доменное производство / Б.И. Китаев, Ю.Н. Овчинников, Ю.Г. Ярошенко. М.: УНИИ Информации и технико-экономических исследований черной металлургии, 1972. Вып. 5. 24 с.
 12. Теплообмен и повышение эффективности доменной плавки / Н.А. Спиринов, Ю.Н. Овчинников, В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко. Екатеринбург: УГТУ, 1995. 243 с.
 13. Теплотехника доменного процесса / Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, Е.Л. Суханов, Ю.Н. Овчинников, В.С. Швыдкий. М.: Metallurgy, 1978. 248 с.
 14. Мойкин В.И. Динамические характеристики доменных печей по результатам математического моделирования / В.И. Мойкин, Н.М. Бабушкин, Б.А. Боковиков // Вопросы производства чугуна в доменных печах. М.: Metallurgy, 1984. С. 46 – 52; Повышение производительности и экономичности работы тепловых металлургических агрегатов. М.: Metallurgy, 1982. С. 42 – 46; Металлургическая теплотехника: Межвузовский сб. М.: Metallurgy, 1979. С. 39 – 46; // Сталь. 1984. № 4. С. 9 – 14.
 15. Ченцов А.В. Балансовая логико-статистическая модель доменного процесса / А.В. Ченцов, Б.А. Чесноков, С.В. Шаврин. М.: Наука, 1991. 92 с.
 16. Разработка и внедрение математического и программного обеспечения для гибких технологических режимов работы доменных печей / С.А. Загайнов, О.П. Онорин, Л.Ю. Гилева, Д.Н. Волков, Б.С. Тлеугобулов // Сталь. 2000. № 9. С. 12 – 14.
 17. Пат. 2205228 РФ. Способ связанного автоматического управления подачей энергоносителей в доменную печь / В.Г. Лисиенко, Ю.Н. Овчинников, Н.А. Спиринов, В.А. Морозова, Е.Л. Суханов. № 2001121126; Заявл. 26.07.2001; Опубл. 27.05.2003; Бюл. № 15. Приоритет от 26.07.2001.
 18. Возможности экспертного управления сложными объектами на примере доменного процесса: учебное пособие / А.Е. Пареньков, В.Г. Лисиенко, В.Д. Малюгин, В.А. Морозова, Е.Б. Иванов, Ф.Л. Скуридин; под ред. В.Г. Лисиенко. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 67 с.
 19. Лисиенко В.Г. Комплексная система оценки и повышения квалификации персонала доменного производства как пример решения ряда ключевых задач инженерной психологии / В.Г. Лисиенко, В.А. Морозова, А.В. Сучков // Успехи современного естествознания. № 1. 2010. С. 119 – 124.
 20. Математическое моделирование двумерных процессов в доменной печи / Дмитриев А.Н. // Вычислительные методы и программирование. 2004. Т. 5. С. 252 – 267.
 21. Морозова В.А. Моделирование представления знаний в логико-количественных экспертных системах управления доменным и альтернативными бескоксowymi процессами в металлургии / В.А. Морозова, В.Г. Лисиенко, А.В. Сучков, А.Е. Пареньков // Научные труды международной научно-практической конференции «СВЯЗЬ-ПРОМ 2007» в рамках 4^{го} Евро-Азиатского форума «СВЯЗЬ-ПРОМЭКСПО 2007». Екатеринбург: ЗАО «Компания Реал-Медиа», 2007. С. 59 – 62.

22. Морозова В.А. Использование когнитивного моделирования при разработке логико-количественных экспертных систем / В.А. Морозова, В.Г. Лисиенко, А.В. Сучков // Научные труды международной научно-практической конференции «СВЯЗЬ-ПРОМ 2008» в рамках 5^{го} Евро-Азиатского форума «СВЯЗЬ-ПРОМЭКСПО 2008». Екатеринбург: ЗАО «Компания Реал-Медиа», 2008. С. 75 – 78.
23. Морозова В.А. Использование технологий инженерии знаний при разработке логико-количественных экспертных систем / В.А. Морозова, В.Г. Лисиенко, А.В. Сучков // Информационные системы и технологии (ИСТ–2008): материалы Международной научно-технической конференции. Н. Новгород: НГТУ, 2008. С. 141 – 142.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ РЕГУЛИРУЕМОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОКАТА

**Эйсмондт К.Ю., Завгороднев Д.В., Старцева М.В.,
Чермянинов С.М., Некрасова Е.В.**

*ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»
г. Екатеринбург*

В течение последних лет ОАО «ВНИИМТ» во взаимодействии с рядом специализированных фирм спроектировал и ввел в эксплуатацию следующие устройства регулируемого охлаждения (УО), оснащенные системами автоматизированного управления технологическим процессом (АСУ ТП):

– устройство контролируемого охлаждения в потоке толстолистового стана 5000 (ЧерМК ОАО «Северсталь») [1];

– устройство термоупрочнения арматуры в потоке среднесортного стана 350 (ЧерМК ОАО «Северсталь») [2];

– устройство термоупрочнения арматуры в потоке мелкосортного стана 280 (ГУП «Листопрокатный завод», г. Ярцево Смоленской обл.).

Системы автоматизированного управления вышеперечисленными устройствами вне зависимости от профиля охлаждаемого проката имеют общую концепцию построения, в основе которой лежит единый подход как к проектированию устройств охлаждения, так и к достижению требуемого уровня технологических свойств термообработанного проката.

Одним из главных требований технологии термоупрочнения является достижение заданной среднemasсовой температуры начала и конца ускоренного охлаждения (а в ряде случаев, и температуры поверхности) и скорости ее изменения в процессе охлаждения. Основными параметрами, управляющими изменением температуры проката, являются интенсивность и длительность процесса охлаждения, которые определяются расходами воды на секции и скоростью транспортировки проката через устройство.

Устройства и процесс термоупрочнения проката имеют ряд специфических особенностей, которые обязательно необходимо учитывать при разработке системы автоматизированного управления технологическим процессом.

1. Регулирование расходов воды. Особенностью многоконтурных систем водяного охлаждения является взаимное влияние контуров друг на друга в процессе изменения расходов воды, а так же инерционность процесса регулирования по каждому контуру. Применяемые ВНИИМТ индукционные расходомеры наиболее оптимальны с точки зрения быстродействия и точности измерения. Вместе с тем при изменении расхода воды инерционность выхода на новые показания может достигать 2-3 с, что должно учитываться при настройке параметров регуляторов.

2. Измерение температуры проката.

2.1 Температура поверхности проката до и после УО измеряется пирометрами. Лучистый поток от горячего проката (особенно в случае листового проката), распространяясь в сферической области, фиксируется пирометром до или после того момента, когда передний или задний край проката пересечет линию визирования пирометра. Поэтому момент появления проката под пирометром необходимо фиксировать по датчику наличия металла, расположенному в линии визирования пирометра.

2.2 Температура проката после прерванного охлаждения имеет градиент по его сечению, величина которого определяется интенсивностью охлаждения, толщиной проката и теплофизическими характеристиками стали. При последующей выдержке на воздухе происходит выравнивание температуры по сечению, причем скорость увеличения температуры поверхности со временем уменьшается. Пирометр, измеряющий температуру поверхности проката после охлаждения, должен располагаться на достаточном расстоянии от последней секции УО, чтобы рассчитанная по температуре поверхности среднemasсовая температура окончания охлаждения была достоверной.

3. Обработка текущих значений температуры. Прокат до и после охлаждения имеет на поверхности участки, покрытые окалиной, на листовом прокате после охлаждения могут образоваться переохлажденные участки, вызванные недостатками организации сдува воды с поверхности листа, арматура за счет перемещения поперёк рольганга, особенно при выходе с отводящего рольганга на холодильник, может кратковременно выходить из зоны визирования пирометра. Для исключения влияния этих факторов результаты измерения текущих значений температуры подвергаются специальной статистической обработке [3], в результате которой определяется распределение температуры по длине проката и температура начала и окончания процесса охлаждения.

Введенные в эксплуатацию на устройствах регулируемого охлаждения АСУ ТП имеют двухуровневую структуру (рисунок 1).

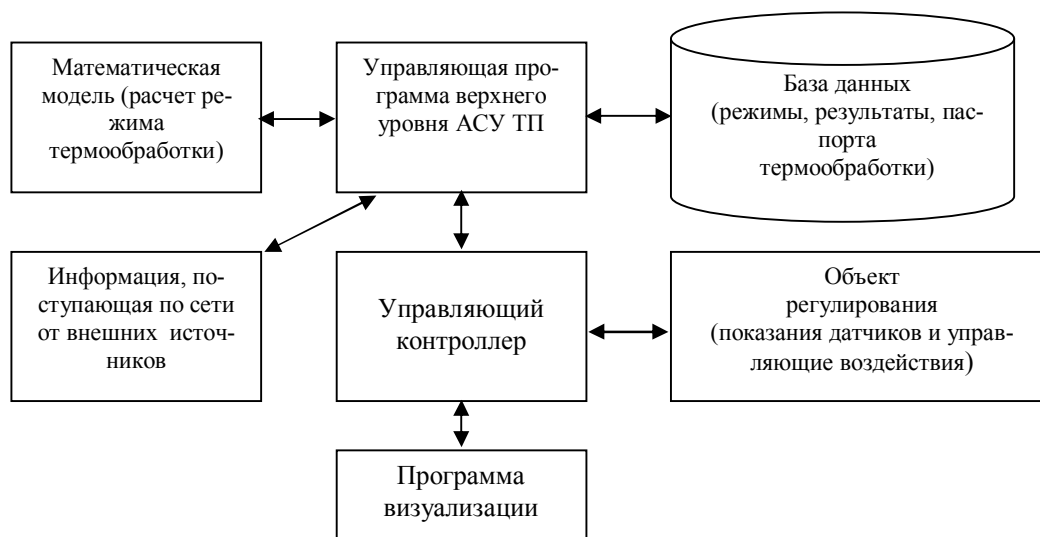


Рисунок 1 – Схема взаимодействия составляющих АСУ ТП УО

На нижнем уровне реализуются функции измерения, контроля и непосредственного управления по заданиям верхнего уровня или оператора УО, промежуточная обработка получаемой информации, обмен с верхним уровнем.

Верхний уровень, включающий панель оператора и инженерную станцию, осуществляет решение задач оптимизации процесса охлаждения, обмен информацией с базовым нижним уровнем, а также сетевой обмен информацией с АСУ цеха и смежными АСУ.

Схема взаимодействия отдельных составляющих АСУ ТП УО приведена на рисунке 2.

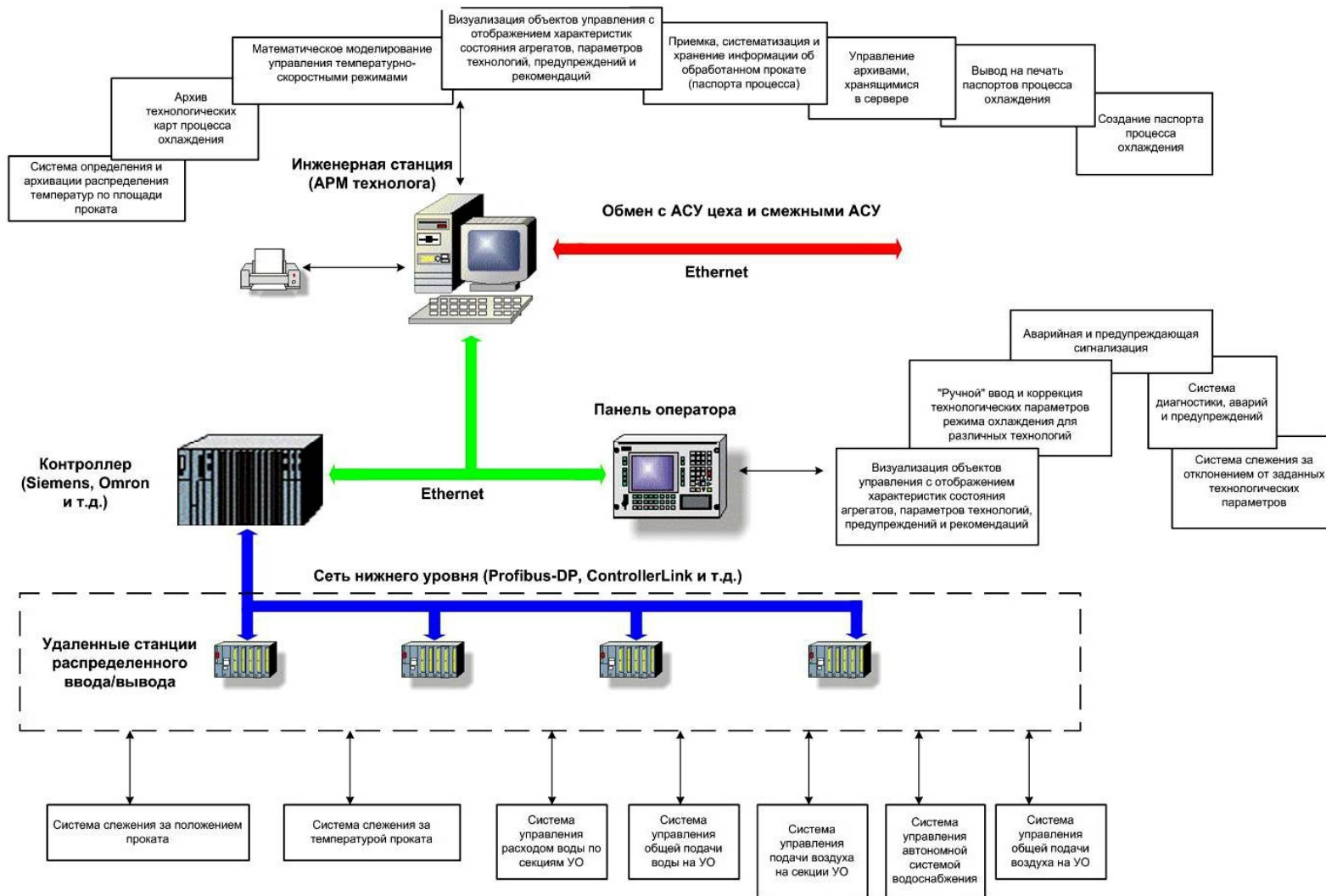


Рисунок 1 – Функциональная схема АСУ ТП устройств регулируемого охлаждения

База данных осуществляет хранение следующей информации:

Исходные данные о прокате.

Параметры режима работы охлаждающего устройства (показания КИП, аварийные сообщения и т.п.) и смежных систем.

Температурное состояние проката до и после охлаждающего устройства, полученное путем статистической обработки показаний пирометров.

Данные, полученные путем расчетов с использованием математической модели.

Нормативную информацию (НИ) по термоупрочнению (технологические инструкции, маршрутные карты и т.п.), определяющую режим работы охлаждающего устройства в зависимости от марки стали и профиля проката.

Эффективность работы АСУ ТП в режиме оперативного управления обеспечивается функционированием на верхнем уровне математической модели процесса ускоренного охлаждения.

В основе математической модели лежит решение одномерного дифференциального уравнения теплопроводности в граничных условиях II и III рода с переменными теплофизическими свойствами. Граничные условия задаются по экспериментально установленным в процессе пуско-наладочных работ зависимостям плотности теплового потока от плотности орошения водой поверхности проката в УО. Практика введения в эксплуатацию АСУ ТП показала, что точность расчета применительно к конкретному устройству составляет 5 % до адаптации математической модели к параметрам конкретного устройства и 2 – 3 % после адаптации модели.

До начала обработки партии в устройстве от АСУ прокатки в АСУ ТП устройства поступает информация о размерах проката, температуре начала и конца охлаждения, марке стали и т.д. В зависимости от технологических требований АСУ ТП УО производит выбор количества и номера задействованных секций, определяет расходы воды по секциям. Выбор секций и определение расходов производится по разработанному в ОАО «ВНИИМТ» алгоритму, в котором используется расчет по математической модели изменения температуры по сечению проката в процессе термообработки в УО.

После выхода проката из УО производится измерение фактической температуры окончания охлаждения. Если отклонение фактической температуры от заданной по технологии превышает допустимые пределы, АСУ ТП рассчитывает и вводит поправку на значение основного параметра регулирования.

При термоупрочнении толстолистового проката основной параметр регулирования – скорость транспортировки проката через секции, расход воды по секциям при этом является постоянным.

В АСУ ТП УКО толстолистового стана 5000 расчет скорости транспортировки проводится в следующих случаях:

- перед началом охлаждения при расчете режима охлаждения по заданным параметрам раската;
- при поступлении фактических параметров раската после прокатки;
- при поступлении температуры раската, измеренной пирометром, расположенным до УКО (температура начала охлаждения);
- при поступлении температуры раската, измеренной пирометром, расположенным за УКО (температура окончания охлаждения).

В последнем случае корректировка скорости транспортировки проводится для следующего раската.

На непрерывных сортопрокатных станах скорость транспортировки постоянная, равная скорости прокатки в последней работающей клетки. Поэтому при обработке сортового проката основной параметр регулирования - расход воды в последней из задействованных секций УО. Колебания температуры конца прокатки на сортовых станах при стабильном режиме, как правило, не выходят за заданные по технологии пределы.

Например, в АСУ ТП УТУ стана 350 поправки рассчитываются и вводятся в качестве новых уставок для регуляторов расходов только в том случае, если на пяти прошедших подряд прутках зафиксировано недопустимое отклонение фактической температуры от требуемой по технологии. Практика промышленной эксплуатации показала достаточно высокую надежность принятого принципа управления.

По завершении процесса термоупрочнения на основании фактических значений температуры, расходов и скорости транспортировки по каждому раскату (прутку) с помощью математической модели рассчитывается фактическая плотность теплового потока, снятого в каждой задействованной секции, а в базе данных формируется паспорт проката, включающий всю необходимую информацию о термообработке.

У технологического персонала имеется возможность воспользоваться математической моделью охлаждения проката, функционирующей в режиме «СОВЕТ». Этот вариант работы математической модели предназначен для обучения персонала, проведения предварительных оценочных расчетов и позволяет рассчитать параметры термообработки для ускоренного охлаждения, охлаждения подката, закалки и экспериментальных режимов охлаждения. Исходные данные для расчета задаются технологическим персоналом, результаты расчета выводятся на экран дисплея.

Выводы. Введенные в эксплуатацию ОАО «ВНИИМТ» АСУ ТП устройств охлаждения листового и арматурного проката, учитывающие специфику быстропротекающих процессов охлаждения и конструктивные особенности комплекса оборудования, позволяют эффективно управлять процессом термообработки в режиме реального времени.

Библиографический список

1. Эйсмонт К.Ю., Липунов Ю.И., Завгороднев Д.В. и др. // Сталь. – 2005. – № 3. – С. 61 – 65.
2. Эйсмонт К.Ю., Завгороднев Д.В., Некрасова Е.В. и др. // Сталь. – 2007. – № 6. – С. 40 – 42.
3. Эйсмонт К.Ю., Завгороднев Д.В., Некрасова Е.В. и др. // «Топливо-металлургический комплекс» Труды междунар. научно-практ. конф. Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова. Региональное Уральское отделение. Научное отделение «Приборостроение и диагностика». Том 4 часть II. Екатеринбург, 2007. – С. 292 – 304.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В МЕХАНООБРАБОТКЕ

Лазаренко И.В.

*Омский государственный технический университет
г. Омск*

При реализации принципа безлюдной технологии в гибких механообрабатывающих производственных системах необходимо решать задачу автоматизации контроля результатов обработки с целью стабилизации качества технологического процесса. Для оперативного управления обработкой необходимо получать информацию о результатах обработки, выявлять тенденции в изменении настроенности и налаженности технологического процесса и определять управляющие воздействия на технологическую систему для поддержания в требуемых пределах ее настроенности и налаженности.

Рассмотрим состояние и тенденции развития методов и средств автоматического контроля в механообрабатывающем производстве.

Вопросы автоматического контроля для массового производства в настоящее время разработаны достаточно полно [1, 2, 3]. Серийно производятся различные средства для систем автоматического контроля. Эти средства являются специальными и специализиро-

ванными, ориентированными на определенные объекты контроля. В гибком автоматизированном производстве подобные средства, как правило, неприменимы.

При автоматизации технологических и производственных процессов для автоматизации технического контроля в массовом производстве необходимы высокопроизводительные средства. Ввиду постоянства процессов и объектов массового производства эти средства могут быть специализированными или специальными. Все применяемые средства автоматизации технического контроля качества технологических процессов можно разбить на две основные группы:

- средства для контроля непосредственно в ходе технологических операций для управления качеством процессов;
- средства для послеоперационного контроля для разбраковки и рассортировки изготовленных изделий.

Первую группу составляют средства автоматического контроля размеров обрабатываемых деталей, устанавливаемые на металлообрабатывающих станках (при механической обработке) и контролирующие размеры обрабатываемой детали непосредственно в ходе обработки. Такие устройства управляют станком, прекращая обработку при достижении деталью заданного размера.

Во вторую группу входят контрольно-сортировочные автоматы и полуавтоматические устройства, осуществляющие контроль изделий между операциями обработки (межоперационный контроль) или контроль готовой продукции. Такие средства могут осуществлять разбраковку или сортировку продукции на группы по некоторому признаку или параметру изделия.

Приборы активного контроля разрабатываются для конкретных технологических операций и серийно выпускаются в широкой номенклатуре.

В отечественной практике ведущим разработчиком приборов активного контроля является ОАО «НИИИзмерения». Этой организацией в последние годы создано новое поколение приборов активного контроля, предназначенных для управления процессом обработки валов, отверстий и плоских поверхностей с непрерывной и прерывистой поверхностью на кругло- и внутришлифовальных станках-автоматах, полуавтоматах и станках с ЧПУ, отличающееся от ранее выпускающихся существенно более высоким техническим уровнем (повышение в 1,5-2 раза быстродействия и точности, уменьшение в 2-3 раза габаритов, массы, энергопотребления, расширение технологических возможностей, использование единого для всей гаммы приборов активного контроля одной и той же модели малогабаритного отсечно-командного устройства на микропроцессорной базе) [4]. Гамма включает 7 основных моделей приборов с различными исполнениями и покрывает контроль деталей при всех видах шлифования, кроме бесцентрового. Диапазон размеров контролируемых валов и отверстий – 2,5...200 мм, дискретность цифрового отсчета – 0,1-1 мкм.

Разработаны также подналадчики для круглошлифовальных бесцентровых, токарных, сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ, обрабатывающих центров, гибких модулей и систем, унифицированные по механической и электронной части с приборами активного контроля. Подналадчики обеспечивают контроль внутренних и наружных размеров при изготовлении деталей и выдачу в систему управления станками информации о необходимой подналадке оборудования.

Эти устройства реализуют простой алгоритм управления обработкой, представленный на рисунке 1. Такой алгоритм не требует сложных средств управления при реализации и, как правило, обеспечивается простыми логическими устройствами (например, релейными устройствами).

При комплексной автоматизации многономенклатурного механообрабатывающего производства рассмотренные методы и средства могут применяться весьма ограниченно из-за отсутствия свойства гибкости и нецелесообразности систематических переналадок.

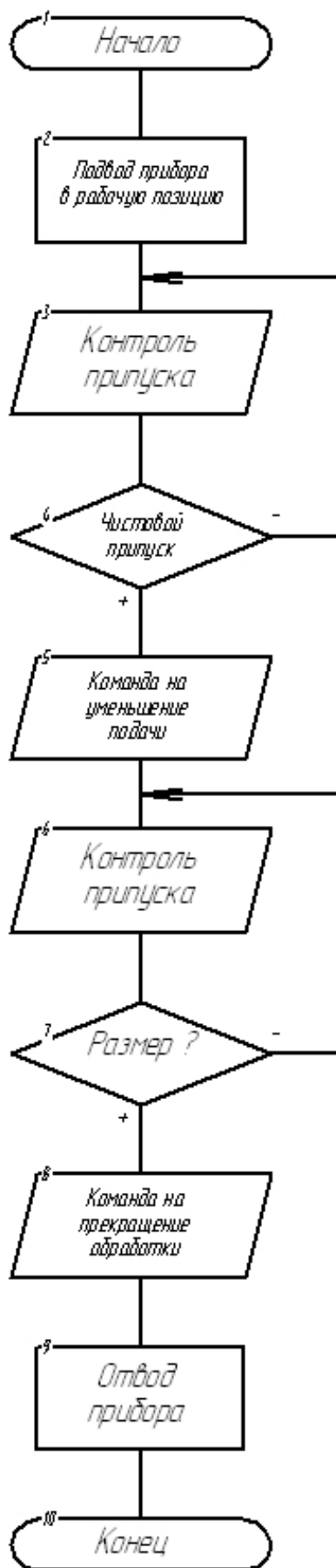


Рисунок 1 – Алгоритм управления обработкой

После начала обработки устройство управления подает команду (блок 1) подводящему устройству прибора активного контроля для автоматической установки его в рабочую позицию. Прибор осуществляет контроль оставшегося припуска (блок 2) и выдает измерительный сигнал в устройство управления.

Устройство управления сравнивает этот сигнал (блок 3) с уставкой, соответствующей чистовому припуску на обработку. При достижении этой величины выдается команда на уменьшение размерной подачи (блок 4). Контроль припуска продолжается (блок 5) и при достижении уставки, соответствующей окончательному размеру (блок 6) обработка прекращается и прибор отводится в исходную позицию (блок 7 и 8).

Рассмотренные устройства активного контроля при измерении используют метод сравнения с мерой и являются специализированными устройствами, имеющими малую гибкость и ориентированными на использование в массовом и крупносерийном производстве. Кроме этого, такие устройства используются, в основном, для финишных операций круглого и плоского шлифования, которые в ГПС для корпусных деталей не являются основными. В целом устройства активного контроля не в состоянии решить проблему управления точностью обработки в условиях многонаменклатурного гибкого производства из-за отсутствия свойства гибкости и нецелесообразности систематических переналадок приборов при смене обрабатываемой детали.

Библиографический список

1. Кондашевский В.В. Активный контроль размеров деталей на металлорежущих станках / В.В. Кондашевский, В. Лотце. Омск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1976. – 431 с.
2. Kondaschewski W. W., Lotze W. Meßsteuergeräte spanender Werkzeugmaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik, 1974. 624 S.
3. Теория и проектирование контрольных автоматов: учеб. Пособие для вузов / Л.Н. Воронцов, С.Ф. Корндорф, А.В. Федотов [и др.]. М.: Высш. школа, 1980. – 560 с.
4. <http://www.micron.ru/>
5. Базров Б.М. Технологические основы проектирования самоподнастраивающихся станков. / Б.М. Базров. М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫМИ ФАБРИКАМИ

Грачев В.В., Шипунов М.В., Циряпкина А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
г. Новокузнецк*

Одним из основных этапов проектирования системы автоматизации управления (САУ) является создание информационного обеспечения (ИО). Опыт практического создания САУ технологическими комплексами показал необходимость упреждающей разработки и внедрения ИО, так как основной объем работ по испытанию и пуско-наладке необходимо выполнить в период, когда строительство еще не закончено и агрегаты технологической цепи находятся в состоянии монтажа [1]. Разработка ИО включает в себя такие шаги, как обеспечение удобных средств для поиска, получения, хранения, накопления, передачи

¹ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а.

и обработки информации, организацию баз данных.

Создание ИО САУ проходит одновременно на двух уровнях: «на нижнем» и «на верхнем». «Нижний уровень» отвечает за обеспечение взаимодействия между программируемыми логическими контроллерами (ПЛК) и оборудованием технологической цепи, контрольно-измерительными приборами и шкафами силового оборудования. На «верхнем уровне» происходит разработка интуитивно понятного и удобного в пользовании НМИ (Human Machine Interface – человеко-машинный интерфейс), посредством которого осуществляется взаимодействие диспетчера и оборудования САУ технологическим комплексом, собирается вся информация от источников нижнего уровня и обеспечивается выдача команд управления.

Современные методы разработки ИО САУ «верхнего уровня» укрупнено можно разделить на 2 большие группы:

1. Способы создания ИО самостоятельно, «с нуля», то есть без использования готовых программных пакетов.

Этот вариант возможен:

– для небольших объектов, с малым количеством данных. В этом случае приобретение дорогостоящих пакетов программ, типа SCADA-систем, не целесообразно, так как использоваться на «полную мощность» они не будут.

– для нетиповых объектов, к которым сложно подобрать подходящий программный пакет.

Однако данный вариант достаточно трудоемкий, требует значительных человеческих и временных ресурсов.

2. Способы создания ИО с использованием одного из готовых программных средств, например, SCADA-системы, MES-системы. Охарактеризуем кратко эти системы и их функциональные возможности.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных) – программный пакет, предназначенный для разработки и обеспечения дальнейшей работы в режиме реального времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC/DDE серверы. Программный код может быть написан как на языке программирования, так и сгенерирован в среде проектирования [2].

Сбор данных начинается на уровне ПЛК и включает: показания измерительных приборов, датчиков, информацию об отказе оборудования (алармы или тревоги). Далее данные собираются и форматируются таким способом, чтобы оператор диспетчерской станции, используя человеко-машинный интерфейс, мог принять контролирующие решения – корректировать или прервать стандартное управление средствами ПЛК. Данные могут также быть помещены в историю, часто основанную на СУБД, для построения трендов и другой аналитической обработки.

Системы SCADA обычно оснащаются распределенной базой данных, часто называемой базой данных тегов. Эта база содержит элементы данных, названные тегами или точками. Тег – единица производственных данных, источником для которой является, как правило, сигнал устройств из подсистем нижнего уровня.

MES (Manufacturing Enterprise Solutions – корпоративные системы управления производством) - специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства [3].

Получая информацию от SCADA-систем, MES-системы в свою очередь выполняют такие функции, как распределение ресурсов, контроль за состоянием оборудования, сбор и

хранение данных, обеспечение упорядоченности производственных заданий, управление персоналом, анализ качества продукции, анализ производительности, отслеживание и генеалогия продукции.

Второй подход к разработке ИО, подход на основе готовых программных продуктов, является наиболее предпочтительным при создании САУ крупными технологическими комплексами. Например, сроки создания САУ обогатительными фабриками значительно сокращаются – с 2,5 – 3 лет до нескольких месяцев.

Приведем пример разработанного ИО САУ обогатительной фабрикой «Разрез Степной». На мониторе компьютера диспетчера средствами SCADA-системы InTouch (корпорация Wonderware, США) представлена мнемосхема (рисунок 1), включающая в себя нижний, основной и верхний фрейм.

В области нижнего фрейма расположен объект «Сводка тревог» (рисунок 1 (3)) для отображения всех тревог и событий, сконфигурированных в системе, в режиме реального времени.

В область основного фрейма помещен основной видеокадр, отображающий технологическое оборудование комплексов и схему материальных потоков.

При нажатии левой кнопкой мыши на изображение каждого агрегата или его цифровое обозначение открывается соответствующее всплывающее окно, где приводится детальная информация о текущем состоянии агрегата, причины его неготовности или аварии. Например, на рисунке 2 неготовность конвейера поз. 10 вызвана нажатием кнопки СТОП с поста местного управления.

Для удобства работы диспетчера и оперативного управления обобщенное отображение информации о текущем состоянии агрегатов комплекса осуществляется, во-первых, посредством цветовой индикации мнемонического изображения этого агрегата, а во-вторых, текстом в поле информационного табло всплывающих окон. Для примера рассмотрим варианты мнемонического отображения конвейера при различных состояниях (рисунок 3).

Соответствие состояния агрегатов, цвета их мнемонического изображения и текста в поле информационного табло всплывающих окон представлено в таблице 1.

Верхний фрейм содержит панель диагностики соединения с ПЛК (рисунок 1 (2)) и набор закладок (рисунок 1 (1)) для смены основного и дополнительных видеокадров: «Журнал событий» (рисунок 4) и «Тренды» (рисунок 5).

Для работы с тревогами и событиями, зафиксированными в системе, вызывается дополнительный видеокадр «Журнал событий» путем выбора соответствующей закладки на верхнем фрейме. В области 1 данного видеокадра (рисунок 4(1)) задается интервал времени, за который необходимо предоставить данные о тревогах и событиях, произошедших в системе. Задать интервал можно либо с помощью выпадающего списка, либо настройками даты и времени начала и окончания выборки. В области 2 (рисунок 4 (2)) происходит непосредственный выбор агрегатов и параметров выборки. Наименования всех агрегатов технологической цепи разнесены по пяти выпадающим спискам. Для каждого объекта можно получить информацию либо по сигналам, либо по признакам, либо по командам, либо по сигналам и признакам одновременно. После всех необходимых настроек, для автоматического формирования запроса необходимо нажать на кнопку «Сформировать запрос». В области 3 (рисунок 4 (3)) выводится в табличной форме перечень тревог и событий по необходимым агрегатам за интервал времени, указанный в области 1.

Для отображения такой информации, как количество моточасов, время разгона, время сгона нагрузки, текущая скорость, значения токов и др., в виде графиков используется дополнительный видеокадр «Тренды» (рисунок 5). Его вызов производится по нажатию на закладку с надписью «Тренды» в верхней части монитора диспетчера (рисунок 1 (1)).

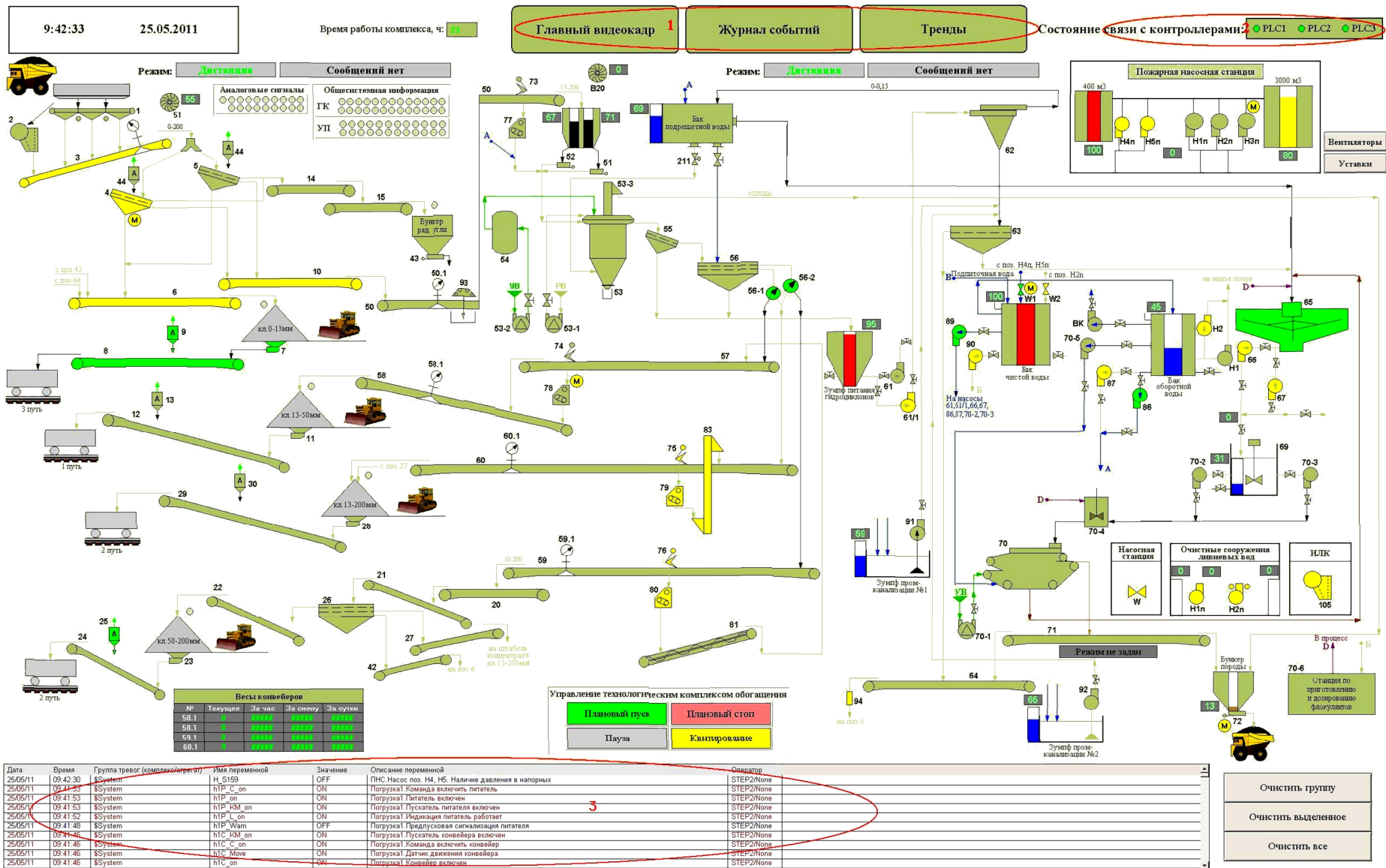


Рисунок 1 – Мнемосхема монитора компьютера диспетчера САУ ОФ «Разрез Степной»

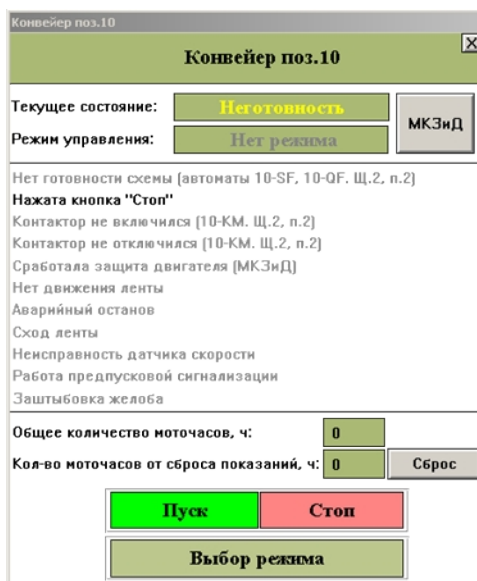


Рисунок 2 – Всплывающее окно «Конвейер поз. 10»

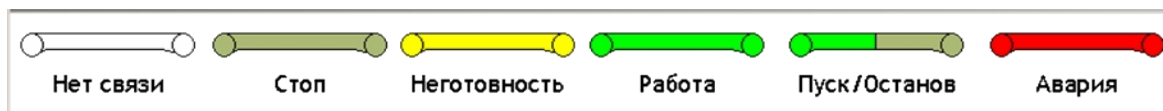


Рисунок 3 – Варианты мнемонического отображения конвейера

Таблица 1 – Таблица соответствия состояния агрегатов, цвета мнемонического изображения и текста в поле информационного табло всплывающих окон

Состояние агрегатов	Цвет мнемонического изображения	Текст в поле информационного табло
Нет связи с ПЛК	Белый	Нет связи
Неготовность	Желтый	Неготовность
Работа	Ярко-зеленый	Работа
Пуск	Ярко-зеленый мигающий	Пуск
Останов	Ярко-зеленый мигающий	Останов
Авария	Красный	Авария
Стоп	Зеленый	Стоп

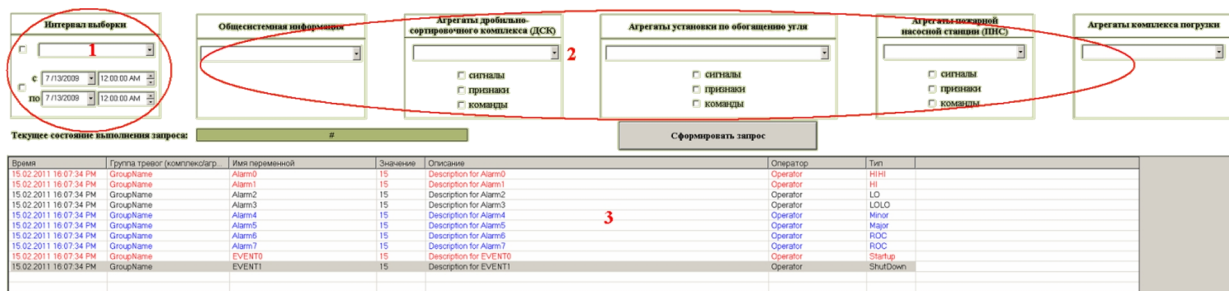


Рисунок 4 – Дополнительный видеокادر «Журнал событий»

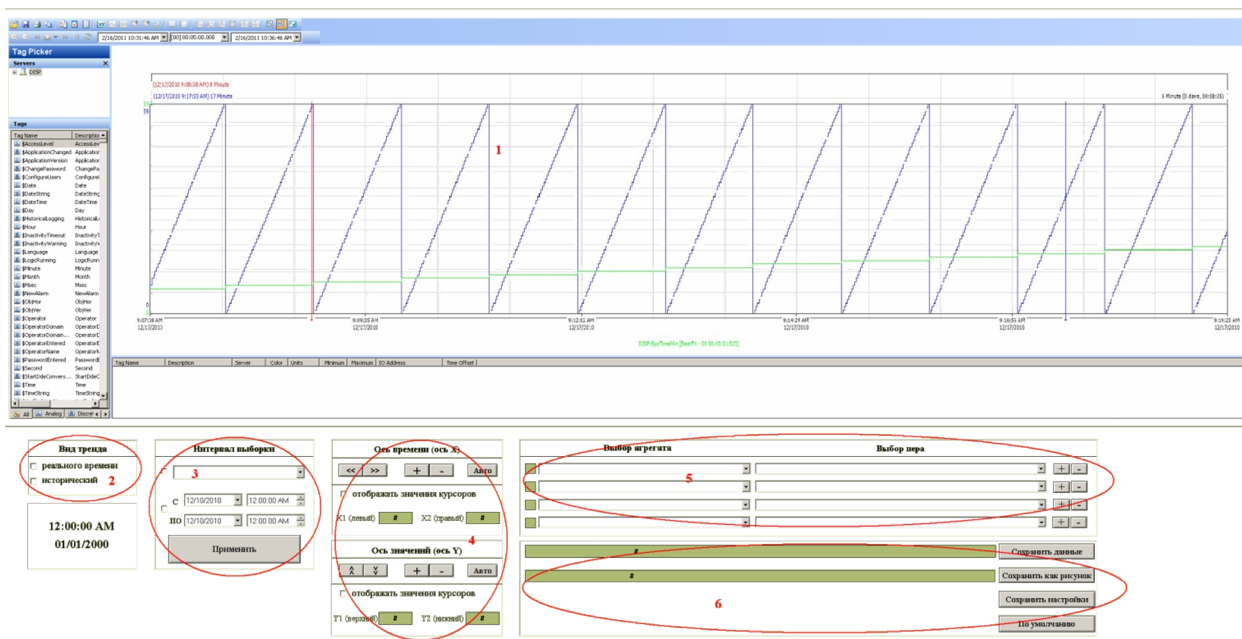


Рисунок 5 – Дополнительный видеокادر «Тренды»

В области 1 (рисунок 5 (1)) отображаются непосредственно тренды выбранных технологических параметров. Выбор агрегатов и технологических параметров (сигналов, признаков, команд управления) осуществляется в области 5 (рисунок 5 (5)). Одновременно в области 1 могут отображаться не более четырех перьев (т.е. выбранных параметров). Тип тренда устанавливается в поле 2 (рисунок 5 (2)), управление трендами (перемещение, масштабирование) производится с помощью управляющих элементов области 4 (рисунок 5 (4)). Изменение интервала выборки осуществляется в области 3 (рисунок 5(3)) либо с помощью выпадающего списка, либо путем выбора даты и времени начала и окончания трендов. В поле 6 (рисунок 5 (6)) предусмотрены функции сохранения данных за необходимый интервал времени в виде таблиц и сохранения данных в виде рисунка.

Функционал вышеописанного ИО САУ обогатительной фабрикой «Разрез Степной» полностью соответствует тем задачам, которые были поставлены заказчиком перед разработчиками, а именно: задачи визуализации, предоставления удобного пользовательского интерфейса с возможностью оперативного вмешательства в управление процессом, накопления архивов предыстории и предоставления архивных данных в наглядном виде, генерации тревог, отчетных ведомостей.

Библиографический список

1. Грачев В.В. Методы и алгоритмы планирования, разработки и внедрения автоматизированных технологических комплексов (на примере углеобогательных фабрик): Автореф. дис. к-та техн.наук: 05.13.06/ Грачев Виталий Викторович; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – 21 с.
2. SCADA – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA] – Загл. С экрана.
3. MES – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/MES] – Загл. С экрана.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Салимова А.В.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Основы современных средств производства в машиностроении и смежных отраслях составляют сложнейшие автоматизированные технологические комплексы (многооперационные станки, обрабатывающие центры). Они призваны обеспечивать высокую точность обработки, дают возможность реализовать гибкую технологию. В частности такие станки используют при изготовлении лопаток турбин, к которым предъявляются весьма высокие требования к точности посадочной и рабочей части лопатки. В докладе рассматриваются результаты исследования и повышения точности изготовления лопаток турбин на основе анализа и обработки данных, получаемых при осуществлении операционного и приемочного контроля.

Исследование точности механической обработки турбинных лопаток. Для этих изделий установлены жесткие допуски на геометрические параметры профильных поверхностей рабочих и направляющих лопаток.

Наиболее ответственной за качество изделия операцией является операция фрезерования профиля лопаток. Профильная часть лопатки задается чертежом отдельных сечений, и количество сечений выбирается в зависимости от длины лопаток: 3-10 сечений для коротких лопаток.

Лопатки изготавливаются на обрабатывающем центре MB 66VB, оснащенном инструментальным магазином на 50 мест. Система управления Okuma OSP-P200M. Измерения производились на трехкоординатной измерительной машине Mistral с классом точности $\Delta \pm (3,5 + 4L/1000)$ мкм.

Перед постановкой изделия на производство был проведен FMEA-анализ процесса «Осуществление заказа на изготовление турбинных лопаток». Данный метод позволил смоделировать ход процесса таким образом, чтобы избежать последствий тех «опасных» ситуаций, которые могут возникать при его осуществлении. Это удастся достигнуть путем выявления причин возникновения «опасных» ситуаций, а также оценив вероятность проявления соответствующей причины (Vo) и вероятность обнаружения причин возникновения опасной ситуации (Vd). Фрагмент FMEA-анализа приведен в таблице 1.

При выявлении причин возникновения «опасных» ситуаций применялась Диаграмма Исикавы (причинно- следственная диаграмма). Все многообразие факторов, влияющих на возникновение отклонений профиля турбинной лопатки от номинала, структурировано в виде общепринятой системе «5М»:

- Man (человек) – причины, связанные с человеческим фактором;
- Machines (машины, оборудование) – причины, связанные с используемым обрабатывающим центром;
- Materials (материалы) – причины, связанные с заготовками;
- Methods (технология) – причины, связанные с технологией изготовления;
- Measurements (измерения) – причины, связанные с применяемым методом измерения на контрольно-измерительной машине.

Пример диаграммы при выявлении причин «Отклонение профиля турбинной лопатки от номинала» представлен на рисунке 1.

Таблица 1 – Фрагмент FMEA-анализа процесса

Операции	Описание опасной ситуации	Последствия	V_S	Причины	V_O	V_D	ПЧР	Корректирующее действие	$V_{O\text{ нов}}$	$V_{D\text{ нов}}$	ПЧР _{нов}
2. Обеспечить нормативно-технической документацией	ТП (технологический процесс) не соотв. требованиям чертежа	Необходимость корректировки выполнения ТП на месте	5	Отсутствие технологий, специализирующихся на лопаточном производстве.	8	6	240	1. Внедрение системы автоматизированного проектирования ADAM	1	1	5
	ТП не соотв. условиям обработки на автоматизированном оборудовании		5	Разработчики ТП оторваны от реальных производственных условий	8	6	240		1	1	5
	ТП не обеспечивает соответствие предлагаемого инструмента используемому оборудованию	Не эффективное использование режущего инструмента	5	Не известны оптимальные режимы обработки. Не определены критерии оптимизации подбора инструмента. Не проводятся экспериментальные работы по подбору режущего инструмента и отработки оптимальных режимов резания.	8	4	160	1. Установить критерии, по которым оптимизируются режимы обработки и в частности подбирается материал режущей части инструмента.	3	4	60
	Назначенные режимы резания не явл. оптимальными: не выполняются треб.-я к шероховатости и точности обрабатываемой пов-ти, стойкости инструмента, врем. обработки, что приводит к низкой производительности	Износ режущего инструмента	5		8	4	160		3	2	60

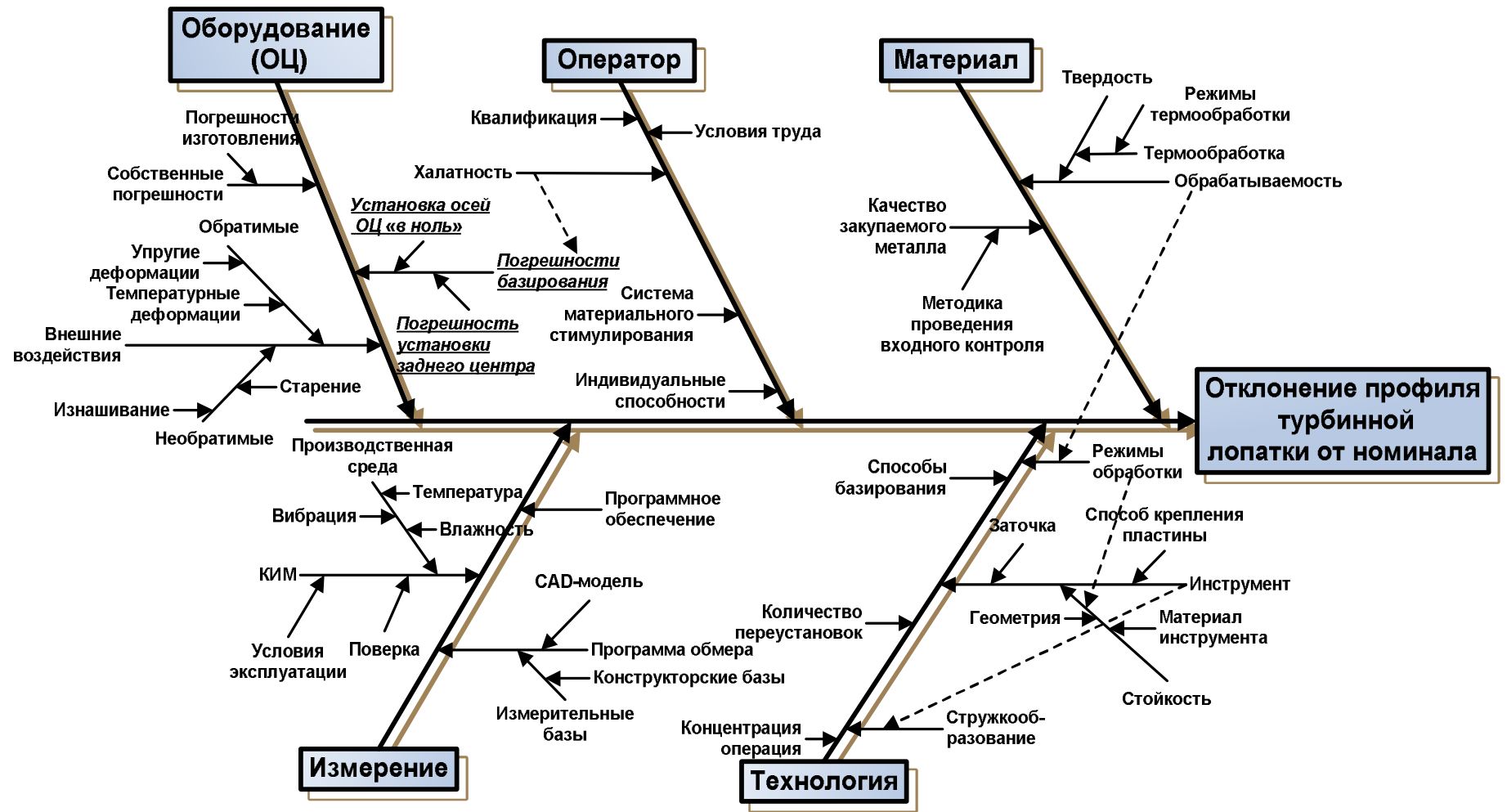


Рисунок 1 – Диаграмма Исикавы

Из большого массива полученных данных были выбраны результаты измерений отклонения профиля лопатки Б-Б от номинала (рисунок 2). По полученным реализациям этих измерений построен комплекс выборочных оценок автоспектров. Их сглаживание осуществлялось с помощью спектральных «окон». Применение сглаживания спектральных оценок различными окнами вызывает уменьшение дисперсии этих оценок. Причем чем шире применяемое окно, тем меньше дисперсия; однако увеличение ширины окна вызывает сглаживание на значительном диапазоне частот, что приводит к более увеличивающемуся смещению выборочной спектральной оценки. Поэтому необходимо находить компромиссное решение между уменьшением дисперсии и увеличением смещения спектральных оценок.

Применение сглаженной оценки автоспектра позволяет получить оценку интенсивности рассеивания процесса механической обработки лопатки, характеризующегося значениями получаемых отклонений профиля турбинной лопатки от номинала. Наличие пиков оценки позволяет судить о периодичности появления факторов (причин), обуславливающих изменение интенсивности рассеивания.

Полученные оценки автоспектров и имеющиеся на них пики позволяют идентифицировать причины, вызывающие изменения интенсивности рассеивания отклонения профиля лопатки от номинала в центральном сечении (сечение Г-Г). Таковыми причинами являются имеющие место погрешности базирования, которые в свою очередь вызваны человеческим фактором, а не применяемой схемой базирования. Полученные результаты подтверждают структурированные и идентифицированные причины изображенные ранее на диаграмме Исикавы.

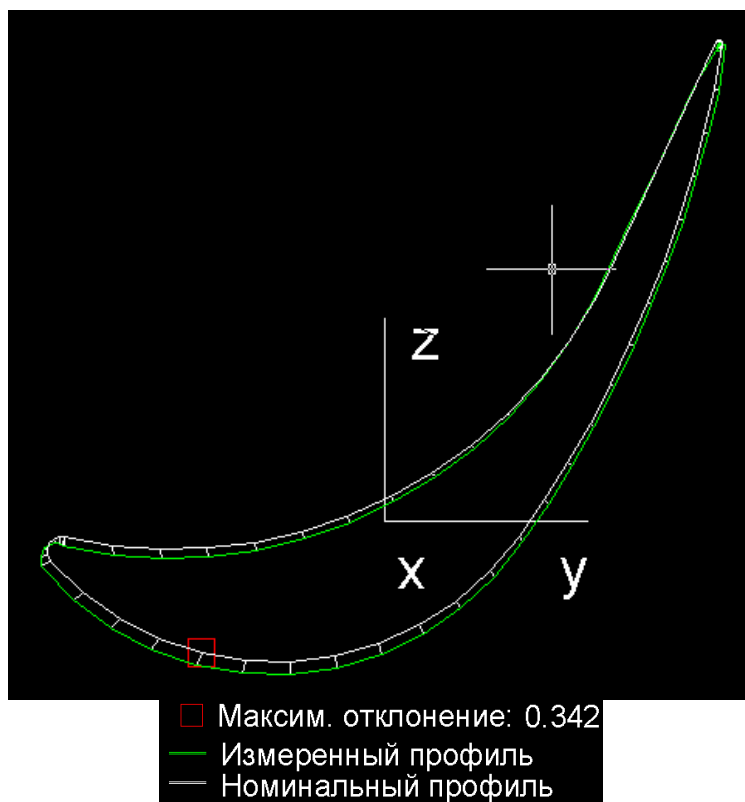


Рисунок 2 – Фактическое и номинальное изображение профиля турбинной лопатки

Опыт использования спектральных оценок реализации процессов, имеющих место в автоматизированных технологических системах, позволяет судить о целесообразности такого применения и его практической важности.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Никифоров И.К.

*Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
г. Чебоксары*

В настоящее время наблюдается повсеместное загрязнение водных объектов различными примесями антропогенного и техногенного происхождения. Поэтому необходим непрерывный контроль качества очистки воды. Исходя из требований к качеству очищенной воды, различают воду, используемую для хозяйственно-питьевых целей, пищевой промышленности, сельского хозяйства и промышленности. Наиболее жесткие требования предъявляются к качеству очистки воды, предназначенной для централизованных систем питьевого водоснабжения. В общем случае необходимо выполнение:

– гигиенических требований к качеству очистки воды, обеспечивающих ее безопасность в эпидемиологическом отношении;

– определенных нормативов обобщенных показателей качества очистки воды, отражающих ее безвредность относительно различных вредных и химических веществ.

Полный санитарно-химический анализ воды оценивается определением более 1300 параметров, которые, в свою очередь, можно отнести к семи обобщенным группам показателей, характеризующих качество очистки воды [1]:

1) *органолептические показатели* (запах, привкус, цветность, мутность);

2) *обобщенные показатели качества воды* (водородный показатель рН, общая минерализация (сухой остаток), жесткость общая, окисляемость перманганатная, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества (ПАВ), фенольный индекс);

3) *основные неорганические вещества в воде* (азот аммонийный, алюминий, барий, бериллий, бор, железо, кадмий, марганец, медь, молибден, мышьяк, никель, нитраты, нитриты, ртуть, свинец, селен, стронций, сульфаты, фториды, хлориды, хром, цианиды, цинк);

4) *основные органические вещества в воде* (g-изомер ГХЦ (линдан), ДДТ (сумма изомеров), 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота), четыреххлористый углерод, бензол, бенз(а)пирен);

5) *химические вещества, образующиеся при обработке воды* (хлор остаточный свободный, хлор остаточный связанный, хлороформ, озон остаточный, формальдегид, полиакриламид, активированная кремнекислота (по Si), полифосфаты, серебро);

6) *микробиологические показатели* (термотолерантные колиформные бактерии, общее микробное число, общие колиформные бактерии, колифаги, др.);

7) *радиологические показатели* (суммарная альфа-активность, суммарная бета-активность, активность трития, активность стронция и др.).

В зависимости от источника водоснабжения, для каждой централизованной системы питьевого водоснабжения имеется регламент проведения контроля воды, в котором обосновывается перечень контролируемых показателей. Общие требования к организации и методам контроля качества воды определены в ГОСТ Р51232-98 [2].

Анализ методов оценки качественных показателей воды, проведенный в [1], показал, что «имеется очень большое разнообразие методов количественных измерений параметров воды (характеризующих ее качество) для которых требуется столь же большое разнообразие приборов и вспомогательного оборудования, многие из которых весьма дорогостоящие. Это и является основной причиной высокой дороговизны полного анализа питьевой воды».

При создании системы контроля параметров воды, отражающих качество ее очистки, одной из технических и экономических задач является минимизация числа методов и приборного оборудования.

В работе [3] предложена интегральная оценка качества питьевой воды, основанной на применении мультисенсорного анализатора со встроенной (и заранее обученной) нейронной сетью, который оценивает качество воды и динамику его изменения путем сопоставления анализируемой пробы с эталонными образцами. Авторы работы не указали какой тип нейронной сети был применен. И, как видно из статьи, ими для обучения нейронной сети было использовано всего лишь 8 параметрических зависимостей, взятых в относительных единицах: концентрация растворенного кислорода (в %), количество кишечных палочек (на 100 мл), рН, биохимическое потребление кислорода, изменение температуры, общий фосфор, мутность, сухой остаток (мг/л). Указанные параметры не в полной мере отражают качество очистки воды, так как совершенно не учтены радиологические показатели, содержание многих неорганических и органических соединений, содержание других опасных для человека бактерий.

В работах [4, 5] была предложена система контроля параметров воды с блоком контроля, основой которого является нейросетевой модуль. В данной системе контроля параметров воды использовался апробированный автором нейросетевой импедансный метод [6 – 8], который показал эффективность своего применения относительно качества определения бензопродуктов [9, 10].

Применение нейросетевого импедансного метода при оценке качества воды не оправдало себя. В результате экспериментов было выявлено, что применение только импедансометрических датчиков (с контролем температуры) неспособно адекватно контролировать стандарты воды по органолептическим, микробиологическим и радиологическим показателям. Также потребовалось иметь огромное число образцов с различным процентным содержанием органических и неорганических веществ и их комбинаций, для которых необходимо было получить импедансные характеристики при разных температурах и в достаточно широкой полосе частот. Это оказалось непосильной задачей для одного человека.

Как видно, поставленная задача достаточно сложна, но она по силам специализированному НИИ.

Наиболее важным в предложенной системе является правильный подбор датчиков, позволяющих получать информацию по всем семи группам параметров, характеризующих качество воды. В настоящее время данная техническая задача автором не решена.

Основой системы контроля параметров воды является нейросетевой модуль, получающий информацию от внешней среды через систему датчиков (рисунок 1).

Функциональные зависимости различных параметров воды зависят от температуры, различных примесей, давления и прочее. Это означает, что указанные зависимости лежат в некотором диапазоне соответствующих значений, и большинство из них вполне корректно могут отражаться известными математическими функциями и различным сочетанием этих функций. Сказанное предполагает использование в качестве прогнозирующей нейронной сети нечеткую нейронную сеть, входными данными которой являются функции принадлежности определенных параметров исследуемого объекта, выражаемых различными математическими функциями и их комбинациями. Тогда как для управления физическим объектом управления (различное оборудование насосных станций) требуется конкретное значение параметра управления (напряжение, давление, скорость оборотов вала и прочее). Поэтому в качестве управляющей нейросети предпочтительнее использовать искусственную нейронную сеть с определенными обратными связями. Это, в свою очередь, предполагает применение в нейросетевом модуле разных методов обработки информации, применяемых в искусственной и нечеткой нейронных сетях. По сути, требуется гибридный нейросетевой модуль.

Предложенная структура системы контроля параметров воды требует огромного объема экспериментальных данных, большая часть из которых должна составить обучающие выборки. Причем, в итоге, информация по различным параметрическим зависимостям должна группироваться так, чтобы в итоге сформировать семь обучающих выборок, отражающих семь групп качественных показателей питьевой воды.

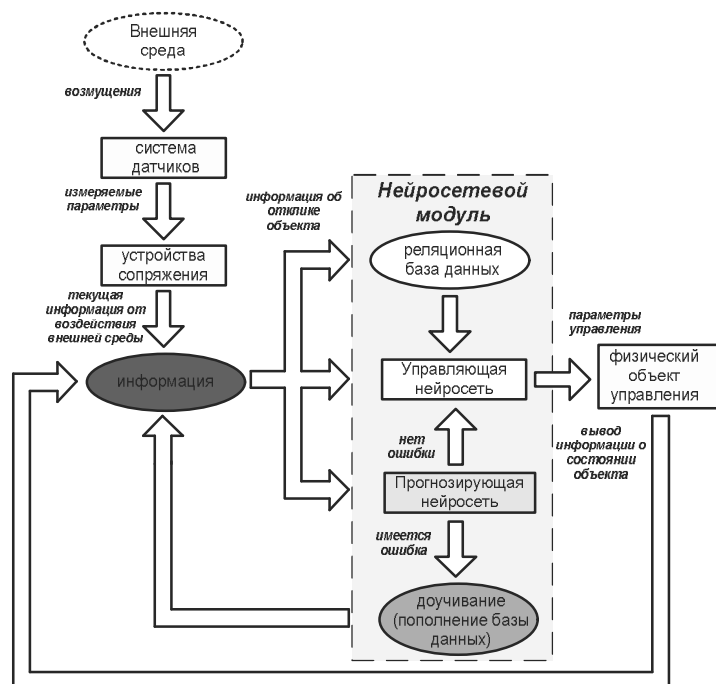


Рисунок 1 – Обобщенная структура системы контроля параметров воды

При обучении нейросетевого модуля число обучающих выборок необходимо увеличивать, чтобы добиться адекватного отклика нейросетевого модуля по каждой группе параметров воды. Разработка подобной системы потребует:

- выбора системы датчиков, их согласование по уровням сигналов относительно устройств сопряжения;
- подбора топологий прогнозирующей и управляющей нейронных сетей;
- разработки общего алгоритма функционирования нейросетевого модуля;
- выработки поэтапной стратегии обучения;
- проверки обученной системы на контрольных тестах в лабораторных условиях, и в режиме доучивания в реальных условиях.

Процесс «доучивания» состоит в следующем. Текущие экспериментальные данные разбиваются на ряд однотипных закономерностей. Получаемая на каждом шаге дополнительная информация, содержащая новые данные (своего рода некоторая ошибка), включается в обучаемую выборку. Нейросеть доучивается и пополняется новой информацией на основе интерполяции вблизи подвижных границ, включающих в себя значения контролируемых параметров. Таким образом, нейросеть обучают всем возможным (предполагаемым в реальных условиях) параметрическим зависимостям. Шаговая технология обучения может быть следующей [11]:

- по пространству (области), включая ее расширение путем небольшой экстраполяции, а также углубление (путем интерполяции);
- по реальному времени;
- по наращиванию точности решений (в том числе на последовательности сеток от грубых приближений, определяющих глобальное состояние, к последующим уточнениям, включая уточнения в отдельных локальных зонах);
- по наращиванию числа параметров (последовательном учете возрастающего числа параметров состояния, в том числе при учете их сложных функций), а также для многомерных задач.

Важно отметить, что «никакое разложение в ряды и другие математические ухищрения не могут повысить точность прогноза более, чем точность исходной выборки», по-

лученной из экспериментальных зависимостей [11]. Это еще раз подчеркивает важность правильного подбора датчиков.

Библиографический список

1. Никифоров И.К. Методы оценки качественных показателей воды // Экологические системы и приборы. – 2010. – № 4. – С. 3 – 10.
2. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2007. – 154 с.
3. Житков А.Н., Макальский Л.М. Интегральная оценка качества питьевой воды // Вестник МЭИ. – 2010. – № 3. – С. 140 – 144.
4. Никифоров И.К. Система определения соответствия воды стандартам на основе нейросетевого импедансного метода. Труды Международной научно-практической конференции 20-21 октября 2009 г.: «Чистая вода – 2009» / Под общей ред. Т.А. Красновой. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. – С. 386-389.
5. Никифоров И.К. Система контроля параметров воды. Труды VII Всероссийской научно-практической конференции 12-14 ноября 2009 г.: «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве». Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – С. 438-441.
6. Евдокимов Ю.К., Никифоров И.К. Нейросетевой импедансный метод определения параметров жидких нефтепродуктов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – №12. – С. 37 – 43.
7. Никифоров И.К. Количественная оценка параметров жидких нефтепродуктов нейросетевым импедансным методом // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2006. – № 7. – С. 44 – 48.
8. Никифоров И.К. Приборные реализации нейросетевого импедансного метода // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2006. – № 8. – С. 37 – 42.
9. Никифоров И.К. Анализ экспериментальных частотных импедансных характеристик типовых нефтепродуктов – автомобильных бензинов. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции 28-30 ноября 2007 г.: «Автомобиль и техносфера». Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – С. 180.
10. Никифоров И.К. Измерительный комплекс для идентификационной и количественной оценки параметров бензопродуктов на основе их анализа частотных характеристик импеданса. Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции 28-30 ноября 2007 г.: «Автомобиль и техносфера». Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – С. 209.
11. Абовский Н.П. и др. Нейроуправляемые конструкции и системы / Под ред. Н.П. Абовского. М.: Радиотехника, 2003. – 368 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Новиков А.А.

*Московский государственный университет приборостроения и информатики
г. Москва*

Энергообеспечение сложных технических объектов, например, таких как дизель-электрические подводные лодки (ДЭПЛ) является одной из важнейших задач при их эксплуатации. При этом особое место здесь занимают агрегаты бесперебойного электропитания (АБЭП) комплексных информационно-измерительных и управляющих систем

(КИИУС) техническими средствами.

В состав потребителей могут входить самые разнообразные системы и комплексы: ответственные потребители сетей 50 и 400 Гц, преобразователи для бесшумного управления асинхронными двигателями, компенсирующие устройства магнитных компасов, требующие высокий уровень стабилизации питающего тока при низком уровне пульсаций и другие [1].

К задачам некоторых АБЭП для ответственных потребителей, в свою очередь, относится отказоустойчивое обеспечение потребителей электроэнергией с требуемыми показателями качества при одновременном уменьшении собственных массогабаритных показателей, увеличении КПД и ресурса работы, а также улучшении статических и динамических характеристик [1].

Повышение качества электроэнергии, питающей новые управляющие комплексы, является одним из основных факторов эффективности использования этих комплексов, что, в свою очередь, определяет тактико-технические характеристики ДЭПЛ в целом. Так, например, характерные для бортовых электросетей изменения напряжения приводят к перезагрузке бортовой компьютерной системы визуального контроля и управления и, как следствие, потере накапливаемой информации в процессе выполнения тактической задачи.

Одной из задач, возлагаемых на комплексы бесперебойного электропитания, является исключение «провалов» электропитания при различных переходных режимах в масштабе реального времени, так как это позволяет избежать потери текущей информации и неисправимых повреждений бортовой аппаратуры.

Проектирование систем защит в свете новых современных требований к устройствам электропитания ДЭПЛ характеризуется необходимостью комплексного подхода к проектированию каждого устройства системы электроснабжения.

Также, должен обеспечиваться ряд дополнительных функций, связанных с управлением АБП, обеспечением бесперебойности электроснабжения, фильтрацией перенапряжений на линии, обеспечением различных видов сигнализации и т. д. Таким образом, новые системы электроснабжения ДЭПЛ должны иметь в своем составе проблемно-ориентированные комплексы – функционально интегрированные АБП.

Поэтому необходимым условием успешного функционирования бесперебойного питания является создание математической модели, позволяющей расчетным путем идентифицировать требуемые параметры схемы с достаточной степенью точности.

При этом важным является правильный выбор структуры преобразователя, включающей в себя, как правило, силовую (исполнительную) часть ключевой преобразователь, управляющую часть, а также датчики требуемых параметров. Известно немало примеров, когда из-за различного рода неполадок в системах электропитания ЦВМ результаты долговременного кропотливого труда сводились на «нет». Даже самые «легкие» аварийные ситуации в работе питающей сети, такие, как например, кратковременное пропадание напряжения (на время в доли секунд), могут привести к безвозвратной потере ценной информации. В связи с этим возникло целое техническое направление по проектированию и массовому производству источников бесперебойного электропитания (ИБП).

На рисунке 1 ниже представлены структуры так называемого OFF-LINE типа. Название типа структуры говорит само за себя. В качестве резервного буферного источника питания применена аккумуляторная батарея.

На рисунке 1, а приведена одна из простых схем преобразования энергии, когда резервная ветвь питания содержит инвертор, питающийся от аккумулятора. При пропадании электропитания от основного канала коммутатор (или переключатель) обеспечивает перевод питания на резервную автономную сеть. На рисунке 1, а: 1 – сетевой фильтр; 2 – зарядное устройство; 3 – инвертор; 4 – аккумулятор.

Вариант, представленный на рисунке 1, б, обеспечивает автоматическое переключение питания на резервный канал при пропадании напряжения в основной ветви или при возникновении опасных перенапряжений. На рисунке 1, б: 1 – фильтр импульсов; 2 –

фильтр шумов; 3 – схема анализа сети и управления; 4 – переключатель; 5 – выпрямитель; 6 – инвертор; 7 – батарея. Это возможно, благодаря наличию схемы анализа сети и управления, обеспечивающей постоянный мониторинг напряжения питающей сети, а также фильтра импульсов на входе питания.

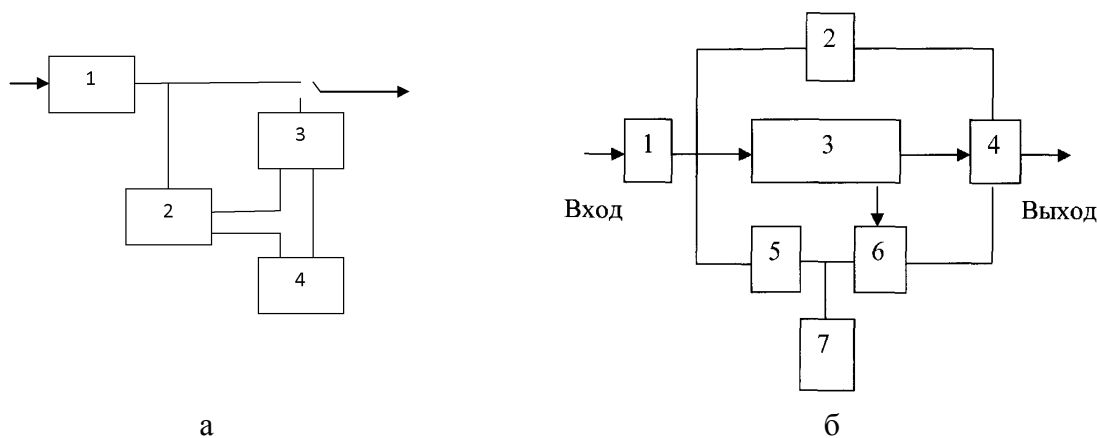


Рисунок 1 – Структурные схемы ИБП типа OFF-LINE

Вариант, представленный на рисунке 1, а, обеспечивает лишь заблаговременное (планируемое) переключение электропитания с основной сети на резервную автономную сеть, например при возникновении ожидаемой аварийной ситуации, при проведении профилактических работ в энергосистеме и др. И в том и в другом случае происходит отключение потребителя от питающей промышленной сети.

Характерным недостатком этих структур является наличие блока переключения. Любое переключающее устройство, включая бесконтактные коммутаторы, имеет свою постоянную времени действия, что обуславливает перерыв в электроснабжении потребителя при переключении.

Этот недостаток может быть устранен путем согласования постоянной времени коммутатора и суммарной постоянной времени накопительных фильтров вторичного источника питания ЦВМ, что не всегда представляется возможным.

Этого несовершенства лишены структурные схемы ИБП типа ON-LINE (рисунок 2). На рис. 2: 1 – сетевой фильтр и выпрямитель; 2 – ВЧ - преобразователь; 3 – инвертор; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – зарядное устройство. В отличие от предыдущего случая переход на автономное питание происходит без отключения от основного канала электроэнергии. При этом имеющийся высокочастотный (ВЧ) преобразователь «подхватывает» питание от аккумуляторной батареи.

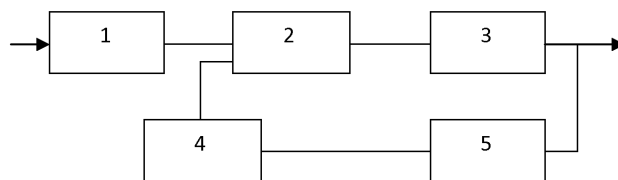


Рисунок 2 – Структурная схема ИБП типа ON-LINE

Заряд аккумуляторной батареи производится с выхода схемы ИБП. Наличие ВЧ-преобразователя способствует сокращению времени перевода питания на автономную сеть. Еще одна отличительная особенность – наличие выпрямителя на входе схемы. Это относится к большинству схем данного типа, содержащих ВЧ-преобразователь.

К данному классу, на первый взгляд, можно отнести и структурные схемы, приведенные ниже. Вместе с тем отсутствие промежуточного ВЧ-преобразователя позволяет говорить о прямом двойном преобразовании энергии без промежуточного преобразования частоты или о структуре ИБП с двойным преобразованием.

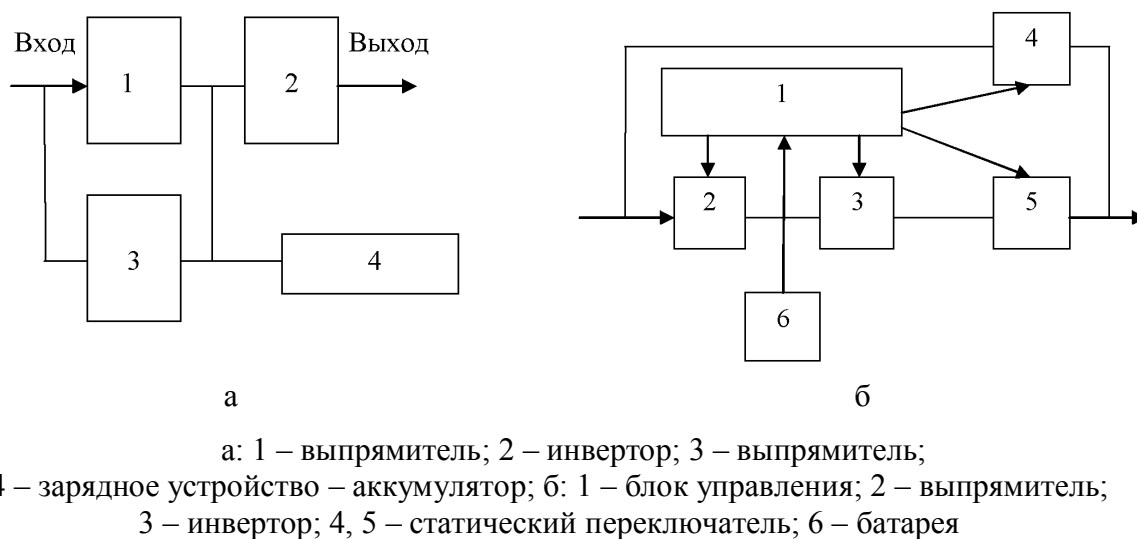


Рисунок 3 – Структурная схема ИБП с двойным преобразованием

Типовая структура такого типа представлена на рисунке 3, а. Это наиболее простая структура, позволяющая прямым способом сформировать импульсы напряжения с требуемыми параметрами для энергоснабжения выпрямитель инвертор унифицированного вторичного источника питания ЦВМ. Заряд буферной аккумуляторной батарей производится напряжением промышленной сети переменного тока через зарядное устройство.

Более подробная комбинированная структурная схема ИБП с двойным преобразованием представлена на рисунке 3, б. Встроенный блок управления обеспечивает контролируемое переключение питания от основной сети на автономную сеть при возникновении провалов напряжения.

При этом питание может осуществляться постоянно от автономной аккумуляторной батареи, находящейся в режиме постоянного подзаряда при наличии энергии в промышленной сети. Вместе с тем, имеющийся двойной коммутатор, контролируемый блоком управления, обеспечивает переключение питания ЦВМ по ветви «байпас» от промышленной сети.

Все приведенные выше структуры характеризуются сравнительно невысокими качественными показателями преобразуемой энергии, поступающей от промышленной сети. Традиционно промышленные и офисные персональные ЦВМ питаются от сети переменного тока, при этом устройства их питания не имеют дополнительных потребителей разных типов. Так, например, выходной инвертор в серийно выпускаемых ИБП формирует биполярное напряжение частотой 50 Гц прямоугольной или трапецеидальной формы.

Вместе с тем для питания ответственных потребителей ДЭПЛ требуется синусоидальное напряжение с коэффициентом нелинейных искажений не более 2,5 % при низкочастотной амплитудной модуляции не более 2 %, что связано с высокими точностными характеристиками, которые должны обеспечиваться питаемой корабельной аппаратурой.

На рисунке 4 представлена обобщенная структурная схема АБП.

Фильтр импульсных коммутационных перенапряжений (ФИКП) обеспечивает фильтрацию радиопомех и импульсных коммутационных перенапряжений, возникающих во входной сети при подключении мощных потребителей к бортовой сети.

ФИКП может быть одним из двух типов: активным и пассивным.

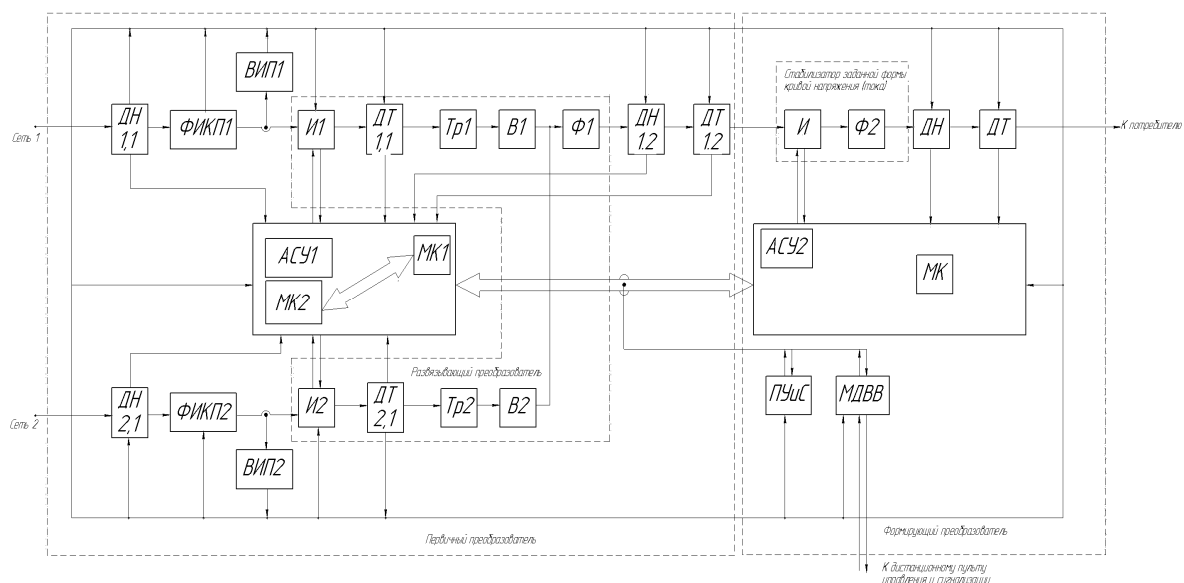


Рисунок 5 – Обобщенная структурная схема АБП

Пассивный ФИКП поглощает энергию возникающих в первичной сети перенапряжений только за счет пассивных элементов, входящих в его состав.

Такой фильтр требует наличия достаточного пространства для размещения составляющих фильтр компонентов. Для малогабаритных АБП ответственных потребителей, безусловно, предпочтение отдается ФИКП активного типа (интеллектуальный фильтр), когда фильтр работает выборочно, отсекая опасные перенапряжения (для ДЭПЛ – до 1000 В) при возникновении во входных цепях преобразователя больших токов. При этом в его состав входит силовой ключевой элемент и поглощающий элемент (например, резистор).

Такой подход позволяет существенно снизить массогабаритные показатели преобразователя энергии. Кроме того, в состав ФИКП, как правило, должен входить маломощный пассивный фильтр помех радиочастотного диапазона.

Развязывающий преобразователь (РП) обеспечивает гальваническое разделение силовых входных и выходных цепей и цепей управления и осуществляет основное первичное преобразование энергии. Он содержит в своем составе силовую схему преобразования: силовой импульсный инвертор (И) с силовыми ключами для преобразователей напряжения постоянного тока в напряжение переменного тока, трансформатор (Т) и силовой конвертор для преобразователей напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока: выпрямитель (В), высокочастотный сглаживающий фильтр (Ф).

При выполнении определенного алгоритма управления РП обеспечивает регулирование промежуточного или выходного параметров преобразователя в зависимости от их типа и вида.

КИИУС используя автоматизированную систему управления (АСУ), получив сигналы датчиков тока ДТ и напряжения ДН (как входных, так и выходных), реализует алгоритм регулирования и стабилизации заданных параметров. Вместе с этим, АСУ реализует алгоритмы защит, используя сигналы от преобразователей, и является инициатором приема и передачи сигналов управления и индикации.

АСУ может быть построена разными способами. Основной функцией, безусловно, является реализация регулятора. Эта задача, как правило, решается правильным выбором пропорциональных, интегральных и дифференциальных звеньев в цепях обратной связи системы управления (ПИД регулятора).

Выходной фильтр (Ф) кроме сглаживания пульсаций выходного напряжения, устраняет высокочастотные радиопомехи на выходе преобразователя. Он также выполняет

роль накопителя энергии и при пропадании питающего напряжения по обеим сетям, обеспечивает питание нагрузки в течение определенного интервала времени, определяемого реактивными свойствами Φ .

Для обеспечения бесперебойности и 100 %-го резервирования (что повышает надежность АБП) предлагается организация отдельного первичного канала преобразования для каждой из питающих сетей.

При этом АСУ 1 первичного канала преобразования включает в себя два управляющих микроконтроллера по числу каналов преобразования, соединенных между собой шиной обмена данными. АСУ 2 формирующего канала преобразования содержит свой микроконтроллер и обменивается данными с АСУ 1 по своей шине обмена.

Модуль дискретного ввода – вывода (МДВВ) предназначен для формирования сигналов управления и индикации и аппаратной поддержки СУ при приеме и передаче этих сигналов в централизуемые устройства КСУ КТС верхнего уровня.

Важную роль играет также минимизирование затрат материальных и людских ресурсов на обслуживание КУЭ в эксплуатации. Оно является актуальным из соображения автономности работы АБП в условиях ограничения материальных средств и численности личного состава объекта.

Частично это требование выполняется закладыванием определенного количества запасных элементов для экстренной замены (ЗИП). Вместе с тем наличие допустимого количества ЗИП не должно являться фактором, снижающим надежность АБП.

Более того, учитывая ограниченность свободного пространства на ДЭПЛ, необходимо минимизировать количественный состав ЗИП за счет повышения показателя интегрированности и надежности АБП.

В заключение отметим, что выполнение всех перечисленных ранее требований предъявляемых к АБП, а также правильный выбор структуры преобразователя считаются важными факторами при проектировании новых электронных статических преобразовательных устройств.

Библиографический список

1. Ясаков Г.С. Корабельные электроэнергетические системы. Часть 1. - С.-Пб.: Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова. – 1999.
2. Сергиенко Л.И., Миронов В.В. Электроэнергетические системы морских судов. – М.: Транспорт. - 1991.
3. Бычков М.Г. Применение промышленных программируемых контроллеров для автоматизации технологических процессов. М.: Моск. энерг. ин-т. 1992. С. 95
4. Губанов Ю.А., Федоров А.Е. Интегрированный агрегат бесперебойного электропитания электронных систем подводных лодок: техническая структура, метод адаптивного синтеза, аппаратно - программная реализация.
5. Лозицкий О.Е., Федоров А.Е., Савченко А.В., Темирев А.П. Программа контроля параметров аккумуляторов для системы контроля и диагностики аккумуляторных батарей (ПКПА для СКД АБ) // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. № 2005611705. Москва: РОСПАТЕНТ, 11.07.2005.
6. Программа преобразования напряжения сети 175 – 320 В постоянного тока в стабилизированное напряжение 28,5 В постоянного тока для агрегата бесперебойного питания (ПН ПТ-ПТ для АБП). / Лозицкий О.Е., Темирев А.П., Федоров А.Е., Цветков А.А., Павлюков В.М. //Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005612022 от 08.09.05.
7. Программа стабилизации выходного напряжения преобразователя напряжения сети 175 – 320 В постоянного тока в стабилизированное однофазное напряжение 50 Гц, 230 В переменного тока для агрегата бесперебойного питания (ПСВН ПН ПТ-ПерТ для АБП)./ Темирев А.П., Федоров А.Е, Лозицкий О.Е., Цветков А.А., Луговец В.А.// Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005612279 от 08.09.05.

ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ САПР КОВКИ КОРОТКИХ ПОКОВОК

Гагарин П.Ю., Коновалов А.В., Муйземнек О.Ю.

*Институт машиноведения Уральское отделение Российской Академии наук
г. Екатеринбург*

Исследования в области автоматизации проектирования технологического процесса (ТП)ковки начались в 60х годах XX столетия в нашей стране [1] и за рубежом [2]. Изначально системы автоматизированного проектирования (САПР) ТПковки выполняли вспомогательные расчеты параметров ТП на отдельных этапах проектирования. Пользователь системы не мог повлиять на ход проектирования. Таким образом, чтобы скорректировать результат проектирования (улучшить с точки зрения специалиста) необходимо было менять исходную информацию и запускать все проектирование заново. Для управления ходом проектирования в системы проектирования добавили диалоговый режим. Он позволил править расчетные коэффициенты и направлять процесс проектирования по разным веткам, отвечая на простые вопросы, такие как «Назначить перепротяжку?» или «Закрывать отверстие?».

Диалоговый режим получил развитие в виде режима корректировки. Данный режим позволяет на отдельных этапах проектирования комплексно менять набор параметров ТП, а также править промежуточные результаты. Таким образом, специалист может получить допустимый результат для случаев, неучтенных в САПР ТП.

К современным тенденциям разработки САПР ТП следует отнести применение теории искусственного интеллекта. Использование технологий искусственного интеллекта упрощает наполнение базы знаний системы и позволяет оказывать полную информационную поддержку при принятии решений специалистом. Традиционная САПР ТП выглядит как расчетная система, которая шаг за шагом перерабатывает и дополняет исходную информацию пока не получает полное описание ТП. Данное движение прямолинейно и подражает ручному проектированию технологом. Для САПР с режимом корректировки возможны возвраты на предыдущие этапы проектирования, но при этом, как правило, результаты действий на текущем этапе теряются. Для преодоления данного ограничения разработчики САПР ТП используют такие технологии искусственного интеллекта, как продукционные модели знаний (МАЛАХИТ [3]), нейронные сети [2], мультиагентные технологии [4].

Продукционные системы разрабатывались с целью моделирования деятельности человека. База знаний подобных систем состоит из набора продукционных правил формата «если..., то...». Часто для написания продукционных правил используют специализированные языки близкие экспертам предметной области, что позволяет относительно легко переносить алгоритмы проектирования из служебных инструкций и документации предприятий в базу знаний системы.

Системы искусственных нейронных сетей подобны организации мозга из сети нервных клеток (нейронов). В основе их построения лежит идея о том, что нейроны можно моделировать довольно простыми автоматами, а вся сложность мозга, гибкость его функционирования и другие важнейшие качества определяются связями между нейронами. Используя подобный подход неудобно реализовывать алгоритмы проектирования ТП. Нейронные сети ориентированы на решение задач классификации и обучения, то есть принятия решений на основе образцов. Но механизмы обучения, разработанные в рамках теории нейронных сетей, позволяют использовать их как обучающий модуль для основной системы.

Авторами доклада предлагается использовать мультиагентный подход при разработке интеллектуальной САПР ТПковки коротких поковок. Согласно мультиагентной па-

радиуме система представляется в виде агентов, то есть автономных программных сущностей, способных взаимодействовать (общаться) друг с другом или окружающей средой в интересах достижения целей, поставленных перед ними [5]. Агенты являются аккумуляторами знаний, и их набор определяет возможности системы. Агенты могут свободно вводиться и выводиться из системы, благодаря чему достигается высокая функциональная масштабируемость системы.

Базисом для построения мультиагентной системы служила платформа JADE (Java Agent Development Framework), поддерживающая FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents)-стандарты. Данная платформа содержит библиотеку объектов для разработки агентов, среду выполнения агентов, набор графических утилит для администрирования и наблюдения за жизнедеятельностью активных агентов. Как видно из названия, JADE ориентирована на язык программирования JAVA, однако есть реализации и для других языков высокого уровня, в том числе для языка C#.

Разрабатываемая САПРковки коротких поковок включает следующие основные агенты: управляющий агент; графический редактор; поковку; технологию; режимы термообработки; нормы работ.

К задачам управляющего агента относятся: ввод исходных данных о детали, ведение архивов деталей, поковок и технологических процессов, изменение нормативной информации, предоставление пользователю возможности управления ходом проектирования. Графический редактор отвечает за ввод и корректировку геометрической информации о детали и поковке. Агенты поковка, технология, режимы термообработки и норма работ выполняют соответственно проектирование поковок (назначение припусков и напусков), проектирование технологииковки (выбор технологических параметров), выбор режимов термообработки и нормирование работ.

Кроме основных агентов так же есть служебные агенты, создаваемые JADE: AMS (Agent management system), обеспечивающий службу имён, (т.е. он гарантирует, что каждый агент на платформе обладает уникальным именем) и DF (Directory Facilitator), обеспечивающий услугу, с помощью которой агенты могут искать друг друга по параметру предоставляемой услуги.

Агенты системы обмениваются между собой сообщениями. Механизм передачи сообщений реализуется самой платформой JADE. Формат данных сообщений определяется протоколом коммуникации агентов (языками коммуникации). К наиболее широко используемым языкам коммуникации относятся FIPA-ACL и KQML. В разрабатываемой САПР применяется FIPA-ACL, так как он может использовать различные языки описания содержимого сообщения и использует протоколы взаимодействия в отличие от KQML, использующего только язык описания знаний KIF (Knowledge Interchange Format). Согласно протоколу FIPA-ACL сообщение состоит из набора полей, таких как отправитель, получатель, действие, содержание, язык содержания, онтология и дополнительных полей организации диалога. При этом обязательным к заполнению является только поле "действие". Как правило, посылка сообщения является призывом к действию, таким как начать проектирование, назначить припуски или напуски на поковку, рассчитать заготовку, выбрать технологические переходы и др.

В качестве примера рассмотрим проектирование технологииковки втулки с уступами. Управляющий агент запрашивает у DF перечень агентов, способных выполнить проектирование технологии для втулки с уступом. Ковка втулки возможна несколькими способами, а именно в виде диска, в подкладном кольце, в двух подкладных кольцах и в подкладном штампе. За каждый из этих вариантов отвечает отдельный агент проектирования технологии. Поэтому управляющий агент получит перечень из нескольких агентов проектирования технологииковки. Каждому из проектирующих агентов будет послано сообщение с призывом на проектирование технологииковки и исходными данными для проектирования. В этой ситуации агенты конкурируют за возможность предоставить свой вариант дальнейшего проектирования. Они в автоматическом режиме проводят проектирование

технологического процесса. При этом им необходимо решить ряд задач: выбор молота, расчет заготовки, назначение технологических напусков на поковку, проверка условий безопасности труда, выбор инструмента и др. Некоторые из этих задач, например, назначение технологических напусков, затрагивают агента поковка. Соответственно, для назначения напусков агенту поковка посылается сообщение, у которого в качестве «действия» указывается «назначение напусков», а поле «содержание» заполняется информацией о геометрии поковки с технологическими ограничениями.

Получив ответы от всех проектных агентов с результатами о параметрах технологического процесса, управляющий агент собирает данные результаты в таблицу и представляет её пользователю. Пользователь может выбрать рекомендуемый системой вариант проектирования или любой другой вариант. Рекомендации системы основываются, например, на критерии наименьшего расхода металла.

При организации проектирования согласно мультиагентной парадигме возникли две проблемы взаимодействия агентов: заикливание диалога агентов и синхронизации этапов проектирования.

Заикливание диалога агентов возникает из-за итеративности процесса проектирования. Для решения проблемы заикливания требуется организация сложной схемы блокирования действий агентов. Например, расчет размеров заготовки и выбор молота взаимосвязаны. Изменение размеров заготовки требует проверки её выполнимости на выбранном молоте. Если же в ходе проверки потребуется изменить молот, то могут поменяться размеры заготовки. В этой ситуации определяется одно из двух возможных направлений выбора молота: либо уменьшение, либо увеличение массы падающих частей. Так как перечень молотов конечен, то и количество итераций будет конечным.

Проблема синхронизации этапов проектирования связана с тем, что пользователь может переходить с одного этапа на другой, при этом соответственно должны меняться параметры технологии. С целью решения этой проблемы введено понятие состояния агентов, которое характеризует, то чем он занимается в текущий момент проектирования. Агент опрашивает других агентов об их состояниях для того, чтобы выбрать путь дальнейших своих действий. Например, если агент поковка находится в состоянии назначения припусков, то графический редактор блокирует возможность пользователю редактирование геометрии детали. Если пользователь вернется на этап ввода исходной информации, то графический редактор отследит это действие и предоставит пользователю возможность редактирования геометрии детали.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН №14 «Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация».

Библиографический список

1. Вайсбурд Р.А., Тарновский И.Я., Тетерин Г.П. Об использовании быстродействующих вычислительных машин для разработки технологии горячей штамповки // Кузнечно-штамповочное производство. – 1963. – № 2. – С.10-13.
2. Ping-Teng Chang and Chia-Hua Chang / An integrated artificial intelligent computer aided process planning system // COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING, 2000, VOL. 13, N. 6. P. 483–497.
3. В.С. Чесноков, Б.Г. Каплунов, Н.Е. Возмищев и др. Разработка и применение программного обеспечения для автоматизированного проектирования и моделирования процессовковки и горячей штамповки // Кузнечно-штамповочное производство. – 2009. – №9. – С. 3.
4. Гагарин П.Ю., Коновалов А.В., Шалягин С.Д. Агентный подход в САПРковки короткихпоковок // Программные продукты и системы. – 2011. – № 1. – С. 148-152.
5. Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс». 2003. – 864 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ПЕРИОДИЧНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЭТАПЕ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Бартош С.В., Копытов Е.Ю., Любченко А.А.

Омский государственный университет путей сообщения
г. Омск

Введение

Процесс эксплуатации технических систем (ТС), описывается конечным, либо бесконечным числом состояний, в которых могут пребывать элементы системы. Компоненты блоков ТС подвержены физическому старению и износу, что является причиной постепенных отказов, чему предшествует состояние разрегулировки узлов аппаратуры по конкретному параметру, что приводит к снижению надежности в целом. Одним из способов повышения надежности является проведение профилактических мероприятий по техническому обслуживанию (ТО) систем.

Постановка задачи

Классически проведение ТО технических систем осуществляется на основании собранной информации об их отказах на этапе эксплуатации. Из теории надежности известно, что отсутствуют модели выбора стратегии технического обслуживания, которые могли бы быть использованы на этапе проектирования ТС позволяющие оптимизировать процесс их ТО до начала этапа эксплуатации [1]. Таким образом, возникает задача количественного анализа характеристик надежности аппаратуры ТС, удобных для проектирования, а именно, интенсивности внезапных (λ_B) и постепенных отказов (λ_{II}), соответствующих оптимальной периодичности ТО.

Для количественной оценки периодичности ТО могут быть использованы модели, позволяющие определить оптимальные сроки проведения профилактики на основании критериев надежности восстанавливаемых элементов, функционала готовности $K_{Г}(T_{об})$ и функционала технического использования $K_{ТИ}(T_{об})$ [2].

Концептуальная модель процесса функционирования элементов ТС

Для данных моделей процесс функционирования элементов ТС представляется в виде графа состояний $S_i, i = \overline{1, n}$ и переходов между ними, осуществляющихся в соответствии со значениями одношаговых вероятностей перехода $P_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}$ (рисунок 1).

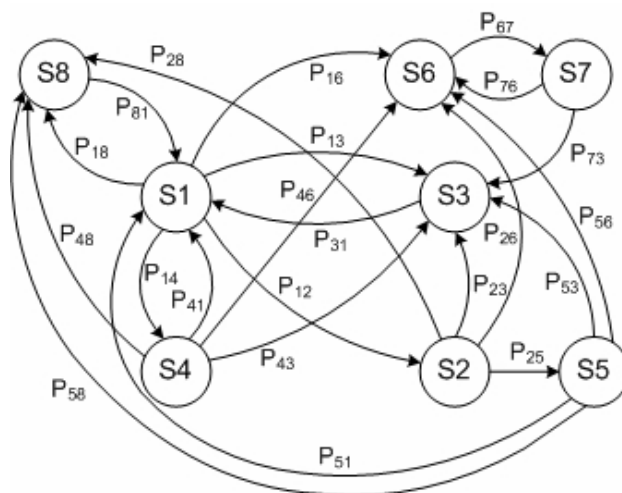


Рисунок 1 – Граф состояний процесса эксплуатации восстанавливаемых элементов

В процессе функционирования ТС могут находиться в следующих состояниях: $S1$ – работоспособное состояние; $S2$ – состояние разрегулировки системы по k -му параметру ($k = \overline{1, L}$); $S3$ – неработоспособное состояние по причине явного отказа; $S4$ – состояние ТО работоспособной системы; $S5$ – состояние ТО разрегулированной системы; $S6$ – состояние скрытого отказа; $S7$ – состояние ТО системы, находящейся в скрытом отказе; $S8$ – состояние ложного отказа. Функция распределения времени перехода из одного состояния в другое подчиняются распределению Вейбулла-Гнеденко, т.е. рассматривается полный жизненный цикл элементов ТС [1].

С точки зрения выполнения возложенной функции система может быть исправна и работоспособна или неисправна и работоспособна, поэтому эти состояния могут быть объединены в одном работоспособном состоянии ($S1$). В состоянии разрегулировки по k -му параметру ($S2$) система переходит при выходе значения k -го параметра за границы допусковой области. Разрегулировка предшествует возникновению постепенного отказа, возникающего в результате необратимых физико-химических изменений в компонентах (старение) [2]. Неработоспособное состояние ($S3$), возникшее по причине явного отказа, характеризует неспособность системы выполнять заданную функцию вследствие очевидного (явного) отказа компонента системы. В состоянии $S4$, $S5$ и $S7$ система переходит в установленные сроки, определяемые инструкциями по проведению ТО, для прохождения проверки и, если необходимо, регулировки эксплуатируемой аппаратуры по каждому k -му параметру.

Проведение операций по ТО предотвращает наступление частично внезапных, но, в основном, постепенных отказов изделий, т.е. повышает их готовность. При этом проверка есть мероприятие для подтверждения работоспособного состояния системы $S4$, либо выявления факта разрегулировки $S5$, либо определения состояния скрытого отказа $S7$, и характеризуется таким параметром как длительность проверки t_{II} . Регулировка – это комплекс мер по восстановлению нормативного значения k -го параметра элемента, вышедшего за границы допусковой области. К данному комплексу мер относится проведение ремонта по замене компонентов системы, приводящих к разрегулировке, а также настройка параметров объекта в течение времени t_p (регулируемые компоненты, автоматизированные средства настройки и т.д.). Проверка совместно с регулировкой производится только в состоянии $S5$. Операции по ТО выполняются обслуживающим персоналом, очевидно, что в течение времени ТО (t_p) персоналом может быть допущена ошибка, приводящая к отказу проверяемой аппаратуры и переходом ее в состояние $S3$. Учитывать данный факт возможно введением функции распределения вероятности ошибки обслуживающего персонала при ТО ($F_{ТО}(t_{II})$).

Таким образом, после возникновения отказов и разрегулировок аппаратуры систем связи проводится восстановление их работоспособного состояния.

Контроль состояния блоков системы осуществляется с помощью внешних и встроенных средств технического диагностирования (СТД). При этом встроенные СТД осуществляют периодическую диагностику элементов, фиксируя отказ с выдачей сигналов звуковой, либо световой индикации, а внешние СТД используются на этапах проведения ТО. СТД характеризуются ошибками диагностирования первого и второго рода.

Ошибка диагностирования первого рода (α) – это вероятность признать исправное изделие неисправным. Ошибка диагностирования второго рода (β) – это вероятность признать неисправное изделие исправным. Аппаратура диагностирования, используемая при ТО, имеет более высокий класс точности, чем встроенная, поэтому $\alpha_1 > \alpha_2$, $\beta_1 > \beta_2$. Данные по ошибкам диагностирования могут быть получены путем экспертных опросов, а также из справочников по надежности.

Для исследуемого процесса ошибки диагностирования не равны нулю, следовательно, граф, представленный на рисунке 1 имеет состояния скрытого $S6$ и ложного отка-

зов S_8 . Переход в состояние S_6 обусловлен ошибочным решением СТД при наличии неисправности (пропуск неисправности), приводящей к отказу системы. В этом состоянии аппаратура находится до момента проведения ТО, во время которого (t_{II}) выявляется факт наличия неисправности системы. В состоянии S_8 система переходит, когда встроенные СТД допускают ошибку, сигнализируя об отказе системы (ложная неисправность). При этом предполагается, что происходит мгновенная проверка системы в течение времени t_{II} , после чего система переходит в работоспособное состояние S_1 .

Процесс перехода из одного состояния в другое при экспоненциальном характере распределении времени пребывания в состоянии S_i , $i = \overline{1,8}$ может быть описан Марковским процессом, широко применяемым в теории надежности и теории систем массового обслуживания. Однако, учитывая распределение времени пребывания в состоянии S_1 в виде распределения Вейбулла-Гнеденко, в состоянии S_2 – экспоненциальное распределение и детерминировано значения времени пребывания в остальных состояниях для текущего шага процесса, необходимо обратиться к модели вложенной цепи Маркова (ВЦМ), задаваемой следующими параметрами [5]:

– вектором начального состояния ВЦМ:

$$P_0 = \{P_1^0, P_2^0, P_3^0, P_4^0, P_5^0, P_6^0, P_7^0, P_8^0\}; \quad (1)$$

– матрица переходных вероятностей:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & (1-F_{13})F_{12} & (1-\varepsilon_1)F_{13} & (1-\bar{\sigma}_1) \times \\ & & & \times(1-F_{13}) \\ & & & 0 \\ & & & \varepsilon_1 F_{13} \\ & & & 0 \\ & & & \bar{\sigma}_1 \times \\ & & & \times(1-F_{13}) \times \\ & & & \times(1-F_{12}) \\ 0 & 0 & (1-\varepsilon_1)F_{23} & 0 & (1-\bar{\sigma}_1) \times \\ & & & & \times(1-F_{23}) \\ & & & & \varepsilon_1 F_{23} \\ & & & & 0 \\ & & & & \bar{\sigma}_1(1-F_{23}) \\ (1-\bar{\sigma}_2) \times & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \times(1-F_{to}) & 0 & (1-\varepsilon_2)F_{to} & 0 & 0 & \varepsilon_2 F_{to} & 0 & \bar{\sigma}_2(1-F_{to}) \\ (1-\bar{\sigma}_2) \times & 0 & (1-\varepsilon_2)F_{to} & 0 & 0 & \varepsilon_2 F_{to} & 0 & \bar{\sigma}_2(1-F_{to}) \\ \times(1-F_{to}) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1-\varepsilon_2 & 0 & 0 & \varepsilon_2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где $F_{12} = F_{12}(T_{об}) = 1 - e^{-\lambda_{12}T_{об}^{\bar{\sigma}}}$ – функция распределения времени перехода из исправного состояния S_1 в состояние разрегулировки S_2 в виде распределения Вейбулла-Гнеденко;

$F_{13} = F_{13}(T_{об}) = 1 - e^{-\lambda_{13}T_{об}^{\bar{\sigma}}}$ – функция распределения времени наработки на отказ в виде распределения Вейбулла-Гнеденко;

$F_{23} = F_{23}(T_{об}) = 1 - e^{-\lambda_{23}T_{об}}$ – функция распределения времени перехода из состояния разрегулировки S_2 в состояние явного отказа S_3 в виде экспоненциального распределения.

– матрица-строка плотностей распределения времени пребывания в состоянии S_i :

$$|A| = \left\{ (\lambda_{13} + \lambda_{12})\alpha T^{\alpha-1} e^{-(\lambda_{13} + \lambda_{12})T^{\alpha}}, \lambda_{23}e^{-\lambda_{23}T}, T_V, T_P, T_P + T_R \right\}, \quad (3)$$

где $\lambda_{12}, \lambda_{13}$ – интенсивность разрегулировок и внезапных отказов, соответственно, $1/\text{ч}$;

λ_{23} – интенсивность внезапных отказов разрегулированной системы, 1/ч;
 α – параметр распределения Вейбулла-Гнеденко, определяющий его форму;
 T_p – время проверки, ч;
 T_R – время регулировки, ч;
 T_V – время восстановления, определяемое по формуле:

$$T_V = T_A + T_S + T_R, \quad (4)$$

где T_S – время поиска неисправности, ч;
 T_A – время аварийного ремонта, ч.

Моделируя последовательность переходов из одного состояния S_i в другое S_j в соответствии с моделью ВЦМ с заданными значениями входных параметров, становится возможным сбор статистических данных о процессе функционирования и ТО систем связи. На основании собранной статистики могут быть вычислены значения функционалов $K_{ТИ}(T_{об})$ и $K_{Г}(T_{об})$.

Функционал технического использования $K_{Г}(T_{об})$ характеризует долю времени нахождения объекта в исправном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации с учетом времени простоев, обусловленных ТО и восстановительными ремонтами:

$$K_{ТИ}(T_{об}) = \frac{T_{ИСП}(T_{об})}{T_{ИСП}(T_{об}) + T_{РЕМ}(T_{об}) + T_{ТО}(T_{об})}, \quad (5)$$

где $T_{ИСП}(T_{об})$ – среднее время исправной работы объекта;
 $T_{ТО}(T_{об})$ – среднее время простоя при ТО;
 $T_{РЕМ}(T_{об})$ – среднее время, затраченное на восстановительные ремонты;
 $T_{об}$ – периодичность профилактического ТО.

Функционал готовности $K_{Г}(T_{об})$ определяет вероятность того, что система окажется в исправном состоянии при длительной эксплуатации:

$$K_{Г}(T_{об}) = \frac{T_{ИСП}(T_{об})}{T_{ИСП}(T_{об}) + T_{РЕМ}(T_{об})}. \quad (6)$$

Вычисление значений функционалов $K_{Г}(T_{об})$ и $K_{ТИ}(T_{об})$ может быть выполнено в рамках имитационного моделирования [3]. Данный способ изучения процессов представляет собой проведение машинных экспериментов методом Монте-Карло с моделью описывающей процесс функционирования и ТО рассматриваемых элементов ТС.

Для вычисления оценок $\overline{K_{Г}(T_{об})}$ и $\overline{K_{ТИ}(T_{об})}$ необходимо выполнить серию экспериментов для сбора статистических данных, которые затем обрабатываются методами математической статистики:

$$\overline{K_{ТИ}(T_{об})} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{T_1^j(T_{об}) + T_2^j(T_{об}) + T_8^j(T_{об})}{\sum_{i=1}^8 T_i^j(T_{об})}. \quad (7)$$

$$\overline{K_{Г}(T_{об})} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{T_1^j(T_{об}) + T_2^j(T_{об}) + T_8^j(T_{об})}{\sum_{i=1}^3 T_i^j(T_{об}) + T_6^j(T_{об}) + T_8^j(T_{об})}, \quad (8)$$

где $T_{об}$ – периодичность технического обслуживания (профилактики);

T_i^j – суммарное время пребывания в состоянии S_i для j -го прогона модели;

N – количество прогонов модели ($N = 2000$).

Результаты моделирования

График зависимости средних значений функционала готовности $K_G(T_{об})$ и функционала технического использования $K_{ТИ}(T_{об})$ от периодичности профилактики для элемента с нулевыми значениями ошибок диагностирования, представлен на рисунке 2.

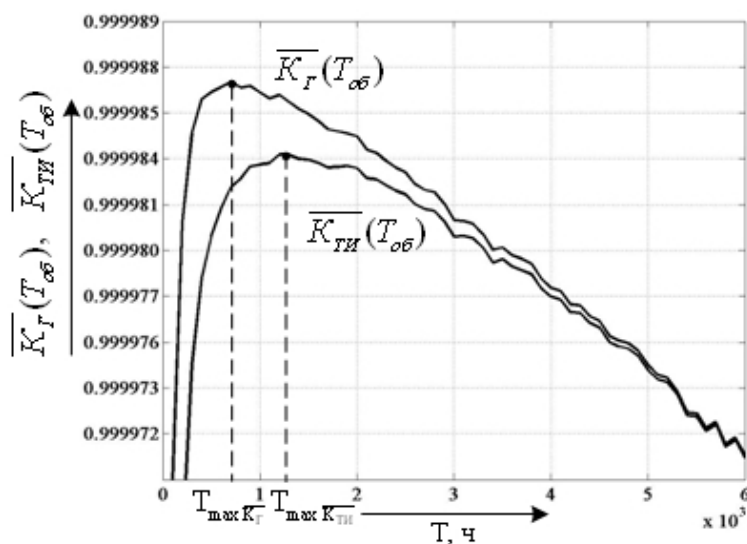


Рисунок 2 – Зависимости $\overline{K}_G(T_{об})$ и $\overline{K}_{ТИ}(T_{об})$ для $Q = 0,95$ и $\varepsilon = 0,05$ при $\beta = \nu = 0$

Задаваясь конкретными значениями комплексных показателей надежности $K_G(T_{об})$ и $K_{ТИ}(T_{об})$, а также периодичностью технического обслуживания, можно сформулировать алгоритмическую задачу поиска (оценки) значений интенсивности внезапных (λ_B) и постепенных отказов (λ_{II}) технических средств, т.е. автоматизировать процесс оценки значений λ_B и λ_{II} . При этом предполагается, что λ_B и λ_{II} вычисляются по формулам:

$$\lambda_B = \lambda_{12}. \quad (9)$$

$$\lambda_{II} = \lambda_{13} + \lambda_{23}. \quad (10)$$

Заключение

Таким образом, представляется возможным реализовать систему автоматизированного проектирования (САПР) [4, 5], которая позволит по требуемым входным параметрам проектируемой аппаратуры оценить значения интенсивностей λ_B и λ_{II} и, следовательно, позволит оптимизировать периодичность ТО рассматриваемых технических средств с заданным уровнем надежности на этапах их проектирования.

Проверка корректной работы САПР предлагается проводить по следующей схеме. В настоящее время уже известны требуемые значения показателей K_G , $K_{ТИ}$ и оптимальной периодичности ТО блоков приема и передачи радиостанции РВ-1М. Данные значения параметров задаются как входные для разрабатываемой САПР, с помощью которой будут получены значения интенсивностей λ_B и λ_{II} . Оцененные значения интенсивностей λ_B и λ_{II} сравниваются со значениями накопленных опытных данных по интенсивностям λ_B и λ_{II} .

Библиографический список

1. Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] / А.М. Половко. – СПб.: БВХ-Петербург, 2008. – 704 с.
2. Держо Г.Г. Количественная оценка вклада систем связи в безопасность технологических процессов на железнодорожном транспорте: Монография. М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 130 с.
3. Финаев В.И., Павленко Е.Н., Заргарян Е.В. Аналитические и имитационные модели: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2007. – 310с.
4. Норенков И. П. САПР: Системы автоматизированного проектирования: Учебное пособие. В 9 кн. кн. 1: Принципы построения и структура. Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 123 с.
5. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. Для вузов. 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ДОМЕННОГО ЦЕХА

Лавров В.В., Бурыкин А.А.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Современные реалии разработки программного обеспечения показывают, что лидирующей оказалась парадигма объектно-ориентированного программирования [1]. Для качественной разработки программного продукта наряду с физическим моделированием необходимо выполнить объектное моделирование, которое будет положено в основу разработки структуры программы. В докладе показан пример объектного моделирования бизнес-процессов, реализованный в ходе проектирования структуры программного обеспечения оценки и прогнозирования шлакового режима доменной плавки в системе анализа и прогнозирования производственных ситуаций доменного цеха, внедренной на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [2].

Основные объекты можно разделить на четыре базовых направления:

- компоненты (Components);
- составные части (Ingridients);
- наложение (Mapping);
- параметры (Performance).

В соответствии этим направлениям в среде программирования Microsoft Visual Studio.NET (C#) было созданы соответствующие пространства имен (namespace).

1. *Пространство имен «Компоненты» (Components)*. Класс Component моделирует химический состав элемента шихты. В основе класса Component лежит объект Dictionary<String, Double>, где содержится список параметров: название соединения или химического элемента (например, CaO, SiO₂, MgO и др.) и его величина. Все компоненты разделены на два подкласса:

- компоненты, загружаемые в печь (ComponentIn):
 - флюсы (ComponentFlux);
 - кокс (ComponentCoke);
 - ЖРМ (ComponentGRM);
- компоненты жидких продуктов плавки (ComponentOut):
 - чугун (ComponentIron);
 - шлак (ComponentSlag).

На рисунке 1 показана диаграмма наследования типа Components.

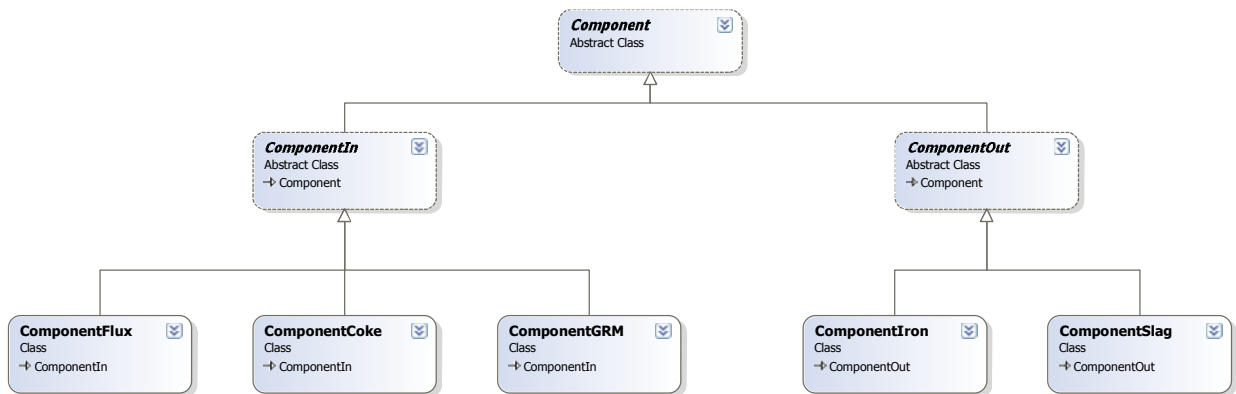


Рисунок 1 – Диаграмма наследования типа Component

Помимо химического состава каждый компонент содержит два обязательных поля:
– имя (Name) – содержит информацию об источнике, например, «Руда Михайловская»;

– расход (Debit) – для загружаемых компонентов;

– выход (Credit) – для получаемых компонентов.

Поля «Расход» и «Выход» необходимы для проведения математических расчетов.

2. *Пространство имен «Составные части» (Ingridients)*. Предполагается, что составные части состоят из компонентов, поступающих в печь. Поэтому в основе класса лежит объект List<ComponentIn>. Здесь можно выделить три основных типа: ЖРМ (GRM); кокс (Coke); флюсы (Flux).

Каждая из этих сущностей содержит список соответствующих ей компонентов, например, GRM содержит список ComponentGRM. На рисунке 2 продемонстрирована диаграмма наследования типа Ingredient.

3. *Пространство имен «Наложение» (Mapping)*. Данное пространство имен содержит классы, главной задачей которых является взаимодействие с источником данных (базой данных), в результате которого должны быть заполнены экземпляры всех объектов: ЖРМ, кокса, флюсов, чугуна и шлака. В частности, должны быть получены фактические отчетные данные о химическом составе этих компонентов, а также ряд дополнительных параметров, необходимых для расчета (например, расходы компонентов, поступающих в печь). В пространство имен «Наложение» входит два класса:

– Mapper;

– ComponentAttributes.

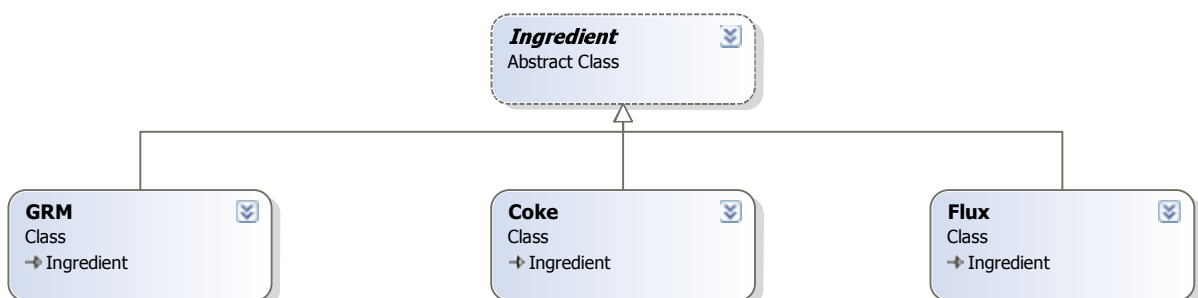


Рисунок 2 – Диаграмма наследования типа Ingredient

Mapper – это статический класс, который непосредственно взаимодействует с источником данных. Данный тип является универсальным способом доступа к источнику данных, который в ходе работы программы реализует один из базовых принципов объектно-ориентированного программирования – полиморфизм, позволяя в зависимости от ситуации использовать наиболее удобный метод доступа к данным.

Второй метод ComponentAttributes является вспомогательным классом, который является своего рода проекцией на таблицу из базы данных. Он описывает поля, характеризующие компоненты шихты: код материала; имя материала; тип материала. В базе данных доменного цеха использованы следующие номенклатурные типы материалов: агломерат, окатыши, флюсы, металлодобавки, ЖРМ, топливо, зола, отходы.

4. *Пространство имен «Параметры» (Performance)*. Данное пространство имен содержит классы, которые моделируют параметры компонентов. Все параметры разделены на два подкласса:

- технические параметры (TechPerformance) – отчетные (ReportTechPerformance) и сравниваемые (CompareTechPerformance);
- параметры расхода (DebitPerformance) – отчетные (ReportDebitPerformance) и сравниваемые (CompareDebitPerformance).

На рисунке 3 проиллюстрирована диаграмма наследования типа Performance.

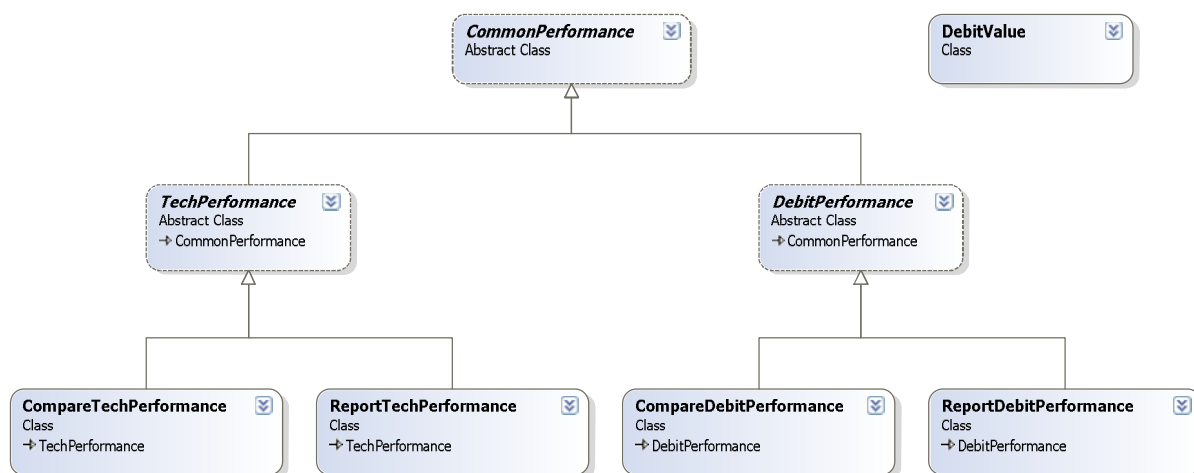


Рисунок 3 – Диаграмма наследования типа Performance

Необходимо также использовать тип DebitValue, который содержит три поля: наименование, дата, величина.

Типы классов с префиксом Report содержат по одному экземпляру DebitValue, в которых хранится отчетная величина параметра. В типах с префиксом Compare к существующему параметру Report добавляется еще один параметр – Compare, в котором содержатся данные в сравнительном периоде. Кроме указанных элементов в объектах наследниках от CommonPerformance содержится еще ряд дополнительных параметров:

- имя Name – имя параметра;
- годовой IsYear – параметр за год;
- отладочный IsDebug – отладочный вызов;
- номер печи PechNum.

Эффективность разработки программного обеспечения во многом можно оценить по тому, насколько верно выбраны объекты, которые подлежат объектному моделированию. Часто именно эти же сущности ложатся в основу базы данных. По этой причине существует возможность автоматизировать процесс заполнения (создания) экземпляров типов в программе из базы данных. Для этих целей используются ORM (Object Relation Mapping) системы.

Таким образом, показанные направления Components, Ingridients, Mapping и Performace в виде классов реализуют всю необходимую функциональность программного модуля оценки и прогнозирования шлакового режима доменной плавки. Итоговый модуль реализован в виде .Net сборки, скомпилированной для операционной платформы Windows.

Библиографический список

1. Профессиональная разработка программного обеспечения / С. Макконнелл. СПб.: Символ плюс, 2007. – 240 с.
2. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спириин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 456 с.

СПОСОБ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБРАБОТАННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГИБКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ

Ибатуллин А.А.

Омский государственный технический университет

г. Омск

При автоматизации управления обработкой детали на обрабатывающем центре в условиях гибкого производственного модуля (ГПМ) необходимы алгоритмы учета погрешностей обработки. Вопрос учета этих погрешностей для обработки плоскости рассмотрен в [1, 2]. Рассмотрим вопрос применительно к обработке цилиндрической поверхности.

Форма обработанной детали и ее размеры будут определяться взаимным положением базовых формообразующих поверхностей, получаемых в результате снятия припуска тем или иным режущим инструментом. Погрешности обработки будут определяться отклонением параметров и положением в пространстве формообразующих поверхностей от расчетных значений, используемых управляющей программой станка. Корректирование этих погрешностей путем коррекции управляющей программы возможно от прохода к проходу при многопроходной обработке определенной поверхности или от детали к детали при однопроходной обработке некоторой поверхности для нескольких одинаковых деталей. Рассмотрим формализованное описание процесса контроля цилиндрической поверхности.

Общее уравнение цилиндрической поверхности в системе координат станка имеет вид

$$x^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi + y^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \psi + z^2 \cdot \sin \gamma \cdot \cos \theta = R^2, \quad (1)$$

где x, y, z – текущие координаты цилиндрической поверхности; α, β, γ – углы между направляющей цилиндрической поверхности и осями OX, OY и OZ соответственно; φ, ψ, θ – углы возможного поворота цилиндрической поверхности относительно осей OX, OY и OZ соответственно; R – радиус цилиндрической поверхности.

Для определения положения цилиндрической поверхности в системе координат станка необходимо определить как минимум семь точек, принадлежащие этой поверхности.

Поскольку в общем случае направляющая цилиндрической поверхности может не совпадать с направлением осей координат детали, то уравнение образцового цилиндра запишется в виде

$$x_{обр}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi_{обр} + y_{обр}^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \psi_{обр} + z_{обр}^2 \cdot \sin \gamma \cdot \cos \theta_{обр} = R_{обр}^2, \quad (2)$$

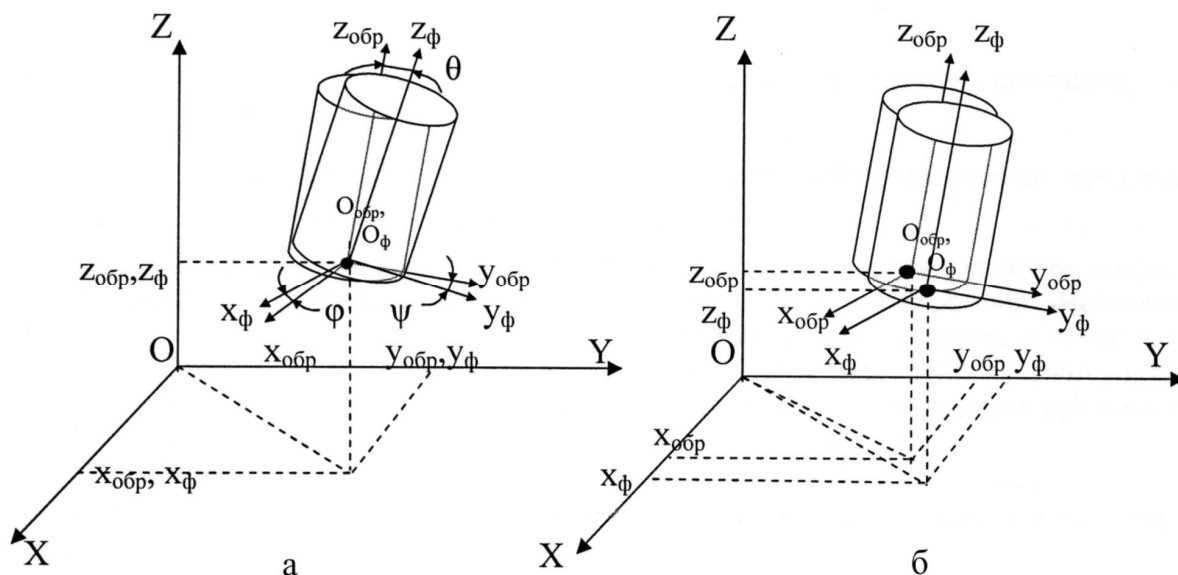
где $x_{обр}, y_{обр}, z_{обр}$ – текущие координаты образцовой цилиндрической поверхности, $\varphi_{обр}, \psi_{обр}, \theta_{обр}$ – углы возможного поворота образцовой цилиндрической поверхности относительно осей OX, OY и OZ соответственно, $R_{обр}$ – радиус образцовой цилиндрической поверхности.

Поскольку для образцового цилиндра углы $\varphi_{обр} = \psi_{обр} = \theta_{обр} = 0$, то поэтому $\cos \varphi_{обр} = \cos \psi_{обр} = \cos \theta_{обр} = 1$.

Фактическое положение контролируемой цилиндрической поверхности запишется в виде

$$x_{\phi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi_{\phi} + y_{\phi}^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \psi_{\phi} + z_{\phi}^2 \cdot \sin \gamma \cdot \cos \theta_{\phi} = R_{\phi}^2, \quad (3)$$

где $x_{\phi}, y_{\phi}, z_{\phi}$ – текущие координаты фактической цилиндрической поверхности, $\varphi_{\phi}, \psi_{\phi}, \theta_{\phi}$ – углы возможного поворота фактической цилиндрической поверхности относительно осей OX, OY и OZ соответственно, R_{ϕ} – радиус фактической цилиндрической поверхности.



а – контроль поверхности при наличии угловых смещений;
б – контроль поверхности при наличии линейных смещений

Рисунок 1 – Расчетная схема контроля цилиндрической поверхности

Контроль результата обработки поверхностей на станке можно осуществить путем сравнения фактического положения обработанной цилиндрической поверхности с расчетным ее положением, определяемым управляющей программой. Для этого из выражения (3) вычтем выражение (2). Отклонения фактических координат контрольных точек от заданных, из которых исходит управляющая программа, будут равны:

$$\begin{aligned} & \sin \alpha \cdot (x_{\phi}^2 \cdot \cos \varphi - x_{обр}^2) + \sin \beta \cdot (y_{\phi}^2 \cdot \cos \psi - y_{обр}^2) + \\ & + \sin \gamma \cdot (z_{\phi}^2 \cdot \cos \theta - z_{обр}^2) = R_{обр}^2 - R_{\phi}^2 \end{aligned}, \quad (4)$$

Для каждой контрольной точки цилиндра, две координаты задаются в управляющей программе, а третья координата (в направлении перпендикулярном направляющей) измеряется с помощью измерительной головки. После некоторых преобразований получаем систему уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned}
\cos \phi_{\phi} &= \frac{\mathbf{X}_{обр}^2 \cdot \sin \alpha - \sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \cos \psi_{\phi} - \mathbf{y}_{обр}^2) - \sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \cos \theta_{\phi} - \mathbf{Z}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \sin \alpha} \\
\cos \psi_{\phi} &= \frac{\mathbf{y}_{обр}^2 \cdot \sin \beta - \sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \cos \phi_{\phi} - \mathbf{X}_{обр}^2) - \sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \cos \theta_{\phi} - \mathbf{Z}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \sin \beta} \\
\cos \theta_{\phi} &= \frac{\mathbf{Z}_{обр}^2 \cdot \sin \gamma - \sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \cos \phi_{\phi} - \mathbf{X}_{обр}^2) - \sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \cos \psi_{\phi} - \mathbf{y}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \sin \gamma} \\
\Delta R &= \frac{\sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \cos \phi_{\phi} - \mathbf{X}_{обр}^2) + \sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \cos \psi_{\phi} - \mathbf{y}_{обр}^2) + \sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \cos \theta_{\phi} - \mathbf{Z}_{обр}^2)}{\mathbf{R}_{\phi} + \mathbf{R}_{обр}} \\
\Delta x &= \frac{\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot (1 - \cos \phi_{\phi}) \cdot \sin \alpha - \sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \cos \psi_{\phi} - \mathbf{y}_{обр}^2) - \sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \cos \theta_{\phi} - \mathbf{Z}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi} + \mathbf{X}_{обр})} \\
\Delta y &= \frac{\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot (1 - \cos \psi_{\phi}) \cdot \sin \beta - \sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \cos \phi_{\phi} - \mathbf{X}_{обр}^2) - \sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot \cos \theta_{\phi} - \mathbf{Z}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi} + \mathbf{y}_{обр})} \\
\Delta z &= \frac{\mathbf{Z}_{\phi}^2 \cdot (1 - \cos \theta_{\phi}) \cdot \sin \gamma - \sin \alpha \cdot (\mathbf{X}_{\phi}^2 \cdot \cos \phi_{\phi} - \mathbf{X}_{обр}^2) - \sin \beta \cdot (\mathbf{y}_{\phi}^2 \cdot \cos \psi_{\phi} - \mathbf{y}_{обр}^2) + \mathbf{R}_{\phi}^2 - \mathbf{R}_{обр}^2}{\sin \gamma \cdot (\mathbf{Z}_{\phi} + \mathbf{Z}_{обр})}
\end{aligned} \right. \quad (5)$$

где $\begin{bmatrix} x_{\phi} - x_{обр} \\ y_{\phi} - y_{обр} \\ z_{\phi} - z_{обр} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix}$ – векторная погрешность (смещение оси вращения цилиндра),

$\varphi_{\phi}, \psi_{\phi}, \theta_{\phi}$ – углы поворота фактической цилиндрической поверхности относительно образцовой, $(R_{\phi} - R_{обр}) = \Delta R$ – погрешность радиуса цилиндра.

Наличие формализованного описания идеальной поверхности и поверхности, полученной в результате обработки, позволяет оценить погрешности обработки. Исключая из рассмотрения вопросы отклонения поверхности от идеального цилиндра, а также влияния формы и направления наконечника измерительной головки при осуществлении измерений (данные вопросы и как следствие необходимые коррекции осуществляются при аттестации измерительной головки), погрешности обработки проявляются в виде:

- эквидистантного смещения цилиндрической поверхности – $\Delta x, \Delta y, \Delta z$;
- поворота оси вращения фактического цилиндра относительно образцового – φ, ψ, θ ;
- отклонение радиуса цилиндрической поверхности – ΔR .

Предложенная модель (5) позволяет по результатам контроля координат как минимум семи точек, принадлежащих обработанной поверхности, установить смещение ее центра относительно базового положения, а также погрешности радиуса сферы. Полученные в результате контроля данные могут быть использованы для коррекции движения обрабатывающего инструмента с целью компенсации погрешности.

Таким образом, реализация модели позволяет определять погрешности обработки цилиндрических поверхностей деталей в условиях ГПМ.

На основе приведенной математической модели легко сформулировать алгоритм управления точностью обработки цилиндрической поверхности:

- измерение координат семи базовых точек;
- вычисление погрешности;
- коррекция управляющей программы.

Библиографический список

1. Ибатуллин, А.А. К вопросу оценки точности обработки плоских поверхностей в условиях гибкого производства // Математические методы в технике и технологиях: Сб. тр. XVI Междунар. науч. конф. В 10 т. Т. 5. Секция 5 / Под общ. ред. В.С. Балакирева./ Ростов н/Д: РГАСХМ ГОУ, 2003. – С. 42-44.
2. Ибатуллин, А.А. Математическая модель контроля положения обработанной плоской поверхности при обработке на станках с ЧПУ/ Ибатуллин А.А., Федотов А.В. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – С. 313-314.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ КАМЕРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ

Вохмяков А.М.*, Казяев М.Д.*, Казяев Д.М.**

**Уральский Федеральный Университет,
**ООО «НПК «УралТермоКомплекс»
г. Екатеринбург*

Объектом рассмотрения является автоматическая система управления тепловым режимом камерной газовой термической печи с выкатным подом площадью 62,8 м², предназначенной для термообработки сварных изделий. Обрабатываемый металл загружается на под печи при помощи дополнительного оборудования, под заезжает в печь, после чего выполняется нагрев садки до заданной температуры с необходимой скоростью с последующей выдержкой, длительность которой устанавливается технологами, и затем производят охлаждение металла, либо вместе с печью, либо на воздухе.

Особенность теплового режима печи заключается в том, что разогрев рабочего пространства печи и обрабатываемых изделий может выполняться с изменяющейся скоростью. Обрабатываемые в печи изделия используются для создания энергетических установок и поэтому допустимый разбег температур при завершении режима термообработки не может превышать ± 5 °С. Соблюдение технологических требований без современной автоматической системы управления практически не возможно.

Автоматическая система управления тепловым режимом камерной термической печи предполагает деление внутреннего пространства печи на пять виртуальных зон за счет изменения количества и длительности работы горелок, относящихся к определенной виртуальной зоне печи и базируется на программируемом логическом контроллере Symatic S7-315.

В системе отопления печи применены 30 автоматизированных скоростных рекуперативных горелок «Ecomax 5M» производства фирмы «Kromschroder» единичной тепловой мощностью 250 кВт, работающих в импульсном режиме. Управление розжигом и остановом горелки осуществляется блоком управления горелки ВСУ 460 на основании команд от контроллера. При включении горелки открываются клапаны газа и воздуха. Управление клапанами происходит через блок управления горелкой. Работа блоков управления горелками контролируется АСУ печью. При выключении горелки подводы газа и воздуха к горелке автоматически перекрываются клапанами. Контроль пламени горелки осуществляется ультрафиолетовым датчиком.

В первой из пяти зон печи установлено 4 горелки, во второй, четвертой и пятой по 6 горелок, а в третьей зоне - 8. Горелки расположены в два ряда по высоте на боковых стенах.

Основные параметры работы камерной термической печи представлены в таблице 1. Общий вид печи представлен на рисунке 1. Функциональная схема системы автоматического управления тепловым режимом печи представлена на рисунке 2.

Таблица 1 – Основные параметры работы камерной термической печи

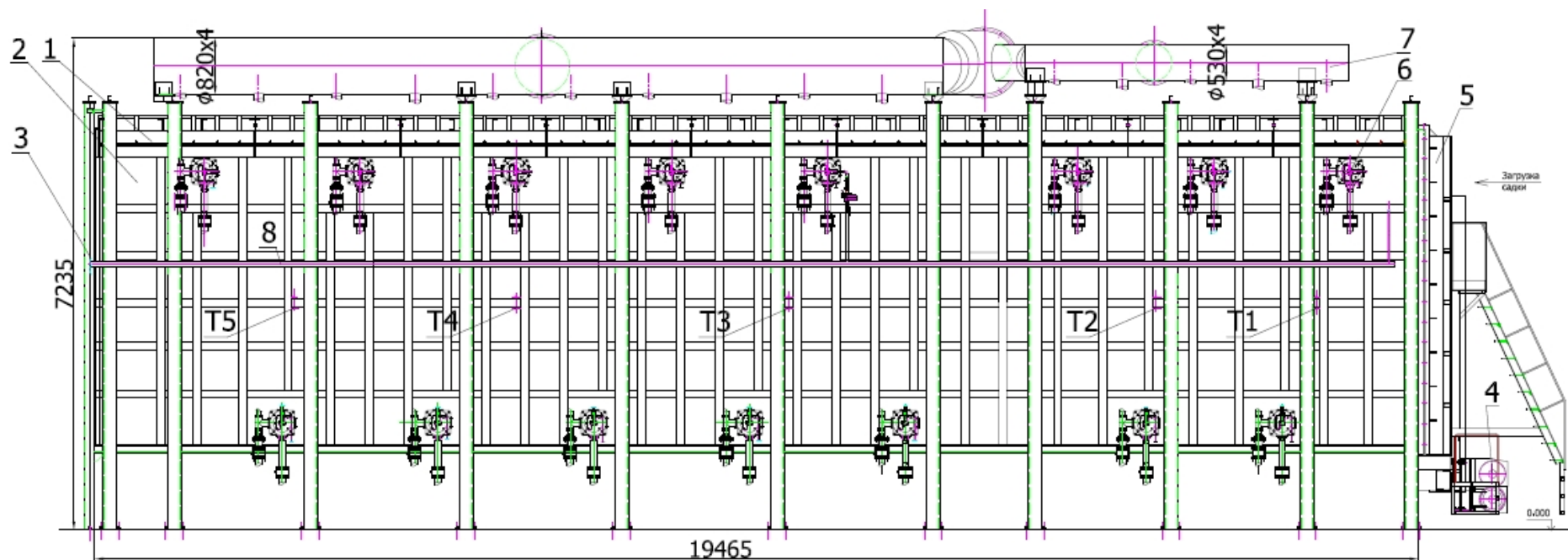
Наименование параметра	Значение параметра
Тип печи	Камерная термическая
Размеры рабочего пространства печи длина, ширина, высота, мм	19000×4000×4100
Режим работы	Периодический
Масса садки (максимальная), т	95
Температура нагрева металла (максимальная), °С	1150
Максимальная скорость нагрева садки, °С/ч	150
Топливо и его теплота сгорания, Q_n^p , кДж/м ³	Природный газ, 33100
Тип горелок	Рекуперативные, скоростные «Ecomax 5M B695»
Номинальная тепловая мощность горелки, кВт	250
Количество горелок	30
Номинальный расход газа на одну горелку, м ³ /ч	25
Расход газа на печь (max), м ³ /ч	753
Давление природного газа перед печью (max), кПа	16,0
Давление природного газа перед горелками, кПа	6,5
Расход воздуха на горение (max), м ³ /ч	6935
Расход воздуха на эжекцию (max), м ³ /ч	11790
Давление воздуха перед печью, кПа	17,5
Давление воздуха перед горелкой, кПа	12,0
Количество зон теплового регулирования, шт	5

В техническое обеспечение системы автоматического управления входит шкаф управления. Шкаф управления (далее ШУ) имеет исполнение согласно DIN EN 60204 (VDE 0113) и других европейских норм, а также сертификат ГОССТАНДАРТА РФ. ШУ установлен в помещении КИПиА печи. ШУ рассчитан на работу при температуре окружающей среды от +5 до +40 °С и влажности до 98 %.

ШУ содержит: центральный выключатель (автомат); промышленный компьютер Siemens типа SPS S7-315 (контроллер); сенсорный ЖК дисплей Siemens MP 377, 12,1"; световой сигнал открытия отсека клапана VK; световой, аварийный сигнал (мигалка); звуковой, аварийный сигнал (звонок громкого боя).

Системой автоматического регулирования, реализованной на базе программируемого контроллера Siemens S7-315, выполняются следующие функции:

- управление температурами пяти зон в целом, за счет изменения продолжительности и частоты включения и выключения горелок;
- управление температурными режимами отдельных автономных частей печи;
- регулирование давления воздуха в коллекторе при помощи частотного преобразователя;
- розжиг и контроль пламени горелок;
- защитное отключение подачи газа на печь при возникновении аварийной ситуации;
- учет потребления газа.
- автоматическое тестирование работы горелок.



1 – сводовая панель футеровки печи; 2 – боковая панель футеровки печи; 3 – стойка каркаса печи; 4 – привод пода печи; 5 – парапет; 6 – горелка Esotax 5M; 7 – дымопровод печи; 8 – газопровод; T1...T5 – термодатчики 1...5 зон печи, соответственно

Рисунок 1 – Вид сбоку

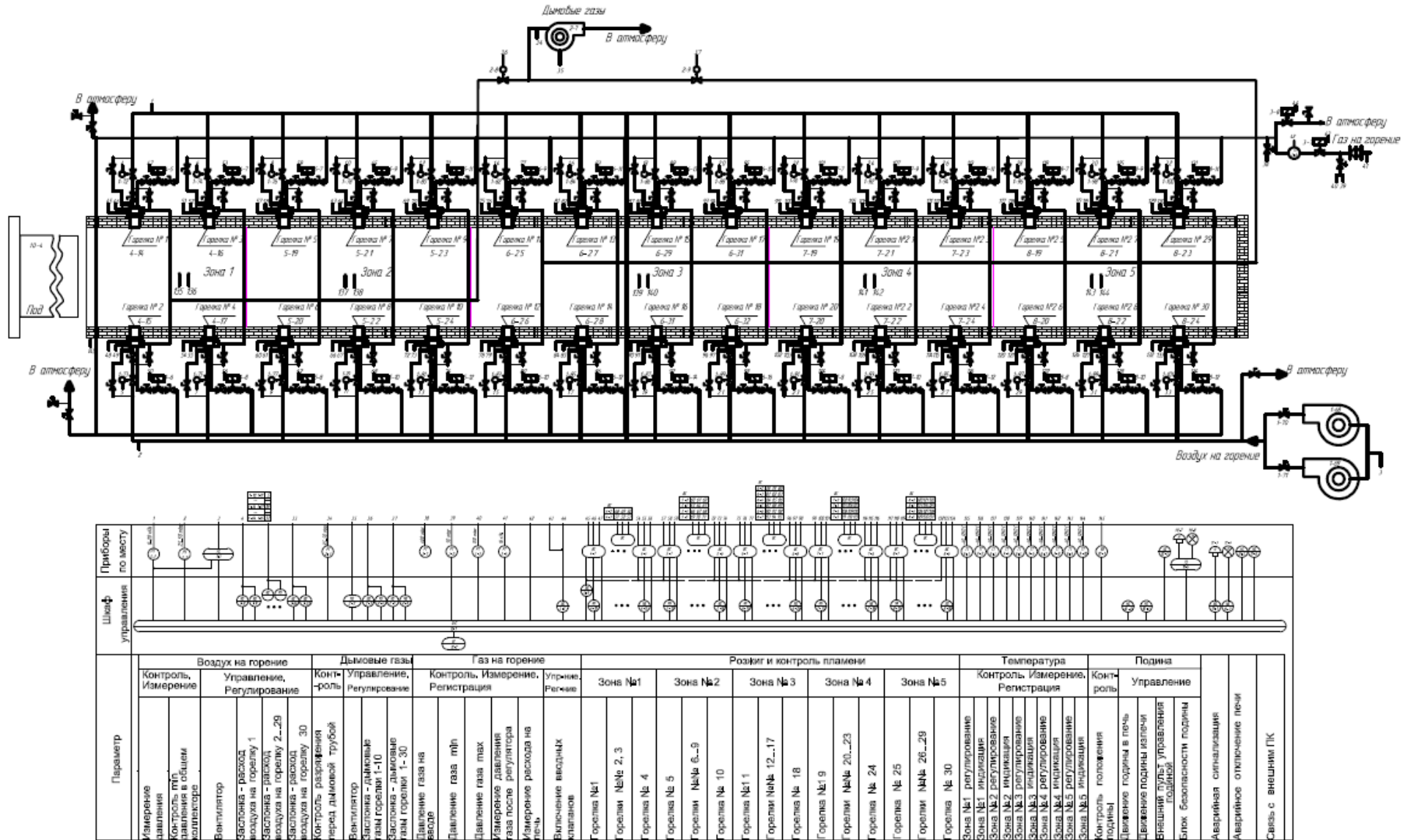


Рисунок 2 – Функциональная схема АСУ ТП

Система визуализации работы печи предусматривает отображение на TFT дисплее с фронтальной клавиатурой следующих параметров работы агрегата (основная мнемосхема системы визуализации представлена на рисунке 3):

- температура в пяти зонах печи (с возможностью просмотра архивных данных);
- давление газа в коллекторе;
- давление воздуха в коллекторе;
- расход газа на печь;
- состояние горелок;
- положение главного отсечного клапана;
- предупредительные и аварийные сообщения.

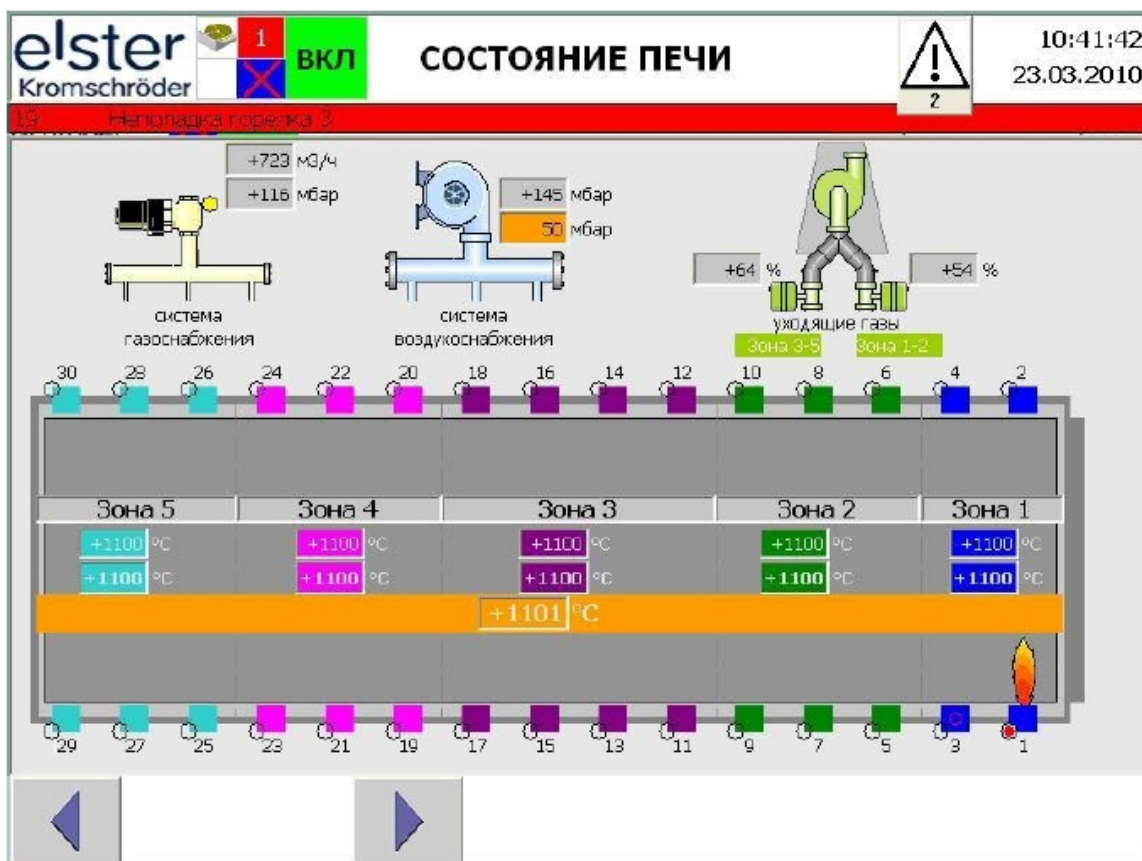


Рисунок 3 – Основная мнемосхема системы визуализации

В системе предусмотрена архивация всех технологических параметров работы печи.

При сдаче печи в промышленную эксплуатацию на ней были проведены комплексные гарантийные испытания по различным технологическим режимам. Ниже приведены результаты одного из гарантийных испытаний.

Масса изделий составила – 9,6 т (без учета массы 12 подставок). Перед проведением испытания на садке установили шесть контрольных изделий, на которые были закреплены гибкие термопары (см. рис.4). Причем контрольные образцы располагали в различных точках садки, как по длине, так и по высоте и ширине.

Испытание печи проводили по следующему режиму: подъем температуры до 300 °C за 3 часа (скорость 100°С/ч); подъем температуры до 720 °C за 7 часов (скорость 60 °C/ч); выдержка при данной температуре 3 часа; охлаждение вместе с печью до температуры 350°С, дальнейшее охлаждение на воздухе. В ходе испытания производилась регистрация температуры рабочего пространства печи по стационарным термопарам и температуры с контрольных термопар.

При разогреве печи до температуры 300 °С наблюдались отклонения текущей температуры в рабочем пространстве печи от заданного значения до 30 °С. На более высоких температурах отклонение текущей температуры рабочего пространства печи от заданного не превышало ± 7 °С, а в конце выдержки отклонение не превышало ± 3 °С.

Окончательная средняя температура металла составила 720,2 °С при температуре в рабочем пространстве печи 720 ± 3 °С. В конце нагрева наблюдался недогрев металла ($t_m = 708$ °С) в точке № 5, возможно это связано с влиянием на показания термопары массивной подставки, отнимающей тепло газов в этом месте.

Вывод. В ходе проведения испытания при нагреве садки из 15 панелей выявлено, что перепад температур по стационарным термопарам не превысил ± 2 °С, окончательное отклонение фактической температуры нагрева металла от необходимой составило $-0,9$ °С. Отказов в работе оборудования при проведении испытания не выявлено. Автоматический режим управления печью обеспечивает подъем температуры с заданной скоростью и позволяет при выдержке поддерживать температуры на заданном уровне во всех зонах печи. Проектная мощность печи позволяет работать как на высокотемпературных, так и на низкотемпературных режимах.

О СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НИЖНЕГО УРОВНЯ АСОДУ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Ляховец М.В.

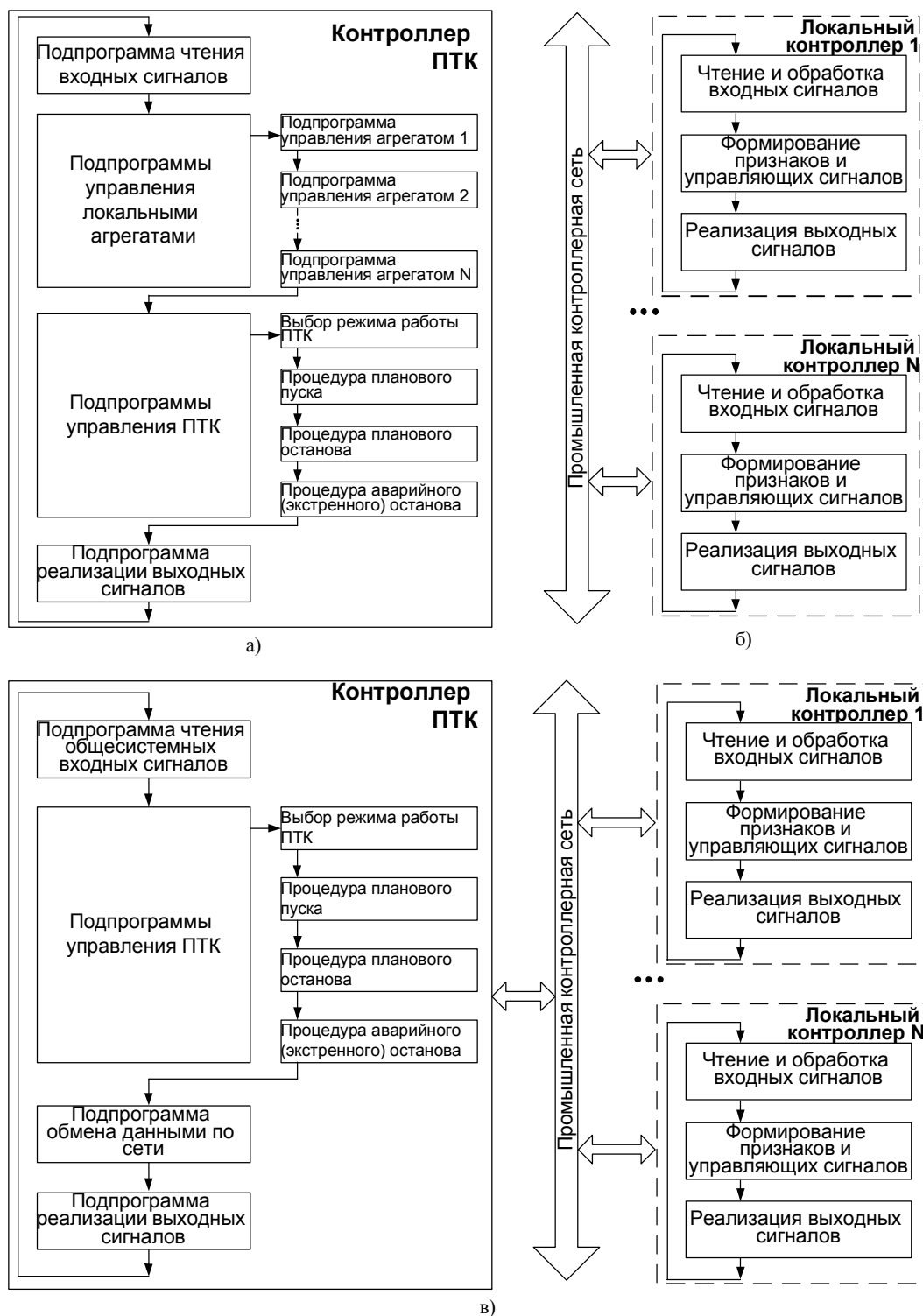
*ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
г. Новокузнецк*

Автоматизация любых производственных процессов, в том числе обогащения, имеет специфические особенности, связанные с различием технологий. Обоганительная фабрика (ОФ) представляет собой сложный объект с множеством технологического оборудования, поточно-транспортных линий и их территориальным распределением. Всё это обуславливает большое внимание к разработке программного обеспечения (ПО) автоматизированные системы оперативно-диспетчерского управления ОФ, особенно большое внимание уделяется надежной и безотказной работе всех составляющих системы управления.

В настоящее время автоматизированные системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) реализуются посредством двухуровневой структуры управления, состоящей из верхнего и нижнего уровня. Нижний уровень состоит из релейно-контакторной системы (РКС) и программно-технического комплекса (ПТК) на базе микропроцессорных программируемых контроллеров (PLC), которые обычно располагаются в распределительных пунктах (РП) фабрики. РКС предназначено для непосредственного управления работой технологических агрегатов, поточно-транспортными линиями. ПТК представляет собой логически подразделенную по технологическим комплексам систему, например: комплекс углеприёма и углеподготовки, главный комплекс обогащения, склад концентрата, комплекс погрузки.

Обоганительная фабрика – сложный технологический объект, однако, анализируя структуру технологических комплексов, можно выделить большое количество подобных агрегатов, которые функционируют по сходной схеме и взаимодействуют друг с другом последовательно, как любая поточно-транспортная система. К тому же сама организация технической структуры АСОДУ реализуется по одной из трёх схем: централизованной, распределённой или с удалённым вводом-выводом.

Выбор технической структуры однозначно определяет и дальнейшую реализацию структуры программного обеспечения, как то: организация операций ввода-вывода и организация подпрограммы управления всем ПТК. На рисунке 1 представлены типовые структуры программного обеспечения нижнего уровня АСОДУ. При централизованной схеме



а – централизованная; б – распределённая; в – с удалённым вводом-выводом
 Рисунок 1 – Структура программного обеспечения ПТК

(рисунок 1, а) подпрограмма управления ПТК работает в одном «главном» PLC, последовательно вызывая подпрограммы управления локальными агрегатами (включающие операции ввода-вывода) и подпрограммы пуска и останова ПТК в целом. При распределённой структуре (рисунок 1, б) нет «главного» PLC, и вся работа по управлению ПТК распределяется равномерно на все контроллеры, соединяющиеся друг с другом сигнальными связями и включающие свои подпрограммы управления локальными агрегатами со своими

операциями ввода-вывода. При организации удалённого ввода-вывода (рисунок 1, в) подпрограмма управления ПТК в целом реализуется на «главном» PLC, а операции ввода-вывода с первичной обработкой сигналов – не менее мощных контроллеров «полевого» уровня. Таким образом, можно выделить три шаблона взаимодействия программных объектов, которые чаще всего использует разработчик при проектировании системы (в терминах объектно-ориентированного проектирования – паттерны [1]).

При реализации подпрограмм управления локальными агрегатами (рисунок 2) также можно заметить однотипность оборудования, используемого в технологии обогащения: конвейер, грохот, дробилка, центрифуга, насос и др. Таким образом, при накоплении некоторого опыта и «портфеля» работ программист сохраняет удачные программные решения, и его задача переходит из разряда создания программного обеспечения в разряд отыскания нужной подпрограммы в библиотеке процедур для последующей интеграции во вновь создаваемом ПО. Используя такой подход, можно сократить некоторые алгоритмические и программные ошибки ПО [2], однако их можно свести до минимума, разделив создание программ и их реализацию для конкретного типа PLC.

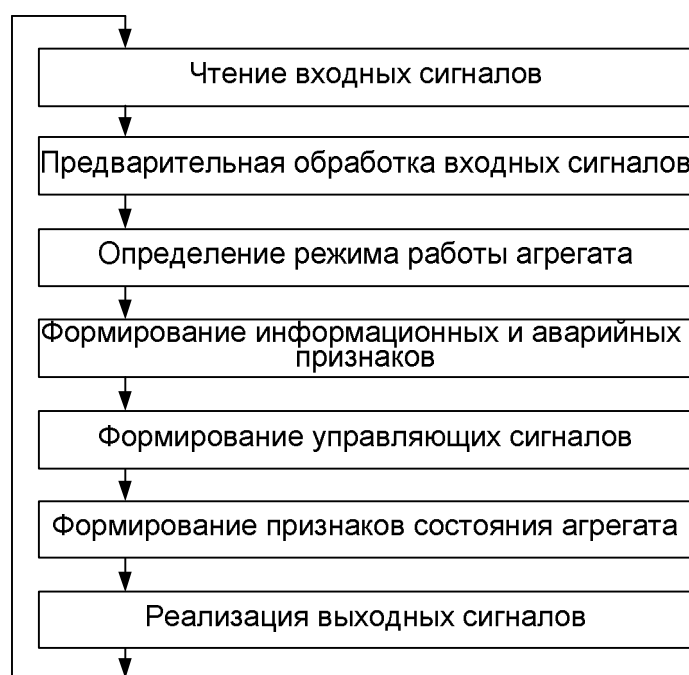


Рисунок 2 – Упрощенная структура подпрограммы управления локальным агрегатом

В настоящее время ПО нижнего уровня часто реализуется в специализированных средах разработки, «заточенных» под контроллер определенного производителя (например, для контроллеров Omron – это среда CX-ONE; для Schneider Electric – это среда Unity Pro и т.д.), но с помощью стандартизированных языков программирования для программируемых логических контроллеров IL, RKC, FBD, SFC или ST (международный стандарт IEC 61131-3 [3]). Такой подход даёт большие возможности для уменьшения количества синтаксических ошибок и улучшенные средства эмуляции конкретного типа PLC, но не предлагает удобных инструментов для проектирования ПО в целом и имитации операций ввода-вывода.

Таким образом, для разработчика ПО нижнего уровня АСОДУ необходим специализированный инструмент – программное средство, которое, используя принципы объектно-ориентированного проектирования и удобный визуальный интерфейс, поможет проектировать, отлаживать и испытывать программное обеспечение ПТК в целом, после чего

генерировать в программы для конкретных PLC. Такое средство, в отличие от существующих на рынке программных продуктов, например, ISaGRAF компании ICS Triplex ISaGRAF (<http://www.isagraf.ru/>), будет позволять комплексное проектирование на уровне программного обеспечения всего ПТК, представляя локальные агрегаты в виде функциональных блоков. Разработчик ПО, манипулируя графическими образами локальных агрегатов, может настраивать их взаимодействие друг с другом, оперативно внося изменения в технологическую схему. Подпрограммы управления локальными агрегатами могут реализовываться назначением формальных действий на появление тех или иных входных сигналов средствами визуальной разработки. Накопление библиотек такого рода подпрограмм в дальнейшем сможет упростить, повторное использование удачных проектных и архитектурных решений при разработке ПО, а возможность автоматического генерирования программного кода в форматы, поддерживаемые конкретными типами PLC и средами разработки, позволит вносить при необходимости корректировки, учитывающие индивидуальные особенности контроллеров.

Библиографический список

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Дж. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
2. Шаракшанэ А.С., Шахин В.П., Халецкий А.К. Испытания программ сложных автоматизированных систем / Под ред. проф. А.С. Шаракшанэ. – М.: Высш. школа, 1982. – 192 с.
3. IEC 61131-3 – Википедия – [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://ru.wikipedia.org/wiki/IEC61131-3>] – Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Рассказчиков Н.Г.

*Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
г. Владимир*

Важной задачей современного машиностроения является совершенствование оборудования и технологических процессов обработки изготавливаемой продукции с целью повышения ресурса работы выпускаемых машин и механизмов. Одним из приоритетных направлений решения данной задачи является выбор технологии и разработка методик управления режимами обработки поверхностного слоя деталей.

Среди множества методов обработки концентрированными потоками энергии (КПЭ) ведущее место занимает лазерная обработка (ЛО). ЛО широко применяется для упрочнения деталей двигателей внутреннего сгорания, зубчатых колёс, режущих инструментов, элементов штамповой оснастки и др.

Несмотря на многочисленные теоретические и экспериментальные исследования процессов, протекающих в поверхностных слоях при ЛО материалов, которые имеются на настоящее время, накопленного опыта не всегда достаточно. До настоящего времени не полностью раскрыты условия формирования поверхностных слоёв с заданными характеристиками при ЛО. В частности, нет чётких взаимосвязей, позволяющих управлять режимами ЛО для получения требуемых характеристик поверхностного слоя, подвергнутого обработке.

Разработка научно обоснованных рекомендаций по выбору оборудования и рациональных режимов лазерной обработки, обеспечивающих целенаправленное формирование заданных свойств поверхностных слоев высоконагруженных деталей, с учетом конкретных условий эксплуатации, имеет большое прикладное значение.

Термическая обработка железоуглеродистых сплавов начинается с нагрева до тем-

ператур устойчивого существования аустенита. Конечные свойства закаленной зоны зависят от скорости и температуры нагрева, времени выдержки в нагретом состоянии, от закона охлаждения, а также от исходной структуры (т.е. предварительной термообработки и механообработки). При лазерной закалке так же, как и при других методах интенсивного нагрева, кинетика $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения лимитируется диффузией углерода, что приводит к необходимости введения понятия сдвига критических точек температуры фазового перехода. В зависимости от структурного состояния (плотности дефектов, дисперсности и морфологии фаз) реальные температуры фазовых превращений отличаются от указанных на равновесной диаграмме состояний Fe - C. Перегрев над точкой равновесия фаз переводит систему в метастабильное состояние, и возникают зародыши высокотемпературной фазы (аустенита) без подготовительного инкубационного периода. Так как процесс образования аустенита является эндотермическим, кинетика превращений может реализовываться лишь в той мере, в какой условия теплопередачи позволяют передавать необходимое количество энергии к месту появления или роста зародыша новой фазы. При лазерном нагреве в каждом микроскопическом объеме металла термический цикл описывается своей термической кривой $T = T(t)$. Первые зародыши аустенита появляются в момент $ta1$, когда температура $T(ta1)$ достигает равновесной температуры перехода $Ac1$. Завершение аустенизации происходит через некоторое время Δt , в момент $ta = ta1 + \Delta t$, и при этом температура нагрева металла характеризуется временем протекания диффузионных процессов Δt и перегревом ΔT относительно равновесной температуры перехода. Чем больше средняя скорость нагрева $V_n = \Delta T / \Delta t$, тем быстрее происходит ее $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение (Δt уменьшается) и тем выше смещается критическая точка перехода (ΔT увеличивается). Корректное описание процесса аустенизации при скоростном нагреве предполагает совместное решение тепловой и диффузионной задач с учетом характерных особенностей реального процесса диффузии углерода в стали (в частности, с учетом объемных конфигураций различных фаз в микроструктуре, с диффузией углерода во всех фазах и движением границ фаз, с изменением коэффициента диффузии во времени и пространстве и др.).

Сущность закалки состоит в бездиффузионном превращении при быстром охлаждении гранецентрированной кубической решетки аустенита в искаженную объемноцентрированную кубическую решетку мартенсита. Характерными особенностями мартенсита являются его высокая твердость и прочность, с одной стороны, и низкая пластичность и склонность к хрупкому разрушению, с другой стороны. Мартенсит по сравнению с другими структурными составляющими стали и особенно с аустенитом имеет наибольший удельный объем, что является одной из основных причин возникновения при закалке больших внутренних напряжений, вызывающих деформацию изделий или даже появление трещин.

Превращение аустенита в мартенсит не идет до конца, поэтому в закаленной стали наряду с мартенситом всегда присутствует в некотором количестве остаточный аустенит. Аустенит при охлаждении ниже температуры $Ac1$ становится метастабильным и превращается в более стабильные структуры. При небольшой скорости охлаждения образуется перлит, при большей скорости - сорбит, затем троостит; наконец, при некоторой высокой скорости охлаждения (называемой критической скоростью закалки) перлитный распад аустенита становится вообще невозможным и весь аустенит переохлаждается до точки M_n . Данные о температурных интервалах протекания фазовых превращений при непрерывном охлаждении и об образующихся при этом структурных составляющих приводятся на так называемых термокинетических диаграммах [1].

Задача термической обработки состоит в том, чтобы путем нагрева и охлаждения вызвать изменение свойств вследствие необратимых изменений структуры сплава. Любой вид термической обработки обычно изображается в координатах температура – время (рисунк 1).

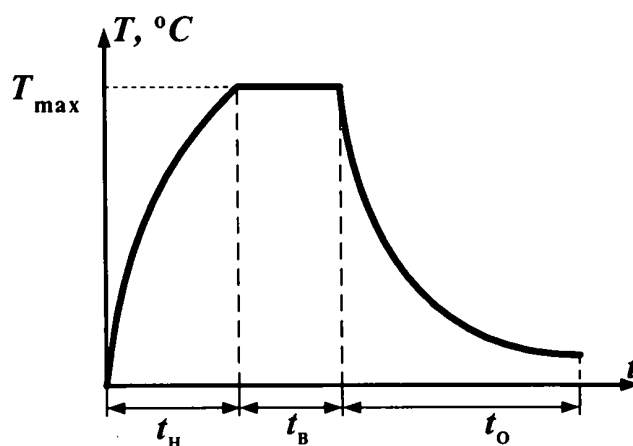


Рисунок 1 – График термической обработки

При лазерной закалке, как и при других способах термоупрочнения, на этапе нагрева идет формирование аустенитной структуры сплава, а затем на этапе охлаждения, превращение ее в мартенсит, т.е происходит закалка с полиморфным превращением. Процесс превращения перлита в аустенит при лазерной закалке происходит с большими скоростями нагрева металла. Практически это превращение реализуется при нагреве выше t_a , причем с повышением скорости нагрева повышается температура аустенизации. В связи с этим, для различных скоростей нагрева металла будут характерны различные температуры начала и конца аустенизации, характер изменения которых приведен в работе [2].

Особенность термического цикла при лазерной закалке – отсутствие выдержки при постоянной температуре. Вслед за подъемом температуры следует немедленное охлаждение. Для образования мартенсита при интенсивном охлаждении необходимо понижать температуру металла со скоростью ниже критической для сплава с определенным содержанием углерода. Мартенситное превращение развивается в интервале температур M_n и M_k (температура начала и конца превращения соответственно) зависит от содержания углерода и легирующих элементов.

Учитывая рассмотренные выше особенности теплофизических процессов при лазерной закалке, изменение температуры во времени может быть представлено в следующем виде (рисунок 2).

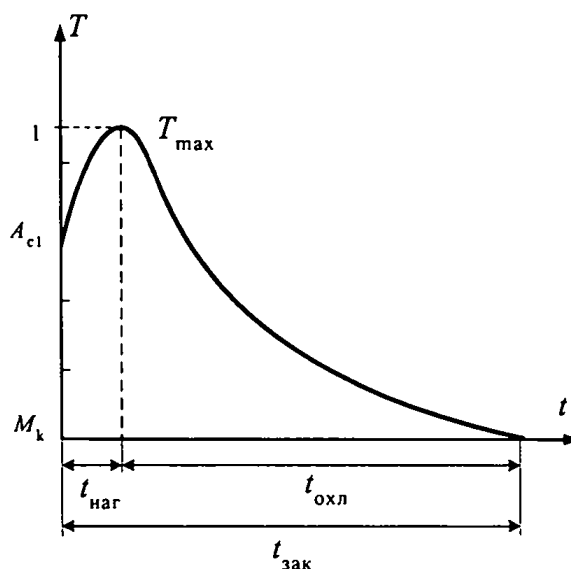


Рисунок 2 – Термокинетический цикл лазерной закалки

Такую зависимость можно аппроксимировать функцией вида

$$T=at^b e^{ct}. \quad (1)$$

Помимо аргумента t уравнение (1) содержит еще три константы a, b, c . Применительно к описанию результатов экспериментальных исследований процессов закалки [2] константа $a > 0$ может быть равна любому дробному или целому числу. Константа b – показатель степени при аргументе t и константа c , входящая как сомножитель в показатель степени при e , могут быть как положительными, так и отрицательными величинами. В частном случае, когда константа $c=0$, уравнение (1) принимает вид степенного уравнения, выражающего либо параболу при положительном, либо гиперболу при отрицательном знаке константы b . Таким образом, уравнение (1) представляет собой математическое произведение степенного уравнения $y=at^b$ и натуральной показательной функции e^{ct} . Характер графиков, выражаемых уравнением (1), определяется степенным уравнением, и поэтому t^b может рассматриваться как определяющий сомножитель. Второй сомножитель e^{ct} в зависимости от величины и знака константы приводит к большим или меньшим отклонениям графика от исходной параболической или гиперболической зависимостей. По существу, e^{ct} может рассматриваться как корректирующий сомножитель.

Числовые значения констант a, b и c аппроксимирующей функции (1) могут быть определены различными способами, которые описаны в работах [3, 4].

Необходимо отметить, что значимый интервал температур при нагреве находится выше температуры $Ac1$, а при охлаждении до температуры M_k . Заданную из требований к качеству упрочненного слоя функцию изменения температуры (см. рисунок 2) будем называть эталонной для программного управления.

Качество технологического процесса лазерного упрочнения зависит не только от экстремального значения $T_{max}(x)$, но и от закона распределения $T(x)$ в зоне термического влияния. Связано это с определенными соотношениями между температурами и скоростями их достижения в различных стадиях нагрева (рисунок 2). Таким образом, процесс требует поддержания строго определенного распределения температуры в зоне нагрева, которая перемещается вследствие движения лазерного луча.

Задача обеспечения специального распределения температуры по поверхности изделия в общем случае решается только при наличии источника, закон распределения воздействия которого можно «гибко» менять в определенных пределах по программе. В последние годы появились такие устройства [5], способные трансформировать лазерное излучение таким образом, что на поверхности можно создавать пятно с произвольным законом распределения энергии, позволяющее реализовать заданный закон распределения.

Решение сложной нелинейной задачи управления с подвижным воздействием можно разбить на два этапа (рисунок 3):

- 1) Определение распределенного воздействия $Q(x,t)$ теплового источника, обеспечивающего заданное состояние объекта управления;
- 2) Определение параметров перемещающегося источника, обеспечивающих требуемое распределенное воздействие $Q(x,t)$.

На рисунке 3 выходными параметрами являются законы программного управления исполнительными устройствами автоматизированного лазерного комплекса.

Повышение эффективности процесса лазерной обработки металлов достигается за счет автоматизации лазерных технологических комплексов (ЛТК). Решение этой задачи заключается в оптимальном построении системы управления ЛТК, направленное на выполнение требуемого технологического процесса с обеспечением заданных показателей качества технологического процесса (ТП). Наиболее перспективным направлением совершенствования ЛТК является синтез оптимальной системы автоматического управления (САУ) для данного ТП с обратными связями по параметрам, измеряемым в реальном времени и характеризующих качество ТП, с внедрением новых методов обработки.

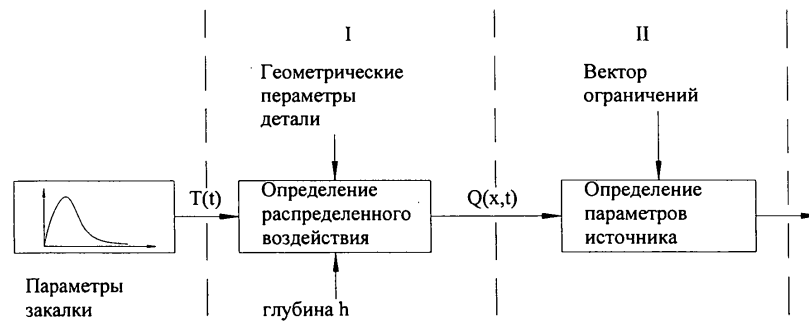


Рисунок 3 – Этапы расчета программного управления параметрами лазерным технологическим комплексом

Целью данных исследований является синтез САУ для закалки металлов с обратной связью по температуре зоны воздействия, влияющей на качество ТП [6, 7].

Существенное значение для качества обработки играет стабильность параметров лазерного технологического комплекса (ЛТК). ЛТК необходимо рассматривать как совокупность взаимодействующих между собой звеньев сложной системы. Это источник лазерного излучения, оптическая система, обрабатываемая деталь и механизм ее перемещения. Рассматривая зависимость параметров от многочисленных факторов, изменяющихся во времени, можно утверждать, что путь построения системы управления ЛТК по их стабилизации практически нереализуем. Это доказывается невозможностью измерения многих параметров в реальном времени.

Задание параметров ТП при обработке деталей лазерным излучением обычно производится либо по экспериментальным данным зависимостей показателей качества, либо используются справочные данные. Это приводит к неоптимальному выбору параметров ЛТК при существенном увеличении как экономических- так и временных затрат.

Установление функциональных связей, между показателями качества ТП и технологическими параметрами ЛТК, базирующихся на сложных физико-химических процессах взаимодействия ЛИ с металлами, влияние параметров ТП на показатели качества, с выделением основных возмущающих факторов, позволяет выявить новые подходы к комплексному решению задач по разработке систем автоматического управления ЛТК.

Описание взаимосвязей между этапами расчета технологических параметров основано либо на накоплении экспериментальных данных и приведении их к единому стандарту требований при выборе параметров ЛТК. либо на получении математических моделей на основе физических законов процесса взаимодействия ЛИ с металлами.

В силу сложности математического описания функциональных зависимостей между параметрами ТП и механическими характеристиками деталей, предпочтительнее являются методы расчета этих параметров на основе экспериментальных данных. В этом случае повышение точности вычислений параметров ЛТК определяется чистотой эксперимента, методами статистической обработки результатов, методами аппроксимации функциональных зависимостей и т.п.

Процесс управления заданными параметрами ТП будет определяться структурной схемой АЛТК, которая представлена на рисунке 4.

При разработке моделей необходимо также учитывать прогрессивные направления в построении САУ ЛТК, которые характеризуются введением обратных связей на основе информативных параметров, измеряемых в реальном времени. Поэтому использование расчета зависимостей технологических параметров ЛТК от параметров ТП на основе математических моделей является наиболее приемлемым. Это объясняется наибольшей изу-

ченностью данной проблемы и большим количеством опубликованных работ. Наряду с учетом таких параметров, как скорость, мощность и размер зоны нагрева, необходимо учитывать и температуру зоны взаимодействия ЛИ с металлом. В этих условиях актуальной является разработка такой системы расчета технологических параметров, которая, с учетом особенностей габаритно-весовых характеристик детали, а также на основе экспериментально полученных зависимостей параметров ТП от показателей качества обеспечит бы повышение эффективности использования ЛТК.

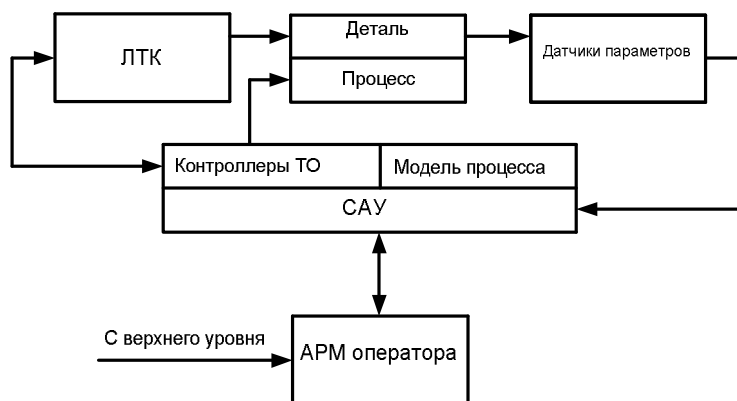


Рисунок 4 – Структурная схема ЛТК

Математическая модель температурного поля, с учетом допущений, позволяет без ущерба для точности получаемых результатов заменить трехмерную задачу на плоскую.

Программа численного моделирования тепловых процессов при лазерном термическом воздействии позволяет по заданной совокупности исходных данных получить массивы значений температур во всех узлах расчетной области в P шагов по времени, следующих с интервалом Δx . Варьируемыми параметрами модели являются конструктивные характеристики тела и источника, режим обработки, теплофизические свойства материала, условия теплообмена и т.д.

Исследования, проведенные на математической модели [8], позволили выявить диапазон изменения технологических параметров ЛТК, таких как скорость, мощность, геометрические характеристики зоны нагрева, распределение интенсивности излучения в зоне нагрева для заданных технических характеристик ЛТК.

Полученные модели могут быть использованы для создания адаптивных систем управления.

Для выявления количественных данных о степени влияния тех или иных переменных параметров (факторов) на твердость упрочненного слоя использовались математические методы планирования эксперимента.

В качестве параметра оптимизации была выбрана твердость упрочненного слоя. Сложность процесса ЛТО как объекта управления делает целесообразным использование в системе управления его обратной (инверсной) математической модели [9], координирующего (согласованного) управления [10, 11], и многорежимного регулирования [12], в том числе с использованием нечетких алгоритмов [12].

В докладе представлены разработанные структуры систем управления, результаты моделирования и экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Майоров В.С. Лазерное упрочнение металлов. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / Под ред. В.Я. Панченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664 с.

2. Звездин В.В., Зарипов Р.Ф., Ильясов Р.Ш. Исследование температурных полей в упругих телах при локальном воздействии источника энергии // Тезисы докладов II Республиканская научно-технической конференции «Механика машиностроения» КамПИ, г. Наб.Челны, 1988 г.
3. Гульятеев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебной курс. – СПб: Питер, 2000. – 432 с.
4. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1979.
5. Мурзин, С. П. Оптические устройства формирования лазерных потоков // Вестник Самарского государственного университета. – 2006. – № 3. – С. 154-159.
6. Звездин В.В., Файрузов Р.С. Моделирование процессов закалки // «Образование и наука Закамья Татарстана» № 11, 2008 г. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://kama.openet.ru:3128/site/new>, свободный.
7. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А. Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МТТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 664 с.
8. Рассказчиков Н.Г., Кирилина А.Н. Моделирование системы управления лазерным термическим упрочнением.// Автоматизация и современные технологии изготовления, сборки, контроля и управления процессами в машино- и приборостроении: сборник научных трудов. - Ковров: КГТА, 2008. – С. 318 – 320.
9. Кирилина А.Н. Применение средств тепловизионного контроля в системе управления процессом лазерного термического упрочнения. // Автоматизация в промышленности, № 1. – 2007. – С. 5 – 7.
10. Бойчук Л.М. Синтез координирующих систем управления. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 160 с.
11. Рассказчиков Н.Г. Координирующее управление технологическими процессами Автоматизация и современные технологии изготовления, сборки, контроля и управления процессами в машино- и приборостроении: сборник научных трудов. – Ковров: КГТА. – 2008. – С. 314 – 317.
12. Филимонов Н.Б. Системы многорежимного регулирования: концепция, принципы построения, проблемы синтеза // Изв. вузов. Приборостроение. – 1988. – Т. 31. – № 2. – С. 18 – 33.
12. Коростелев В.Ф., Хромов А.В., Рассказчиков Н.Г. Управление гидроприводом при программном наложении давления // Приводная техника. – 1998. – № 5. – С. 6 – 12.

МОДЕЛИ И РЕЗУЛЬТАТЫ КОСВЕННЫХ ОЦЕНОК ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ АСУ ТП

Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.
*Уральский федеральный университет
 имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
 г. Екатеринбург*

Измерительно-информационная система, как известно, является основой АСУ ТП. В работе предлагаются математические модели, отражающие эмиссию парникового газа CO_2 – диоксида углерода или углекислого газа в сталеплавильных процессах – конвертерном и электродуговом процессах. Модели необходимы для разработки алгоритмов, реализующих косвенные измерения и позволяющих оперативно оценить ситуацию с эмиссией CO_2 .

Кислородно-конвертерный процесс относится к процессам, в которых выгорает уг-

лерод из металла шихты, но топливо не используется [1 – 3]. В распространенных процессах с дожиганием оксид углерода сгорает возле горловины конвертера с выделением дополнительного тепла или уходит с дымовыми газами в систему очистки и дожигания. В связи с дожиганием можно утверждать, что весь выгоревший углерод исходной шихты образует CO_2 . Масса образованного CO_2 в технологическом процессе этого типа определяется массой окисленного углерода

$$M_{G_2} = 3,667 \Delta m_C, \quad (1)$$

где M_{G_2} – масса образованного CO_2 при выгорании углерода, т/т продукции; 3,667 – коэффициент перевода единицы массы окисленного углерода в массу образовавшегося диоксида углерода; Δm_C – масса выгоревшего углерода, т/т продукции.

Для конвертерного производства с учетом шихты, состоящей из лома и чугуна, величину Δm_C можно определить по формуле

$$\Delta m_C = C_q m_q + C_L m_L - C_{CT} m_{CT} = C_q D_q m_{ш} + C_L D_L m_{ш} - C_{CT} m_{CT}, \quad (2)$$

где C_q – массовая доля содержания углерода в чугуне; m_q – масса чугуна в шихте; C_L – массовая доля содержания углерода в ломе; m_L – масса лома в шихте; C_{CT} – массовая доля содержания углерода в выпускаемой стали; m_{CT} – масса получаемой стали, т; D_q – массовая доля содержания чугуна в шихте; $m_{ш} = m_q + m_L$ – масса металлической шихты, т; D_L – массовая доля содержания лома в шихте. После простейших преобразований с учетом коэффициент потерь $K_{II} = m_{CT}/m_{ш}$, учитывающего потери массы от выгорания углерода, железа и других исходных составляющих загружаемой шихты

$$\Delta m_C = m_{ш} (C_q D_q + C_L D_L) - C_{CT} m_{CT} = m_{CT} \left(\frac{C_q D_q + C_L D_L}{K_{II}} - C_{CT} \right). \quad (3)$$

Коэффициент K_{II} определим для условия $m_{CT}^{Fe} = K_B m_{ш}^{Fe}$ (где $m_{ш}^{Fe}$ – масса железа в шихте, m_{CT}^{Fe} – масса железа в выплавляемой стали, K_B – коэффициент выгорания железа в процессе и из равенства

$$m_{CT} = \frac{m_{CT}^{Fe}}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}} = \frac{K_B m_{ш}^{Fe}}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}} = \frac{K_B m_{ш} [D_q (1 - C_q - Si_q - Mn_q - P_q - S_q) + D_L (1 - C_L - Si_L - Mn_L - P_L - S_L)]}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}}. \quad (4)$$

Откуда следует

$$K_{II} = \frac{K_B [D_q (1 - C_q - Si_q - Mn_q - P_q - S_q) + D_L (1 - C_L - Si_L - Mn_L - P_L - S_L)]}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}} = \frac{K_B \sum D_I (1 - C_I - Si_I - Mn_I - P_I - S_I)}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}}, \quad (5)$$

где $D_I, C_I, Si_I, Mn_I, P_I, S_I$, – массовые доли I-ого компонента шихты, углерода, кремния, марганца, фосфора, серы в этом компоненте.

В тестовых расчетах использованы следующие данные по составу: чугуна: $C_q=4\%$, $Si_q=1,2\%$, $Mn_q=1\%$, $P_q=0,2\%$, $S_q=0,05\%$ (суммарное количество примесей 6,45%, остальное – железо); лома: $C_L=0,12\%$, $Si_L=0,2\%$, $Mn_L=0,5\%$, $P_L=0,04\%$, $S_L=0,05\%$ (суммарное количество примесей 0,91%); стали: $C_{CT}=0,3\%$, $Si_{CT}=0,2\%$, $Mn_{CT}=0,3\%$,

$P_{CT}=0,04 \%$, $S_{CT}=0,05 \%$ (суммарное количество примесей 0,89 %). Далее предположили, что в кислородный конвертер загружается чугуны 90 % и лом 10 %. Для этих данных получено по формуле (5):

$$K_{II} = 0,9[0,9(1 - 0,0645) + 0,1(1 - 0,0091)] / (1 - 0,0089) = 0,8545.$$

Масса выгоревшего углерода равна

$$\Delta m_C = m_{CT} ((0,9 \cdot 0,04 + 0,1 \cdot 0,0012) / 0,85455 - 0,003) = 0,03926 m_{CT}.$$

Эмиссия CO_2 $M_{G2} = 3,667 \cdot 0,03926 m_{CT} = 0,144 m_{CT}$ т или удельный коэффициент эмиссии $\beta_{DV} = 144$ кг/т стали (72,8 нм³ на т стали).

В конвертерном процессе используется электроэнергия, в основном на производство кислорода. Примем расход кислорода в конвертере 60 м³/т стали. На 1 нм³ кислорода расходуется 0,39 – 0,45 кВт·ч [4]. Для расчетов выбираем расход 0,4 кВт·ч/нм³ кислорода.

Масса парникового газа, образующаяся от полного сжигания каменного угля, в котлах электростанций, определяется количеством углерода в топливе. Каменный уголь тощий содержит углерода 0,719 т/т топл. и имеет теплоту сгорания 27,63 МДж/кг. При сгорании 1 кг углерода образуется 3,667 кг диоксида углерода. Следовательно, при сжигании 1 кг каменного тощего угля образуется $m_{R02} = 0,719 \cdot 3,667 = 2,637$ кг диоксида углерода.

В предположении, что на 1 кВт·ч затрачивается 0,388 кг у.т., находим массу каменного угля тощего с теплотой сгорания 27,63 МДж/кг $0,388 \cdot 29,3 / 27,63 = 0,411$ кг. Эмиссия диоксида углерода при этом составит $0,411 \cdot 2,637 = 1,084$ кг/кВт·ч.

Тогда, для конвертера эмиссия диоксида углерода на производство кислорода составит $0,4 \cdot 60 \cdot 1,084 = 26$ кг или 13,2 нм³. Результирующая удельная эмиссия конвертера составит $144 + 26 = 170$ кг/т стали или 86 нм³/т стали.

Широкое развитие мини-металлургических заводов и внедрение бескоксовых технологий обусловило широкое применение электросталеплавильных печей переменного тока, называемых также электродуговыми печами (ЭДП).

Не будем рассматривать весь «букет» выбросов такими печами, а обратим внимание лишь на эмиссию диоксида углерода. Этот парниковый газ выделяется при разложении ряда флюсов. Но главным образом при выгорании углерода из расплава выделяется токсичный оксид углерода, который нельзя выбрасывать в атмосферу. В этой связи его дожигают до диоксида углерода. Следовательно, весь углерод топлива (для ускорения расплавления применяют горелки с природным газом), избыточный углерод в исходной шихте, углерод электродов образует в итоге диоксид углерода.

Удельная масса диоксида углерода, образованного в процессе сжигания N видов (например, природный газ, мазут) топлива, определяется массой окисленного углерода

$$M_{G1} = 3,667 \sum_1^N C_I^P M_{FI}, \quad (6)$$

где M_{G1} – масса образованного газа при сгорании всего топлива, т/т продукции; 3,667 – коэффициент, который задает количество массы образующегося газа CO_2 на единицу сгоревшего углерода; C_I^P – массовая доля содержания (концентрация) углерода в I -ом топливе – отношение массы углерода M_{CI} к M_{FI} ; M_{FI} – масса сгоревшего I -го топлива, т/т продукции.

Пусть ЭДП с выходом 80 т стали загружается шихтой: 75% лома, 25% чугуна. Кроме того, на 1 т стали сгорает 5 кг графитовых электродов, т.е. 400 кг на 80 т стали. В современных ЭДП для разогрева шихты используется природный газ. Для расчетов примем расход газа 22 нм³/т стали или 1760 нм³ на плавку. При его плотности 0,739 кг/м³ массовый

расход природного газа составит 1300,6 кг. В нем имеется $1300,6 \cdot 0,734 = 954,7$ углерода.

Из формулы (5) получаем $K_{II} = 0,887$, из формулы (3) – $\Delta m_C = 0,743$ т. При учете выгорания электродов и сгорания природного газа величина $\Delta m_C = 400 + 743 + 954,7 = 2092,7$ кг, что приводит к эмиссии $2092,7 \cdot 3,667 = 7692,3$ кг CO_2 на плавку. Выгорание углерода из шихты и электродов приводит к удельной эмиссии газа CO_2 $\beta_{дв} = 7692,3/80 = 96,2$ кг/т стали = $48,6$ м³/т стали. Таким образом, непосредственно в ЭДП эмиссия CO_2 составляет 96,2 кг/т стали, что меньше, чем это имело место в конвертерном процессе (144 кг/т стали). Эта эмиссия характеризует непосредственно сами процессы. Однако, например, если следовать сквозному варианту определения эмиссии CO_2 , то следовало бы, в первую очередь, добавить эмиссию при производстве электроэнергии на электростанции. На плавку потребляется 300 кВт·ч электроэнергии на т стали. Это затраты электроэнергии на основной процесс. Кроме того, электроэнергия расходуется в ЭДП на производство кислорода. Примем расход кислорода в ЭДП – 45 м³/т стали. В этом случае эмиссия диоксида углерод для ЭДП составит $0,4 \cdot 45 \cdot 1,084 = 19,5$ кг или 9,9 м³.

Электроэнергия затраченная на образование электродуги в 300 кВт·ч определит эмиссию дуговой пещью CO_2 325,2 кг на т стали или 164,5 м³.

Результирующая удельная эмиссия CO_2 ЭДП составит $96,2 + 325,2 + 19,5 = 440,9$ кг на 1 т стали или $\beta_{дв} = 440,9$ кг/т стали, т.е. 223 м³/т стали.

Второй вариант загрузки ЭДП с выходом 80 т стали шихта: 60% лома, 40% чугуна. Кроме того, на 1 т стали сгорает 5 кг графитовых электродов, т.е. 400 кг на 80 т стали. Для разогрева шихты используется природный газ, с расходом 5 м³/т стали или 400 м³ на плавку. При его плотности 0,739 кг/м³ массовый расход природного газа составит 295,6 кг, который содержит $295,6 \cdot 0,734 = 216,97$ кг углерода. В данном варианте на плавку потребляется 245 кВт·ч электроэнергии на т стали. Это затраты электроэнергии на основной процесс. Кроме того, электроэнергия расходуется в ЭДП на производство кислорода.

Из формулы (5) получаем $K_{II} = 0,8795$, из формулы (3) – $\Delta m_C = 1,28$ т. При учете выгорания электродов и сгорания природного газа величина $\Delta m_C = 400 + 1280 + 217 = 1897$ кг, что приводит к эмиссии 6956,3 кг CO_2 на плавку. Выгорание углерода из шихты и электродов приводит к удельной эмиссии газа CO_2 $\beta_{дв} = 6956,3/80 = 87$ кг/т стали = 44 м³/т стали. Таким образом, непосредственно в ЭДП эмиссия CO_2 составляет 87 кг/т стали, что существенно меньше, чем это имело место в конвертерном процессе (144 кг/т стали). Эта эмиссия характеризует непосредственно сами процессы. Однако, например, если следовать сквозному варианту определения эмиссии CO_2 , то следовало бы, в первую очередь, добавить эмиссию при производстве электроэнергии на электростанции.

Электроэнергия затраченная на образование электродуги в 245 кВт·ч определит эмиссию дуговой пещью CO_2 265,6 кг на т стали или 134,3 м³.

Во втором случае результирующая удельная эмиссия CO_2 ЭДП составит $87 + 265,6 + 19,5 = 372,1$ кг на т стали или $\beta_{дв} = 372,1$ кг/т стали, т.е. 188,2 м³/т стали.

Как видим, такой расчет (с частично сквозным вычислением энергоемкости) приводит к неожиданным результатам: эмиссия CO_2 в сквозном варианте ЭДП (172,6 м³/т стали) превышает эмиссию CO_2 в кислородно-конвертерном процессе (86 м³/т стали).

Однако в сквозном варианте расчета эмиссии CO_2 следует учесть все сквозные компоненты технологий. На рисунке 1 представлен граф сквозных эмиссий, на котором показаны основные компоненты переделов электростали и конвертерной стали. Вершины графа соответствуют технологическим переделам или энергетическим ресурсам. У дуг поставлены коэффициенты удельных расходов. В скобках приведен показатель эмиссии процесса с учетом расхода электроэнергии, а через косую черту – сквозная эмиссия продукта. В сквозном варианте наибольшее значение эмиссии имеет конвертерная сталь (2440 кг/т стали = 1234,2 м³/т стали), так как в конвертер загружается чугун больше, чем в ЭДП, а

для чугуна эмиссия диоксида углерода составляет 2575 кг/т чугуна = 1302,5 м³/т стали. Эмиссия ЭДП в сквозном варианте составляет 1550 кг/т стали или 784 м³/т стали.

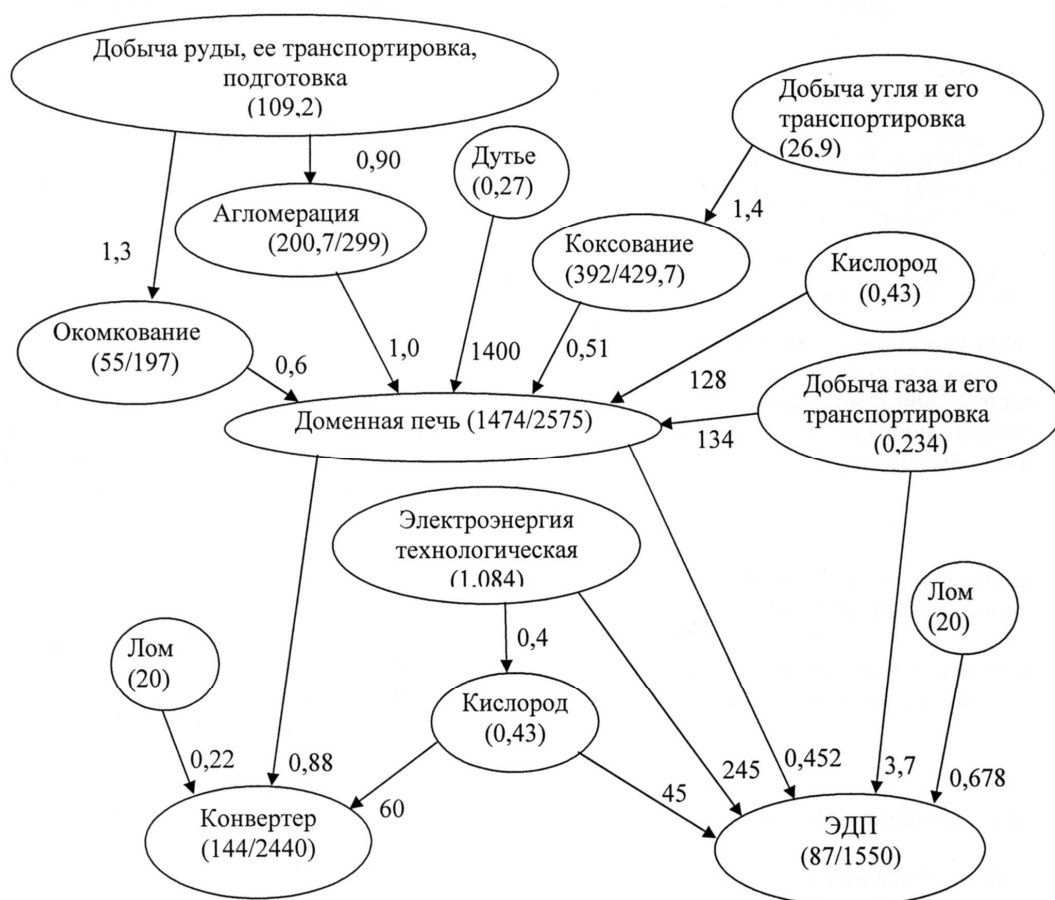


Рисунок 1 – Граф сквозных эмиссий диоксида углерода на примере металлургического завода с использованием в ЭДП жидкого чугуна

На рисунке 2 показана зависимость удельной эмиссии диоксида углерода от выгорания лишнего углерода от содержания чугуна в шихте. Численные значения по оси ординат соответствуют составам чугуна, лома и стали, выбранным для расчетов в данной статье.

Обобщенные данные по различным вариантам переделов приведены в таблице 1.

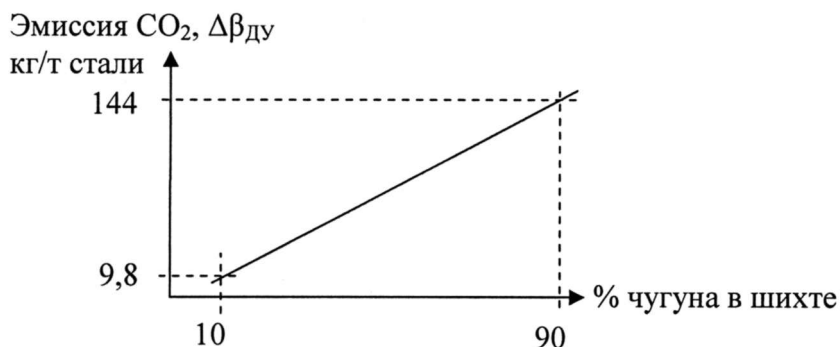


Рисунок 2 – Зависимость эмиссии диоксида углерод от содержания чугуна в шихте

Таблица 1 – Эмиссия диоксида углерода в процессах и в сквозном варианте, (кг CO₂/т стали) / (нм³ CO₂/т стали)

Процесс	В процессе	С учетом расхода электроэнергии	В сквозном варианте
Конвертерный	144 / 72,8	170 / 86	2440 / 1234,2
ЭДП на твердом чугуне 25 %	96,2 / 48,6	440,9 / 223	/
ЭДП на жидком чугуне 40 %	87 / 44	372,1 / 188,2	1550 / 784

Из моделей следует, что для построения рассматриваемой информационной подсистемы АСУ ТП необходимо обеспечить ее следующими данными по: составу шихты и выплавляемой стали, массам загружаемых в конвертер и ЭДП чугуна и лома. Последние данные можно получить по радиоканалу с весоизмерительных ячеек фирмы SIMENS, установленных на кране, несущем ковши с чугуном и совок с ломом. Состав шихты и выплавляемой стали необходимо вводить с пульта оператора.

Выводы.

1) Предложены модели для информационной подсистемы АСУ ТП из ряда формул, которые определяют вводимые типы данных и позволяет вычислять эмиссию диоксида углерода кислородным конвертером и электродуговой печью.

2) Определена эмиссия диоксида углерода непосредственно в процессах и в сквозном варианте. В сквозном варианте получено, что эмиссия диоксида углерода электростали существенно ниже эмиссии конвертерной стали.

Библиографический список

1. Metallurgiya chuguna: Uchebnoe posobie dlya vuzov / pod red. Yu.S. Yusfina. – M.: IKЦ «Академкнига», 2004. – 774 с.
2. Воскобойников В.Г. Общая металлургия / Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. – М.: Металлургия, 1998. – 768 с.
3. Лисиенко В.Г. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: Справочное издание: В 3-х книгах. Книга 1 / Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехника, 2004. – 608 с.
4. Теплоэнергетика металлургических заводов: Учебник для вузов / Розенгарт Ю.И., Мурадова З.А., Тверовский Б.З. и др. – М.: Металлургия, 1985. – 303 с.

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ АСУ ТП ПО ВЫЧИСЛЕНИЮ ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЯХ

Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Эмиссию диоксида углерода можно вычислять по результатам показаний датчиков, установленных в дымоходах или трубах на каждом переделе после ввода этих данных в вычислительную машину. Для реализации таких вычислений необходимы датчики концентрации диоксида углерода в газообразных продуктах сгорания; температуры газообразных продуктов сгорания; объемного расхода продуктов сгорания. Тогда эмиссия $M_{\text{ду}}$ диоксида углерода может быть определена по формуле

$$M_{\text{ду}} = 1,977 V_{\text{псг}} \cdot w_{\text{ду}} = 1,977 S_{\text{т}} \cdot G_{\text{псг}} \cdot w_{\text{ду}}, \quad (1)$$

где 1,977 – плотность диоксида углерода при нормальных условиях; $V_{\text{псг}}$ – объем продук-

тов сгорания, выходящих из трубы (там температура отходящих газов минимальна); $w_{\text{ду}}$ – объемное содержание диоксида углерода в продуктах сгорания; S_T – площадь сечения трубы, в котором измеряется расход продуктов сгорания; $G_{\text{ПСТ}}$ – расход продуктов сгорания (приведенный к нормальным условиям на основании показаний датчика температуры).

Такие датчики будут работать при температуре отходящих газов, что снижает их надежность. В этой связи в рассматриваемой структурной схеме информационной подсистемы АСУ ТП реализована иная методика для вычисления и представления информации по эмиссии диоксида углерода. В работе [1] предложены математические модели вычисления эмиссии диоксида углерода по массе сгоревшего топлива и окисленного углерода в том или ином характерном процессе. Для примера рассмотрим модели для различных металлургических переделов – типов технологических процессов.

Процессы типа 1 – процессы, в которых сжигается топливо (нагревательные печи прокатного производства, обжиговые печи железорудных окатышей, процессы термической обработки, выработка электроэнергии). Масса CO_2 , образованного в технологическом процессе типа 1, определяется массой окисленного углерода

$$M_{G1} = 3,667 C^P M_F, \quad (2)$$

где M_{G1} – масса образованного газа при сгорании топлива, т/т продукции; 3,667 – коэффициент, который задает количество массы образующегося газа на единицу сгораемого углерода, найденный из формулы (1); C^P – массовая доля содержания (концентрация) углерода в топливе – отношение массы углерода (M_C к M_F); M_F – масса сгоревшего топлива, т/т продукции.

Процессы типа 2 – процессы, в которых выгорает углерод из металла шихты, но топливо не используется (все виды конвертерного производства и в том числе кислородно-конвертерного). В процессах с дожиганием оксид углерода дожигается возле горловины конвертера с выделением дополнительного тепла или уходит с дымовыми газами в систему очистки и дожигания. В связи с дожиганием можно утверждать, что весь выгоревший углерод исходной шихты образует CO_2 . Масса образованного CO_2 в технологическом процессе типа 2 определяется массой окисленного углерода

$$M_{G2} = 3,667 \Delta m_C, \quad (3)$$

где M_{G2} – масса образованного CO_2 при выгорании углерода, т/т продукции; Δm_C – количество выгоревшего углерода, т/т продукции.

Для конвертерного производства с учетом шихты, состоящей из лома и чугуна, величину Δm_C можно определить по формуле

$$\Delta m_C = C_q m_q + C_L m_L - C_{CT} m_{CT} = C_q D_q m_{Ш} + C_L D_L m_{Ш} - C_{CT} m_{CT}, \quad (4)$$

где C_q – массовая доля содержания углерода в чугуне; m_q – масса чугуна в шихте; C_L – массовая доля содержания углерода в ломе; m_L – масса лома в шихте; C_{CT} – массовая доля содержания углерода в выпускаемой стали; m_{CT} – масса получаемой стали, т; D_q – массовая доля содержания чугуна в шихте; $m_{Ш} = m_q + m_L$ – масса металлической шихты, т; D_L – массовая доля содержания лома в шихте. С учетом коэффициента потерь массы от выгорания углерода, железа и других составляющих загружаемой шихты $K_{П} = m_{CT}/m_{Ш}$ имеем

$$\Delta m_C = m_{Ш} (C_q D_q + C_L D_L) - C_{CT} m_{CT} = m_{CT} \left(\frac{C_q D_q + C_L D_L}{K_{П}} - C_{CT} \right). \quad (5)$$

Коэффициент K_{II} определяется по формуле

$$K_{II} = \frac{K_B [D_q(1 - C_q - Si_q - Mn_q - P_q - S_q) + D_{II}(1 - C_{II} - Si_{II} - Mn_{II} - P_{II} - S_{II})]}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}} = \frac{K_B \sum D_i(1 - C_i - Si_i - Mn_i - P_i - S_i)}{1 - C_{CT} - Si_{CT} - Mn_{CT} - P_{CT} - S_{CT}}, \quad (5)$$

где D_i , C_i , Si_i , Mn_i , P_i , S_i , – массовые доли i -ого компонента шихты, углерода, кремния, марганца, фосфора, серы в этом компоненте; K_B – коэффициент выгорания железа из шихты.

Как следует из приведенных формул, эмиссию диоксида углерода конвертеров можно определить по массе выгоревшего углерода из чугуна и лома – составных частей шихты. Для этого нужно знать массы компонентов шихты, полученной стали и процентные содержания углерода в этих продуктах.

Процессы типа 3 – процессы, в которых выгорает углерод из металла шихты и сжигается топливо (мартеновское и электросталеплавильное производство, процессы агломерации). В таком процессе CO_2 образуется от окисления углерода топлива (1.1) и от выгорания углерода из исходных материалов (1.8)

$$M_{G3} = M_{G1} + M_{G2}. \quad (6)$$

Как следует из приведенных формул, эмиссию диоксида углерода в процессах типа 3 можно определить по выгоревшим массам углерода, содержащегося в различных компонентах шихт. В частности эмиссию конвертеров можно определить по массе выгоревшего углерода из чугуна и лома – составных частей шихты. Для этого нужно знать массы компонентов шихты, полученной стали и процентные содержания углерода в этих продуктах.

Кроме того необходимо знать расход топлива (природного газа, мазута и т.п.), то есть необходимы соответствующие расходомеры, установленные на трубопроводах, подающих топливо.

В проекте в качестве объекта типа 3 выбрана электродуговая печь.

Процессы типа 4 – процессы, в которых сжигается топливо и часть углерода переходит в конечный продукт. Доменный процесс – типичный представитель процессов этого типа. В доменных печах основным топливом является кокс. Кокс почти весь сгорает до диоксида углерода CO_2 или оксида углерода CO , причем последний газ догорает до CO_2 при его дальнейшем использовании в коксовых батареях или в воздухонагревателях. Часть углерода переходит в чугун. Формула для вычисления массы образовавшегося CO_2 имеет вид

$$M_{G1} = 3,667(C_F M_F - C_q m_q), \quad (7)$$

где C_F – массовая доля углерода в коксе; M_F – масса сгоревшего кокса; C_q – массовая доля углерода в чугуне; m_q – масса произведенного чугуна.

В современных доменных печах в дутье добавляют инжестируемое топливо в виде природного газа, мазута, угольной пыли и т.д. Формула (1.11) при этом усложняется

$$M_{G1} = 3,667(C_{F1} M_{F1} + C_{F2} M_{F2} - C_q m_q), \quad (8)$$

где C_{F1} – массовая доля углерода в коксе; M_{F1} – масса сгоревшего кокса; C_{F2} – массовая доля углерода в инжестируемом топливе; M_{F2} – масса сгоревшего инжестируемого топлива; C_q – массовая доля углерода в чугуне; m_q – масса произведенного чугуна.

Например, в современных доменных печах кроме кокса используется жидкое топливо – мазут, газообразное – природный газ. В ряде случаев вместо мазута и природного

газа используется угольная пыль. При работе доменной печи объемом 3000 м^3 ежеминутно необходимо подавать дутья около 4800 м^3 , а для доменной печи объемом 5000 м^3 – около 8000 м^3 . В линии подачи кокса для загрузки двух коксовых бункеров применяют коксовый перегрузочный вагон или конвейер с разгрузочной тележкой. Из горловины бункера, под которой расположен грохот, крупный кокс поступает в воронку-весы и затем, в соответствии с программой загрузки доменной печи в скип. Таким образом, необходимо использовать датчики массы твердого топлива, установленные на воронку-весы. Горячий воздух и кислород вдувают в доменную печь через кольцевой воздухопровод, а природный газ и другие виды топлива через фурменные приборы, расположенные по окружности печи. Кислород поступает в воздухопровод до воздухонагревателей и поэтому нагревается в них до температуры горячего дутья. Природный газ вдувается в печь в холодном виде ($t = 20 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$).

Для вычисления эмиссии диоксида углерода необходимо использовать расходомеры жидкостей и газов. Расход природного газа составляет $312,5 \text{ м}^3/\text{мин}$. Как следует из приведенных формул, эмиссию диоксида углерода в процессах типов 1, 3, 4 можно определить по массам и характеристикам сжигаемых топлив. Эмиссию диоксида углерода в процессе типа 2 можно определить по составу исходной шихты и полученного продукта. Массу твердого топлива можно определить взвешиванием загружающих устройств, например скипов в доменном процессе. Для измерения массы жидкого или газообразного топлива необходимо знать их расход и площадь сечения трубопровода в месте измерения расхода. Для корректного вычисления массы газообразного топлива следует измерять его температуру и давление. Для измерения массы компонентов шихты необходимо взвешивать массы ковша с чугуном, лотка с ломом, выпущенной стали и процентное содержание углерода в чугуне, ломе, полученной стали.

В этой связи была разработана концептуальная структурная схема информационной подсистемы АСУ ТП по вычислению эмиссии диоксида углерода в металлургических процессах (рисунок 1). На нижнем или полевом уровне расположены первичные преобразователи или датчики.

В доменном процессе установлены весоизмерительные ячейки 1 фирмы SIMENS на воронке-весах для измерения массы кокса, загружаемую в доменную печь. Датчики 2 и 4 измеряют расход мазута и природного газа, соответственно. Датчики 3 и 4 измеряют их температуру. Расход природного газа, вдуваемого в фурмы доменной печи, достигает $312,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ или $18750 \text{ м}^3/\text{ч}$. Его температура – не выше $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Около условного обозначения трубы показаны датчики расхода 6 дымовых газов и концентрации диоксида углерода 7, установка которых позволила бы реализовать косвенное измерение эмиссии диоксида углерода по формуле (1). Однако этот вариант съема информации не удалось проработать окончательно, так как сложно реализовать расходомер для дымовых газов. В этой связи на условных обозначениях труб других переделов такие датчики не показаны. Вычисления выполняются по формулам (8).

В конвертерном процессе установлены весоизмерительная ячейка 9 с аппаратурой передачи данных по радиоканалу на кране с ковшом, загружающем чугун в конвертер, и ячейка 8 с соответствующей аппаратурой на кране с лотком, загружающим лом. Вычисления выполняются по формулам (3) – (5).

В электродуговых печах используется электроэнергия и природный газ. В этой связи в таких печах необходимо кроме измерения массы лома (датчик 10) и чугуна (12) измерять потребленную электроэнергию (11), расход газа (13) и его температуру (14). Вычисления выполняются по формулам (2) – (5).

В сталепрокатном процессе для нагревания металла используются различные типы печей. Эти печи работают на природном газе или мазуте. На схеме показаны датчики расхода газа 16 и его температуры 15. Вычисления выполняются по формуле (2).

К расходомерам, применяемым в информационной подсистеме, на основе анализа металлургических процессов возможно сформулировать следующие основные требования

(зависят от типа технологического процесса и мощности агрегата): измерение расхода газообразного топлива в пределах от 500 до 20000 м³/ч; измерение расхода жидкого топлива в пределах от 1800 до 12000 т/ч; измерение расхода газообразных продуктов сгорания в пределах от 5000 до 25000 м³/ч; условные диаметры от 100 до 300 мм; температурные условия работы от минус 20 до +600 °С; рабочее давление измерительного преобразователя от 0,1 до 0,5 МПа; выходные сигналы стандартные аналоговые или кодированные.

Расход природного газа целесообразно измерять прибором типа ДРГ, его погрешность не превышает 2,0 %. Выходной сигнал – (4 – 20) мА. Конкретная марка уточняется при выборе конкретного объекта контроля (металлургического агрегата).

Жидкое топливо целесообразно учитывать расходомером Ирга-РВ, его погрешность не превышает 1,5 %. Выходной сигнал – (4 – 20) мА.

Расходомер для измерения дымовых газов не найден.

В качестве газоанализатора 7 можно выбирать прибор GM 35, который имеет погрешность 2 %, диапазон измерения CO₂ – до 100 % объема. Работает без пробоотбора, выходной сигнал – (4 – 20) мА.

В качестве датчика температуры выбрана термопара хромель-алюмелевая – ТХА – Тип К. Ее сигнал преобразуется в нормированный с помощью нормирующего усилителя.

Приборы полевого уровня каждого передела подключены к станциям систем распределенного ввода-вывода ET-200M фирмы SIMENS. Для каждого передела используется своя станция. Эти станции по шине Profibus DP подключены к модульным программируемым контроллерам SIMATIC S7-300 с интерфейсными модулями. По этой же шине к контроллерам подключены пульта оператора OP 177B Color для ввода данных по составам компонентов шихты, готовой продукции и т.п.

Все контроллеры S7-300 объединены сетью Ethernet через коммуникационные контроллеры CP 343-5 для связи с устройствами уровня управления производством.

Вывод. Математические модели эмиссии диоксида углерода позволяют построить информационную подсистему АСУ ТП, структурная схема аппаратной части которой приведена в этой статье.

Библиографический список

1. Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В. Математические модели для косвенных оценок эмиссии диоксида углерода в характерных типах металлургических процессов. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Информационные технологии. Автоматизация. Актуализация и решение проблем подготовки высококвалифицированных кадров (ИТАП – 2011)» - Набережные Челны, 2011. С. 26-33.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ В ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЯХ

Федотов А.В.

Омский государственный технический университет

г. Омск

При автоматизации технологических процессов механической обработки, чтобы обеспечить требуемый уровень качества изготавливаемых деталей, необходимо обеспечить стабилизацию настроенности технологического процесса. Целью механической обработки является обеспечение заданной формы детали с необходимой точностью. Качество технологического процесса будет, в первую очередь определяться величиной отклонений размерных параметров детали от заданных значений. С течением времени эти отклонения возрастают из-за изменения уровня настроенности технологического процесса под воздействием влияющих факторов (возмущений). Сохранение требуемого уровня настроенности

техпроцесса в течение достаточно длительного времени возможно только при постоянном отслеживании смещения уровня его настроенности и автоматической коррекции выявленного смещения (рисунок 1).

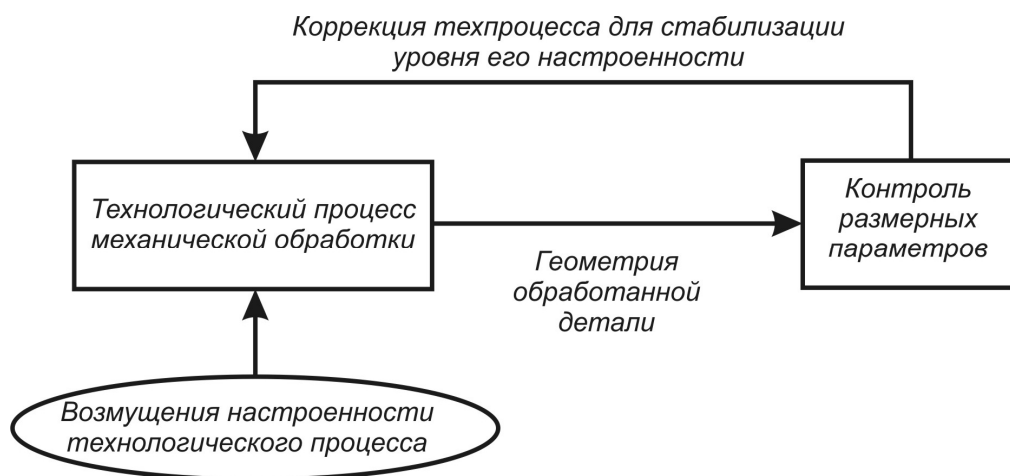


Рисунок 3 – Стабилизация уровня настроенности технологического процесса механической обработки

В массовом автоматизированном производстве для достижения названной цели широко используются средства активного контроля геометрических параметров изготавливаемых деталей. Ведущей отечественной организацией в этой области является Научно-исследовательский и конструкторский институт средств измерения в машиностроении (НИИИзмерения) [1, 2].

Особенностью известных средств активного контроля является то, что они разрабатывались для автоматизированного массового и крупносерийного производства, что определило специализацию их принципиальных технических решений. В основе приборов лежит принцип измерения «сравнение с образцовой мерой», не обеспечивающий необходимую гибкость измерительного средства, требуемую в условиях гибкого автоматизированного многономенклатурного производства. Типовая структура прибора активного контроля показана на рисунке 2.

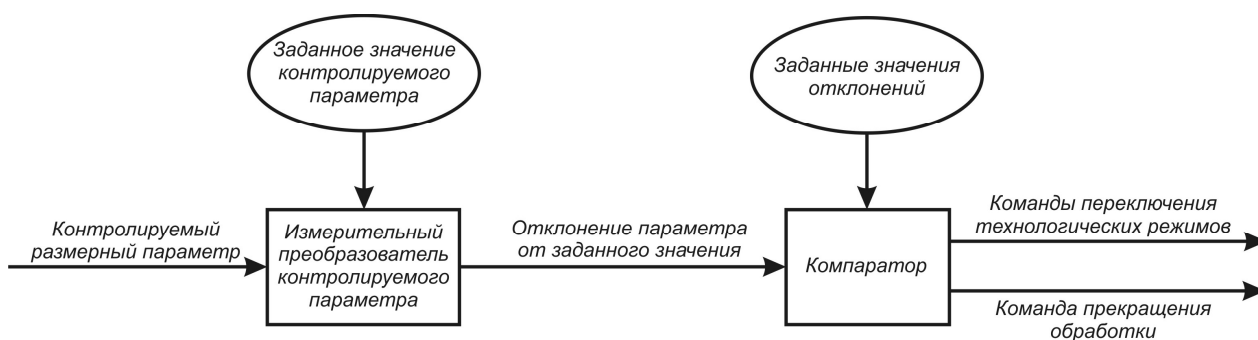


Рисунок 2 – Структура прибора активного контроля

Формирующийся в процессе обработки размерный параметр (диаметр при обработке валов и отверстий, толщина детали при плоском шлифовании и др.) измеряется в процессе обработки измерительным преобразователем прибора активного контроля, который установлен в рабочей зоне металлообрабатывающего станка. Измерительный преобразователь настраивается по образцовой детали и в процессе обработки формирует измеритель-

ный сигнал, несущий информацию о величине отклонения контролируемого размера от настроечного значения, т.е. о величине текущего припуска на обработку.

Величина припуска сравнивается с заданными граничными значениями и по результатам сравнения прибор активного контроля выдает команды системе управления станка для переключения режима обработки или для прекращения обработки. Типовым алгоритмом управления является переключение подачи станка из режима ускоренной обработки (черновая обработка) в режим чистовой обработки после снятия чернового припуска и прекращение обработки в момент окончания удаления чистового припуска. В результате автоматически компенсируются многие составляющие систематической технологической погрешности обработки (погрешность от износа инструмента, погрешность от тепловой деформации технологической системы и др.). Дрейф уровня настроенности технологического процесса замедляется и его качество сохраняется на допустимом уровне в течение длительного времени.

Для автоматизации механической обработки в условиях многономенклатурного производства используются гибкие производственные системы (ГПС), основу которых составляют механообрабатывающие гибкие производственные модули на базе металлообрабатывающих станков с ЧПУ. В первую очередь, это станки токарной группы и многооперационные станки (обрабатывающие центры). Традиционные приборы активного контроля на таких станках неприменимы. Для управления точностью обработки и уровнем настроенности техпроцесса на этих станках используются измерительные головки, позволяющие решать следующие задачи: установка начала системы координат станка, контроль и коррекция положения объекта обработки в системе координат станка, контроль и коррекция размеров инструмента и ряд других.

Нам представляется возможным построение для станков с ЧПУ, оснащенных измерительными головками, системы активного контроля, обеспечивающей управление настроенностью процесса механической обработки на таких станках в автоматическом режиме и обеспечивающей повышение качества технологического процесса [3, 4]. Предлагаемая структура системы активного контроля показана на рисунке 3. Система изображена применительно к обрабатывающим центрам.

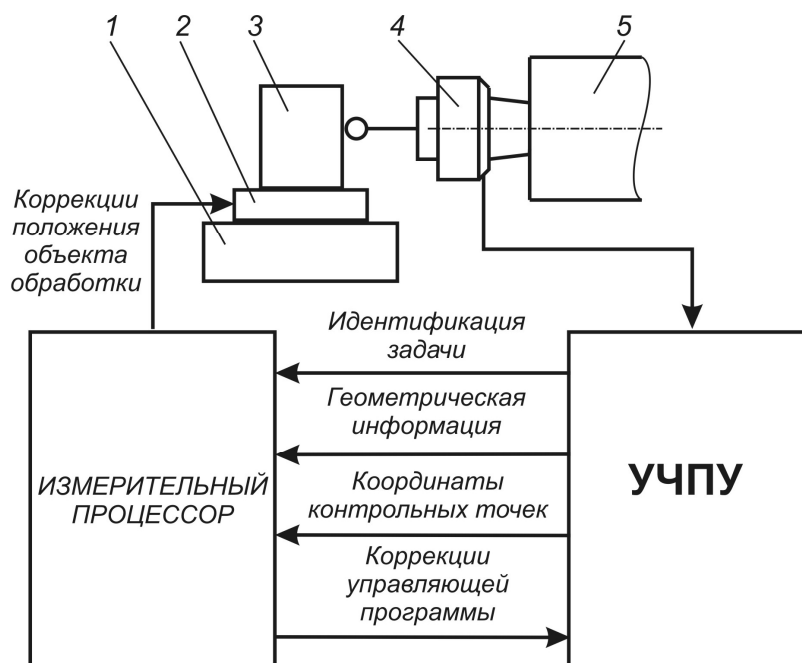


Рисунок 3 – Структура системы активного контроля для механообрабатывающих ГПС

На столе 1 станка устанавливается управляемое корректирующее устройство 2, позволяющее осуществлять линейные и угловые корректирующие смещения объекта обработки 3. Для контроля результатов обработки на различных ее стадиях используется измерительная головка 4, устанавливаемая в шпиндель 5 обрабатывающего центра. Управление процессом обработки и измерения осуществляет устройство числового программного управления станка УЧПУ класса CNC или PCNC, программное обеспечение которого соответствующим образом модернизировано с учетом дополнительных функций, связанных с управлением точностью обработки в автоматическом режиме.

Для обработки измерительной информации, вычисления коррекций и управления корректирующим устройством служит измерительный процессор с необходимым программным обеспечением. Измерительный процессор взаимодействует с УЧПУ станка. УЧПУ станка на основе управляющей программы определяет задачу для измерительного процессора, передает измерительному процессору необходимую исходную геометрическую информацию (она должна быть отображена в управляющей программе (УП)) и управляет измерительными циклами с использованием измерительной головки.

Результатом выполнения измерительных циклов является получение координат контрольных точек на обрабатываемой поверхности детали. Эти координаты передаются измерительному процессору, и на их основе процессор воссоздает геометрический образ контролируемой поверхности или объекта, сравнивает характеристики этого образа с заданными управляющей программой и определяет величины корректирующих воздействий, необходимых для компенсации возникающих в процессе обработки возмущений настроенности процесса обработки. Корректирующие воздействия частично выполняются путем внесения необходимых изменений в регистры коррекции УЧПУ, а частично путем рассчитанных микросмещений объекта обработки с помощью устройства коррекции 2. Коррекция возможна между переходами операции обработки, например, перед чистовой обработкой формируемой поверхности.

Пример использования коррекций при фрезеровании на детали грани, перпендикулярной оси Z системы координат обрабатывающего центра, показан на рисунке 4. Схема обработки для упрощения представлена в плоскости OXZ . С помощью торцевой фрезы 1 обрабатывается грань призматической детали 2, перпендикулярная оси OZ станочной системы координат, начало которой совмещено с центром заготовки. Обработка производится за два прохода: черновой проход со снятием припуска до границы a и чистовой проход со

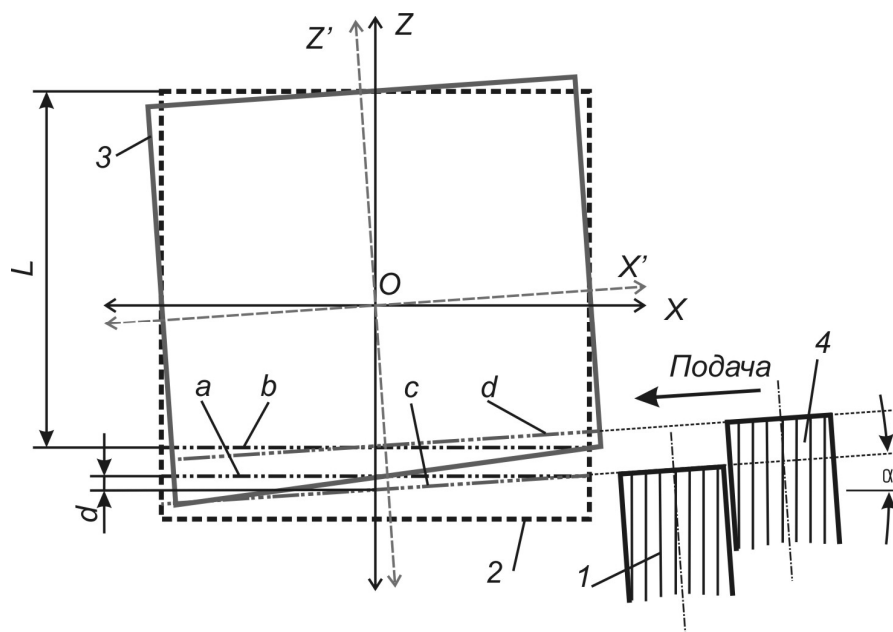


Рисунок 4 – Коррекция погрешностей обработки грани

снятием припуска до границы b . Целью обработки является получение правильного параллелепипеда с размером L .

Если процессу обработки сопутствуют погрешности: линейная d и угловая α , то в результате чернового прохода фактически будет снят припуск до границы c , форма детали и ее предварительный размер будут нарушены. Однако, контроль положения грани после черновой обработки позволяет выявить возникшие отклонения d и α . Теперь можно ввести коррекцию величиной d на вылет инструмента, так чтобы фреза заняла положение 4 в чистовом проходе, и повернуть деталь на угол α , компенсируя возникшие отклонения. Система координат детали $OX'Z'$ будет развернута и деталь займет новое положение 3. При чистовом проходе будет снят припуск до границы d , при этом требуемая форма детали и размер L будут обеспечены. Компенсировать можно только систематические составляющие погрешности обработки, которые сохраняются от перехода к переходу.

Основные ограничения на возможности описанной системы активного контроля обусловлены неавтономностью этой системы по отношению к отдельным системам станка (например, совместно используется система измерения координатных перемещений станка), что не позволяет выявлять и компенсировать любые составляющие погрешности обработки. Однако наиболее существенные составляющие погрешности могут быть выявлены: погрешности от ошибок настройки и износа инструмента, погрешности от деформаций технологической системы под воздействием сил резания, отдельные составляющие погрешности из-за тепловых деформаций компонентов технологической системы и некоторые другие. Следовательно, в целом система обеспечивает решение задачи стабилизации уровня настроенности технологического процесса обработки и позволит в автоматическом режиме поддерживать заданный уровень качества изготовленных деталей.

Существенным компонентом системы автоматического контроля является ее математическое обеспечение, позволяющее воссоздавать геометрические образы объектов обработки на основе результатов измерения координат отдельных контрольных точек, выбираемых на поверхностях объектов обработки, определять составляющие погрешности обработки и необходимые корректирующие воздействия на технологический процесс [5, 6]. Разработка математического обеспечения является достаточно сложной математической задачей при создании системы активного контроля.

Рассмотрим в качестве примера случай фрезерования плоской грани детали на многооперационном станке с ЧПУ [7]. Схема фрезерования представлена на рисунке 5. Грань 1 детали обрабатывается торцевой фрезой 2. Для формализации описания свяжем с деталью систему координат $OXYZ$ (система координат детали). Размерная подача V_z фрезы осуществляется вдоль оси OZ . При фрезеровании грани фреза перемещается вдоль координат OX и OY (рабочая подача инструмента V_x).

В процессе обработки возникают следующие основные погрешности обработки:

– Смещение обрабатываемой грани в направлении оси OZ , что влечет погрешность размера детали a от базовой поверхности в направлении OZ ;

– Поворот грани вокруг оси OY на угол φ за счет непараллельности движения инструмента оси OX ;

– Поворот грани вокруг оси OX на угол ψ за счет непараллельности движения инструмента оси OY .

Погрешности обработки могут привести и к повороту обработанной грани вокруг оси OZ . Однако влияние этих погрешностей практически не скажется на геометрии обработанной грани. Поэтому данную составляющую можно не учитывать.

Если после предварительной обработки грани на основе результатов измерения координат трех ее контрольных точек определить перечисленные погрешности, то их можно компенсировать в ходе окончательной обработки, обеспечив стабильную точность обработанных деталей. Компенсация линейных смещений вдоль оси OZ возможна путем коррекции управляющей программы станка. Для компенсации поворотов нужно корректирующее устройство, устанавливаемое на столе станка.

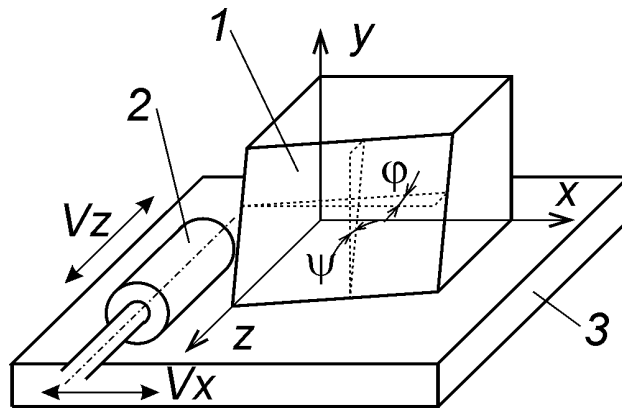


Рисунок 5 – Математическая модель для плоской грани

Измеряя координаты z_k для трех контрольных точек, выбранных на обработанной грани $K_1(x_1, y_1, z_1)$, $K_2(x_2, y_2, z_2)$, $K_3(x_3, y_3, z_3)$ можно составить систему из трех уравнений с тремя неизвестными. Решение этой системы позволяет установить связь между параметрами a , ψ , ϕ смещения грани и результатами измерения координат контрольных точек:

$$a = -\frac{1}{P}(y_3 \cdot x_2 \cdot z_1 - y_3 \cdot x_2 \cdot z_{k1} + y_3 \cdot z_{k2} \cdot x_1 - z_3 \cdot y_1 \cdot x_2 + z_{k3} \cdot y_1 \cdot x_2 - z_{k2} \cdot y_1 \cdot x_3 + z_2 \cdot y_1 \cdot x_3 + y_2 \cdot z_{k1} \cdot x_3 - y_2 \cdot z_1 \cdot x_3 - y_2 \cdot x_1 \cdot z_{k3} + y_2 \cdot x_1 \cdot z_3 - z_2 \cdot x_1 \cdot y_3);$$

$$\phi = -\frac{1}{P}(z_1 \cdot y_3 - y_3 \cdot z_{k1} - y_1 \cdot z_3 + z_{k3} \cdot y_1 - z_1 \cdot y_2 - y_2 \cdot z_{k3} - y_3 \cdot z_2 - y_1 \cdot z_{k2} + z_{k2} \cdot y_3 + y_1 \cdot z_2 + z_{k1} \cdot y_2 + z_3 \cdot y_2);$$

$$\psi = -\frac{1}{P}(x_1 \cdot z_2 - z_{k2} \cdot x_1 + z_1 \cdot x_3 - x_2 \cdot z_1 - z_{k3} \cdot x_2 - x_3 \cdot z_2 + x_3 \cdot z_{k2} - z_{k1} \cdot x_3 + x_2 \cdot z_{k1} - x_1 \cdot z_3 + x_1 \cdot z_{k3} + z_3 \cdot x_2);$$

где $P = y_1 \cdot x_3 - y_1 \cdot x_2 - x_3 \cdot y_2 + x_1 \cdot y_2 - x_1 \cdot y_3 + y_3 \cdot x_2$,

z_{k1}, z_{k2}, z_{k3} – измеренные значения координат контрольных точек на обработанной грани.

Измерительный процессор в качестве исходной информации от управляющей программы должен получить идентификатор решаемой задачи «грань» и заданные координаты контрольных точек $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3$. После этого УЧПУ выполняет измерительные циклы для заданных контрольных точек и передает измерительному процессору измеренные значения координат z_{k1}, z_{k2}, z_{k3} .

Измерительный процессор, используя алгоритмы вычисления по приведенным выше формулам, вычисляет погрешности обработки грани a , ϕ , ψ . Использование конкретного алгоритма вычислений определяется идентификатором решаемой задачи.

Коррекции положения грани может быть обеспечена путем последовательного сдвига заготовки на величину « a » вдоль оси OZ и ее поворотов на углы ψ и ϕ вокруг осей OX и OY , соответственно (последовательность поворотов однозначно определяется расчетной моделью). Коррекция может быть выполнена перед чистовым проходом или при обработке следующей детали.

Реализация линейных корректирующих перемещений возможна путем коррекции управляющей программы станка. Для реализации угловых корректирующих перемещений необходимо корректирующее устройство. Такое устройство является частью системы активного контроля на станке с ЧПУ, подобно приборам активного контроля, получившим широкое распространение в массовом машиностроении и приборостроении.

Для реализации системы необходима также разработка интерфейса между управляющей программой УЧПУ станка и измерительным процессором для передачи исходной информации о расчетном положении обрабатываемого геометрического элемента детали

Библиографический список

1. Ковальский М.Г. Современные средства контроля и измерений размеров изделий для машиностроения. <http://www.micron.ru/www.micron.ru>.
2. Этингоф М.И. Приборы для измерения в процессе обработки: учебное пособие для слушателей заочных курсов повышения квалификации ИТР по технологическому контролю при механической обработке / М.И. Этингоф. – М.: Машиностроение, 1982. – 48 с.
3. Федотов А.В. Автоматический контроль в гибких производственных системах для механической обработки /Динамика систем, механизмов и машин: материалы VI международной научно-технической конференции. Омск, 2007. Книга 2. С. 256 – 261.
4. Хомченко В.Г., Федотов А.В. Автоматический контроль в механообрабатывающих ГПС. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 159 с.
5. Ибатуллин А.А. Модели и алгоритмы управления точностью механической обработки в гибких производственных модулях. / А.А. Ибатуллин // Автореферат диссерт. – Новокузнецк: 2004. – 16 с.
6. Хомченко В.Г., Федотов А.В. Математическое обеспечение для САП ЧПУ при управлении точностью обработки. Омск. гос. техн. ун-т. – Омск, 2006. – 89 с. Деп. в ВИНТИ 20.04.2006, № 532-В2006.
7. Лазаренко И.В., Федотов А.В. Оценка возможности компенсации погрешностей механической обработки при фрезеровании грани детали на станке с ЧПУ. Омский научный вестник. Омск: 2010, №3(93). С. 67-70.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПЛАТФОРМЕ САПР БАЗИС

Бунаков П.Ю.
ООО «Базис-Центр
г. Коломна

Необходимость комплексной автоматизации конструирования и технологической подготовки производства в настоящее время не вызывает сомнений ни у руководителей предприятий, ни у технических специалистов. Информационные технологии являются экономически и технологически оправданным способом повышения производительности проектных работ. Тем не менее, реальный уровень их автоматизации остается достаточно низким, несмотря на наличие немалого количества эффективных универсальных и специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР). Основных причин тому две: финансовая – комплексная автоматизация требует немалых средств, и организационная – необходимость серьезной перестройки работы всего предприятия.

В целом мебельная промышленность не является исключением. Однако с точки зрения автоматизации она характеризуется рядом существенных особенностей [1]. Прежде всего это связано с тем, что позаказное производство, как преобладающий в настоящее время тип производства, предполагает непосредственное включение заказчика в жизненный цикл мебельного изделия на начальном его этапе, что требует разработки соответствующего функционала в САПР. Следующая особенность заключается в количественном преобладании в мебельной промышленности малых и средних предприятий, более гибких с точки зрения реорганизации производства. Сами мебельные изделия являются объектами, в которых четко проявляются технические и художественные аспекты. Наконец, рынок

комплексных САПР для мебельной промышленности представлен исключительно отечественными разработками (точнее, российско-украинскими), которые, не уступая по функционалу, изначально дешевле зарубежных аналогов. Это создает хорошие предпосылки для их широкого использования.

Универсальной платформой автоматизации всех этапов проектно-производственной части жизненного цикла мебельных изделий является САПР БАЗИС [2]. Система построена по модульному принципу в соответствии с основными этапами конструкторско-технологического проектирования корпусной мебели и включает в себя следующие модули:

- БАЗИС-Салон – концептуальное проектирование заказа на мебельные изделия в контексте формирования общего интерьера помещения;
- БАЗИС-Мебельщик – проектирование произвольных мебельных изделий с возможностью объектного моделирования всех элементов их конструкции;
- БАЗИС-Шкаф – параметрическое проектирование широкого класса изделий с моделированием структурных и атрибутивных характеристик;
- БАЗИС-Раскрой – раскрой листовых и погонажных материалов с оптимизацией по совокупности геометрических и организационно-технологических критериев;
- БАЗИС-Смета – расчет технико-экономических показателей и интеграция с финансово-бухгалтерскими и логистическими системами;
- БАЗИС-Склад – решение для автоматизации складского учета и производственной логистики, интегрированное в общее информационное пространство;
- БАЗИС-ЧПУ – интерактивное проектирование управляющих программ (УП) для обработки деталей на фрезерно-присадочных станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.

Методологической основой проектирования и разработки САПР БАЗИС является концепция безошибочного проектирования [1]. Основные ее цели заключаются в минимизации количества субъективных ошибок проектирования, создании предпосылок для их обнаружения на ранних стадиях выполнения проектных работ и реализации параллельных стратегий проектирования. Для достижения этих целей необходим переход от геометрических моделей объектов проектирования к объектным структурно-атрибутивным моделям, которые включают в себя не только данные о форме и расположении составных частей изделия, но и отражают все структурные и параметрические аспекты, характеризующие объект в качестве изделия корпусной мебели. Это позволило разработать математическое, информационное и программное обеспечение САПР, которая успешно используется на многих мебельных предприятиях [3, 4].

Первой операцией жизненного цикла нового изделия является прием заказа. При ее выполнении определяются функциональные, размерные, цвето-фактурные и иные параметры будущих изделий и ансамблей в режиме непосредственного диалога с заказчиком. Основными требованиями к модулю САПР для выполнения данной проектной операции являются высокое качество трехмерного изображения, адекватность построения интерьера помещения и высокая скорость моделирования вариантов расстановки мебели и оформления заказа. Помимо этого необходимым условием является тесная интеграция с остальными модулями системы, поскольку исполнение заказа производится либо на уровне складской программы предприятия, либо передачей его в производство.

В модуле БАЗИС-Салон для реализации этих требований разработан ряд подсистем – менеджеров. Менеджер формирования электронных каталогов позволяет структурировать продукцию предприятия в соответствии с ее функциональным назначением и принятой стратегией реализации. Это позволяет каждому предприятию конфигурировать структуру каталогов в соответствии со своими потребностями. Например, формируются два каталога: один – для кухонной мебели, другой – для шкафов. Внутренняя структура каждого каталога может быть различной. Допустим, в первом каталоге определяются четыре группы верхнего уровня: напольные изделия, навесные изделия, длинномеры, аксессуары; а во втором – две: шкафы с распашными дверями и шкафы с раздвижными дверями. Естест-

венно, что и дальнейшее разделение групп на подгруппы будет различаться.

Неотъемлемой частью каждого каталога являются справочники, прежде всего – справочники материалов и фурнитуры, которые включают в себя множества допустимых материалов и видов фурнитуры, ассоциированных с группами элементов изделий, которые могут применяться для моделирования различных проектных вариантов.

Менеджер приема заказов является основным элементом модуля БАЗИС-Салон. Работа с ним начинается с моделирования виртуального помещения. Для достижения максимальной достоверности изображения используются параметрические библиотеки строительных элементов (двери, окна, колонны и т.п.), которые устанавливаются в нужные места с автоматическим контролем корректности. Каждому элементу помещения ставится в соответствие цвет, текстура и оптические характеристики его поверхности (прозрачность, зеркальность, резкость и т.д.).

Расстановка моделей изделий и произвольных объектов интерьеров производится в соответствии с имеющимися каталогами. При выполнении этой операции можно использовать все основные проекции и режимы отображения (каркасная модель, модель в текстурах с показом видимых ребер или без показа и т.д.). Во всех этих режимах просмотра интерьера допускается добавление, редактирование и удаление моделей изделий и объектов. Для более быстрого и удобного размещения моделей предусмотрен ряд специальных опций позиционирования: «поставить на пол», «повесить на указанную стену», «установить на поверхность» и ряд других.

Для создания фотореалистичного изображения виртуального помещения необходимо расставить в нем источники света в соответствии с их расположением в реальном помещении. Для каждого источника света задаются его характеристики, после чего формируется фотореалистичное изображение, которое и оценивается заказчиком. При положительном решении автоматически генерируется необходимый пакет документов, включая производственное задание, и заказ незамедлительно передается на предприятие для изготовления и/или комплектования.

Системообразующими модулями комплекса являются универсальная специализированная САПР БАЗИС-Мебельщик и модуль параметрического объектно-ориентированного проектирования БАЗИС-Шкаф.

Функциональность модуля БАЗИС-Мебельщик инвариантна к конструктивным и иным особенностям конкретных мебельных изделий и включает в себя инструментарий для объектного моделирования изделий корпусной мебели любой сложности. Он состоит из двух групп команд: стандартные операции геометрического 3D моделирования (создание объектов на основе базового набора элементарных тел, построение объектов путем трансляции замкнутых контуров по пространственным кривым, булевы операции, аффинные преобразования, построение массивов объектов путем копирования по линии, окружности и точкам, симметричное отображение) и специфические операции, учитывающие особенности и нюансы предметной области. Примерами таких операций являются:

- установка панелей (щитовых элементов мебельных изделий) с зазорами, отступами и автоматической привязкой к ранее созданным объектам;
- облицовывание кромок и пластей панелей любыми материалами с учетом их физических свойств и особенностей технологических процессов конкретного производства;
- формирование произвольных пазов (в т.ч. фигурными фрезами) на пласти или торце панели, например, для проектирования филленчатых и рамочных фасадов;
- создание сборочных единиц из отдельных панелей и элементов фурнитуры;
- автоматизированное моделирование любых типов дверей и выдвигаемых ящиков произвольной конструкции с различными системами выдвижения;
- моделирование крепежной и декоративной фурнитуры, как самостоятельных структурных элементов изделия, включая формирование пользовательских классов параметрических элементов;

- построение гнутых и гнуто-клееных панелей с произвольной линией гибки и любым списком материалов;
- работа с проектами (мебельными ансамблями), представляющими собой произвольные списки выбранных изделий с указанием их количества, в том числе, для выполнения общего раскроя материалов и расчета экономических показателей;
- визуализация древовидной структуры изделия с возможностью быстрого поиска, просмотра и редактирования любого элемента.

Завершающим этапом конструирования мебельного изделия является формирование комплекта чертежно-конструкторской документации, для чего разработано специальное программное обеспечение, позволяющее решить эту задачу в автоматическом режиме. По полученной 3D модели может генерироваться любой набор документов, включая:

- сборочный чертеж с габаритными размерами и позициями панелей;
- рабочие чертежи каждой панели с размерными цепочками до отверстий крепежа и обозначением облицованных кромок;
- спецификации на каждый материал с указанием размеров соответствующих панелей и способа облицовки кромок;
- таблицы трудоемкостей выполнения технологических операций по панелям;
- схема сборки изделия, представляющая наглядное изображение порядка сборки.

Вид оформления всех документов соответствует требованиям ЕСКД и может настраиваться пользователем в соответствии со стандартами предприятия. Для возможной доработки автоматически сформированных чертежей и спецификаций имеется полный функционал редактора чертежно-конструкторской документации: построение любых видов размеров и специальных обозначений, основной надписи, штриховки областей, формирования технических требований и т.д.

Модуль БАЗИС-Шкаф является параметрической САПР, сочетающей табличные методы задания параметров изделий с интерактивным режимом конструирования. Это дает возможность на любом этапе моделирования визуализировать трехмерное изображение изделия и вносить необходимые коррективы. Результатом работы модуля являются прототипные математические модели изделий высокого уровня абстракции, т.е. модели, описывающие множество потенциальных вариантов реализации. Они включают в себя алгоритмы контроля корректности процесса реинжиниринга (формирования моделей конкретных изделий в исполнительных координатах) для минимизации количества субъективных ошибок проектирования. Степень минимизации определяется программным обеспечением реинжиниринга. В настоящее время реализовано три варианта:

- прямая трансляция в модуль БАЗИС-Мебельщик;
- многовариантный реинжиниринг на основе библиотеки прототипных моделей;
- типовой реинжиниринг внутреннего наполнения и габаритов.

В модуле БАЗИС-Шкаф реализовано разделение всех проектных операций на группы, выполняемые в ручном, автоматизированном и автоматическом режимах, что определяется необходимой степенью влияния субъективного фактора на результаты операции. Определение основных конструктивных параметров корпуса изделия, материалов и видов фурнитуры выполняется вручную – это задача, требующая принятия решений. Для повышения обоснованности принимаемых решений предоставляется доступ к справочно-информационной и рекомендательной информации, позволяющий значительно сократить затраты времени.

Формирование внутреннего наполнения (вертикальные и горизонтальные перегородки, стационарные и съемные полки и т.д.) производится в автоматизированном режиме, но с обязательным автоматическим контролем допустимости выполнения и соответствия существующим ограничениям. При их нарушении процесс конструирования прерывается и возвращается на предыдущий шаг, либо выполняется автоматическая коррекция модели по заранее определенным алгоритмам.

Существует большая группа трудоемких операций (расстановка крепежной фурни-

туры, расчет параметров профильных дверей, облицовка открытых кромок элементов и т.д.), требующих высокой концентрации внимания, а, следовательно, имеющих высокую вероятность появления ошибок. Все подобные операции реализуются в два этапа: предварительная однократная настройка алгоритмов (как отмечалось выше, они являются составной частью модели изделия) и автоматическое выполнение самой операции.

Подобное разделение проектных операций по уровню автоматизации позволило оптимизировать работу конструкторов, освободив их от выполнения рутинных операций, и минимизировать количество ошибок субъективного характера.

Условия современного мебельного производства диктуют необходимость оптимизации карт раскроя материалов с учетом комплекса геометрических, технологических и организационных критериев оптимизации с возможностью задания их приоритетов. Традиционный критерий достижения максимального значения коэффициента использования материалов (КИМ) на высокоавтоматизированном предприятии зачастую является неэффективным. Именно эти положения и легли в основу разработки модуля БАЗИС-Раскрой. Для автоматического обеспечения комплектности карт раскроя производственное задание на раскрой формируется автоматически на основе 3D модели.

Методически первым действием после построения списка раскраиваемых панелей является назначение общих параметров: размер дополнительной обрезки по краям, направление первых резов, размер максимальной ширины полос, значение припуска на криволинейные кромки, ширина пропила и т.д.

В качестве критерия оптимизации используется минимизация обобщенной стоимости получаемых заготовок, в которую входит стоимость материалов и работ по реализации раскроя. Для построения целевой функции формируется шкала критериев оптимизации, включающая в себя следующие критерии: максимальное значение КИМ, минимальное количество резов, количество установок размеров, количество поворотов панелей, минимальная длина резов и количество карт раскроя. Они ранжируются по приоритету действия. Алгоритм оптимизации карт раскроя базируется на пошаговой редукции размерности задачи [5], что позволяет в максимальной степени совместить противоречивые требования технологичности и экономичности карт раскроя.

Система ограничений задачи раскроя, помимо традиционных для данного класса задач геометрических ограничений, включает ряд технологических и организационных ограничений. Технологические ограничения определяются возможностями используемого оборудования и уменьшением трудоемкости выполнения операции. К ним относятся ограничения, связанные с допустимым количеством поворотов каждой панели, параметрами пропилов, технологией выполнения пакетного или черного раскроя.

Организация эффективного мебельного производства предполагает повышение производительности на всех этапах жизненного цикла. С точки зрения оптимизации раскроя материалов это означает необходимость учета маршрутной технологии изготовления изделий, поскольку раскройный участок мебельного предприятия определяет ритмичность всей производственной цепочки. В модуле «Базис-Раскрой» для алгоритмического решения этой задачи предусмотрен ряд организационных ограничений и дополнительных опций [6]:

- организация дополнительного списка панелей для минимизации количества образующихся обрезков материалов;
- автоматическая фильтрация обрезков с применением специальных алгоритмов минимизации их количества и ведение соответствующей базы данных;
- работа с проектами, как средством совместного раскроя деталей нескольких поступивших в производство заказов;
- использование технологии штрихового кодирования для идентификации и маршрутизации деталей, что позволяет организовать переход к безбумажной технологии [3];
- применение каскадного раскроя для дополнительной оптимизации отдельных карт по локальной шкале критериев оптимизации и локальным технологическим настрой-

кам;

- выполнение раскроя по технологии фиксированного уровня, что позволяет оптимальным образом загрузить весь парк раскройного оборудования;
- использование метода штабелирования деталей для обеспечения их планируемого выхода с раскройного участка и передачи на последующие участки обработки;
- опциональное разделение раскроя на две технологические операции по технологии поэтапного (полосового) раскроя;
- буферизация раскроя для ручной коррекции карт с автоматическим контролем комплектности.

Анализ опыта использования разработанных алгоритмов и технологий раскроя в модуле БАЗИС-Раскрой показывает их высокую эффективность и гибкость, что позволяет добиться значительной экономии материалов, уменьшения трудоемкости работ и повышения ритмичности производства. Эти факторы во многом влияют на стоимость мебельных изделий. В условиях конкуренции выпуск качественных изделий по приемлемой цене – единственный способ динамичного развития предприятия.

В структуру системы «Базис» входит специализированный модуль экономического анализа БАЗИС-Смета, информационно интегрированный с конструкторскими и технологическими модулями. Он реализует единую методику автоматического расчета следующего ряда основных технико-экономических параметров, в частности:

- количество и стоимость материалов в изделии или заказе с учетом основных и вспомогательных материалов, а также износа инструмента и амортизации оборудования;
- трудоемкость и стоимость работ по изготовлению изделия;
- статьи калькуляции цены (затраты на материалы, заработную плату, транспортные расходы, накладные расходы, прибыль и т.д.) и цена на изделие или заказ в целом.

Теоретической и методической основой разработки модуля БАЗИС-Смета является концепция технологического сопутствия [5], позволяющая организовать тесную интеграцию *решений для автоматизации проектирования и технологической подготовки производства с решениями для производственного планирования и управления*. Для мебельной промышленности, имеющей дело с производством сложных инженерно-художественных изделий массового потребления, это особенно актуально, поскольку существует объективная необходимость оперативного выполнения экономических расчетов на различных этапах ЖЦМИ: при приеме заказа в салоне, в процессе конструирования и технологической подготовки, при передаче заказов в производство.

Концепция технологического сопутствия базируется на построении направленных цепочек материалов и технологических операций, ассоциированных с выбранным материалом или операцией. Поскольку объектная модель мебельного изделия содержит полную информацию об его структуре, всех материалах и комплектующих элементах, она может служить источником первичной информации. Объединение объектного моделирования с математическим аппаратом технологического сопутствия позволяет организовать единое информационное пространство, интегрирующее традиционно не связанные в САПР массивы конструкторско-технологических, экономических и логистических данных. Это дает возможность интегрировать задачи автоматизации проектирования и технологической подготовки с задачами автоматизации производственной логистики, что реализовано в модуле БАЗИС-Склад.

Сформированные в модуле БАЗИС-Смета информационные массивы могут интерпретироваться, как заявки на комплектацию заказа. После автоматической обработки они передаются в модуль БАЗИС-Склад, который представляет собой систему автоматизации материального склада, интегрированную в общее информационное пространство мебельного предприятия. Это позволяет максимально сблизить и оптимизировать работу проектных отделов, отдела снабжения и склада материалов и комплектующих, что дает возможность бесперебойно обеспечивать производство всем необходимым. Модуль БАЗИС-Склад относится к диспозитивным информационным системам, которые создаются на

уровне управления складом и служат для обеспечения отлаженной работы производственных звеньев. На этом уровне решаются задачи детального управления запасами, распределения товаров по заказам и их комплектования.

Особенностью мебельных предприятий является широкое использование станков с ЧПУ. Для автоматизации проектирования УП в системе БАЗИС разработан модуль БАЗИС-ЧПУ, особенностью которого является возможность интеграции практически со всеми станками и системами ЧПУ, используемыми на мебельных предприятиях, при высокой степени автоматизации этого процесса. Он взаимодействует с конструкторскими модулями системы на уровне использования объектной модели, что позволяет автоматически получать необходимую геометрическую информацию с выполнением предварительной обработки контуров панелей для поиска и локализации потенциально ошибочных элементов и мест их сопряжения, а также автоматически формировать траектории движения инструмента и генерировать текст УП для выбранного станка с ЧПУ.

Таким образом, подход к автоматизации проектирования мебельных изделий, реализованный в системе БАЗИС, характеризуется комплексностью программных решений, реализуемых на единой методологической и информационной платформе. Универсальность и большая информационная емкость объектных моделей позволяют всем модулям системы работать в едином информационном пространстве, автоматизируя все основные этапы жизненного цикла мебельных изделий.

Библиографический список

1. Бунаков, П.Ю. Новая парадигма проектирования САПР сложной корпусной мебели для позаказного промышленного производства: монография / П.Ю. Бунаков, А.В.Стариков, А.А. Старикова, В.Н. Харин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 319 с.
2. Бунаков, П.Ю. Автоматизация проектирования корпусной мебели: основы, инструменты, практика / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков – М.: ДМК Пресс, 2009. – 864 с., ил.
3. Бунаков, П.Ю. Организация сквозного проектирования в компании «Полипрофиль» на платформе системы БАЗИС / САПР и графика. – 2010. – № 2(160) – с. 78-81.
4. Бунаков, П. Ю. Опыт внедрения и использования системы БАЗИС на мебельном предприятии VITALY / САПР и графика. – 2011. – № 4(174) – с. 39-41.
5. Бунаков, П.Ю. Информатизация технологической подготовки производства корпусной мебели / Коломна: ГОУ ВПО МГОСГИ, 2010. – 258 с.
6. Бунаков, П.Ю. Теория и практика автоматизированного раскроя материалов в производстве корпусной мебели / П.Ю. Бунаков, Н.В. Каскевич – Коломна: ГОУ ВПО МГОСГИ, 2010. – 170 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА

Федорова С.В., Серебряник И.А.

Иркутский государственный технический университет

г. Иркутск

Одной из первых термин «электронный бизнес» применила корпорация IBM в 1996, когда начала свою первую тематическую рекламную компанию, построенную на этом термине.

Компьютерная индустрия пережила три эпохи: *эпоху мэйнфреймов*, которая позволила автоматизировать работу с данными в бизнесе; *клиент-серверную эпоху*, ознаменовавшую собой начало внедрения автоматизации на уровне отделов; нынешнюю эпоху – *сетевую*, которую в 1996 году IBM назвала эпохой «электронного бизнеса».

Каждый из этих этапов означал проникновение в мировой бизнес новых способов вычислений, преобразовывавших характер деловых операций. Но ни один из подобных прорывов по значимости не может сравниться с появлением Internet, применение которого

в бизнесе также можно разбить на три этапа.

На *первом этапе* электронного бизнеса компании начали размещать общедоступную информацию на Web-сайтах простой структуры. Потребители могли просматривать на таких сайтах всё: от информации о рейсах авиакомпаний до банковских балансовых счетов. В большинстве случаев Web-сайты просто дублировали данные, уже имевшиеся в печатной форме. Информация стала более доступной, но по большей части осталась статической, что ограничивало возможности ее применения.

На *втором этапе* Internet превратился в среду, в которой заключались деловые сделки. Банки позволили заказчикам переводить деньги с одного счета на другой. Авиакомпании внедряли системы бронирования билетов через Internet. Таким образом, информация становилась всё более действенной.

Сегодня около трех четвертей компаний, работающих в развитых странах, находятся на первом этапе электронного бизнеса. Свыше четверти всех крупных фирм (с числом сотрудников 1000 и более человек) и больше половины крупнейших компаний мира работают сегодня на втором этапе электронного бизнеса. Они строят полностью интегрированные, завершённые бизнес-процессы, которые позволяют осуществлять целый спектр новых видов взаимодействия между различными участниками процессов.

Лидеры бизнеса во всем мире переходят к *третьему этапу* электронного бизнеса. Им нужна технология, при помощи которой можно было полностью интегрировать бизнес-процессы в масштабе предприятия и за его пределами – с основными партнерами, поставщиками и заказчиками. Им необходима технология, которая позволила бы им оперативно и гибко реагировать на любые изменения спроса, появление новых возможностей или внешних угроз.

IBM называет эту технологию электронным бизнесом по требованию (e-business on demand).

Согласно определению специалистов компании IBM, *электронный бизнес - преобразование основных бизнес-процессов при помощи Internet-технологий.*

Таким образом, *e-бизнес (информационный бизнес, электронный бизнес)* - это любая деловая активность, основанная на использовании *информационных* технологий с тем, чтобы обеспечить оптимальное взаимодействие деловых партнеров и создать интегрированную цепочку добавленной стоимости.

Сегодня весь электронный бизнес можно условно разделить на 3 категории:

– *1 категория – электронный бизнес на основе Intranet (локальной сети).* Ведется в рамках одной организации. Intranet использует стандарты Internet для электронного обмена информацией. При этом пользователи других организаций не имеют доступа к внутренней информации компании.

– *2 категория – электронный бизнес на основе Extranet, т.е. двух или нескольких сетей Intranet, соединенных через Internet.* Обмен информацией при этом осуществляется между 2-мя (или несколькими) компаниями, для остальных участников рынка информация закрыта.

– *3 категория – бизнес для потребителей на основе Internet.*

Сеть Internet – это еще одно приложение бизнеса. Глобальная сеть объединяет в единую систему множество современных технологий, что и дает возможность для существования и развития электронного бизнеса.

Среда электронного бизнеса характеризуется тремя важнейшими показателями:

– *интегрированность* – организации могут достичь значительно больших успехов в случае горизонтальной интеграции, объединяя гигантские объемы данных, традиционные системы и индивидуальные деловые приложения, распределенные по внутренним подразделениям, партнерам, заказчикам и поставщикам;

– *использование открытых стандартов*, позволяющих объединить и интегрировать все технологии; организации получают возможность значительно быстрее, чем раньше, развертывать новые универсальные решения для того, чтобы удовлетворять текущим

потребностям бизнеса и соответственно ускорять окупаемость;

– *автономность* в мире индивидуализации, где ежедневно взаимодействуют миллиарды устройств и приложений; руководителям предприятий необходим определенный уровень свободы, достаточный для того, чтобы сосредоточить свои усилия на управлении бизнесом, а не на борьбе с технологическими трудностями.

Преимущества электронного бизнеса

Разумеется, компания не может перейти к электронному бизнесу за один день, это процесс долговременный. Корпорация IBM определила четыре фактора, обязательных для электронного бизнеса по требованию:

– *оперативность* – способность ощущать изменения в среде ведения бизнеса и динамически реагировать на них, будь то непредсказуемые колебания спроса либо поставок, резкое изменение потребностей заказчиков, партнеров или же неожиданные ходы конкурентов;

– *гибкость* – способность легко приспособливать структуру затрат и бизнес-процессы к новым условиям, за счет чего компания может снизить риски и вывести бизнес на новый уровень производительности;

– *фокус* – способность сконцентрироваться на важнейших областях деятельности, задачах и активах, являющихся «визитной карточкой» компании, параллельно с максимально эффективным сотрудничеством со стратегическими партнерами;

– *надежность* — способность работать 24 часа в сутки 7 дней в неделю.

В конечном счете, электронный бизнес по требованию позволяет руководителям представлять свою компанию как единое целое и управлять ею централизованно — даже в том случае, если важные компоненты бизнеса компании передоверены другим фирмам. Такой подход открывает гораздо большие перспективы, чем традиционное повышение эффективности операций. Он позволяет выйти на новый уровень и изыскать новые источники дохода.

Какие возможности может дать электронный бизнес?

Банк может мгновенно проверить кредитоспособность и налоговую ситуацию, а также находится ли имущество в залоге, после чего передать оформление займа партнеру-обработчику, что позволит сократить время оформления ипотек до нескольких минут и вдвое снизить затраты;

Фармацевтическая компания может получать доступ к интегрированным данным о больных в реальном времени, благодаря собственным технологиям диагностики и мониторинга. Это позволит ей сосредоточить больше усилий на создании индивидуальных лекарственных средств, отойдя от практики выпуска универсальных препаратов на все случаи жизни.

Преимущества любой отрасли электронного бизнеса тождественны преимуществам Internet, который представляет собой наиболее предпочтительную инфраструктуру сегодня и остается таковой в будущем.

Среди преимуществ электронного бизнеса можно выделить следующие:

– *Internet предполагает глобальный доступ и глобальные рынки.* Компания может расширить свою клиентскую базу, а также ассортимент товаров;

– *Internet позволяет улучшить деловые контакты.* Продавцы товаров промышленного назначения могут наладить более тесные связи с покупателями;

– *Internet позволяет снизить затраты.* Компании могут уменьшить свои расходы, оперативно повышая или снижая цены;

– *Internet сокращает время выхода товара на рынок.* Кроме того, ускоряется процесс адаптации компании к изменениям рынка;

– *Internet повышает уровень приверженности потребителей торговой марке.* Качество обслуживания в Internet постоянно улучшается: потребитель может получить новейшую информацию о компании и товарах в любое удобное для себя время; в связи с этим растет и уровень приверженности покупателей;

– *Internet позволяет уменьшить число смен носителей информации.* Internet уменьшает количество носителей информации, которые потребуются для передачи данных.

Одно из ключевых преимуществ Internet – глобальный доступ. Даже небольшая компания может легко расширить свой рынок за пределы собственного географического региона и существующего сегмента потребителей. При этом она избавляется от многих проблем, связанных с нынешней целевой аудиторией.

Internet открывает новые возможности для взаимоотношений между компаниями на рынках B2B (бизнес-бизнес). В прошлом для упрощения бизнес-процессов и снижения затрат на средства связи со своими партнерами многие компании использовали EDI, который позволял поставщикам, производителям, распространителям и розничным торговцам совместно использовать информацию о товарно-материальных запасах, а также оптимизировать обмен информацией и поток товаров по всей цепочке поставок. Идея EDI сама по себе хороша, но технологическое решение обходится слишком дорого. Internet сделал обмен данными более доступным для всех компаний. Затраты на организацию информационного обмена зачастую сокращаются в 50 раз, не говоря уже об улучшении качества процесса. Обмен мультимедийной информацией сделал возможным и стимулировал более тесные взаимоотношения между участниками.

Сегодня во многих производственных и коммуникационных процессах существует проблема смены носителей информации. Представьте, что клиент звонит в магазин, чтобы сделать заказ. Служащий магазина принимает заказ и записывает его на лист бумаги, который передает другому служащему, отвечающему за выполнение заказа. Второй служащий вводит текст заказа в компьютер и отправляет товары клиенту. Элементарный процесс заказа включает в себя две смены носителя информации: от телефона к бумаге и от бумаги к компьютеру. Сама информация не меняется, но изменяется носитель, с помощью которого она передается.

Электронный бизнес переводит всю информацию в единый цифровой формат. В таком виде информацию могут использовать все участники производственного процесса, не опасаясь, что при ее переносе с одного носителя на другой какие-либо данные будут утрачены. Информация в цифровом формате не только удобнее, она позволяет применять в работе новые специальные программы, что прежде было невозможно.

Internet меняет способы взаимодействия предприятий с их клиентами. Чтобы успешно воспитывать в клиентах преданность, предприятиям необходимо стать активными партнерами для своих клиентов. Например, Система взаимоотношений с клиентами (Customer relationship management - CRM), позволяет компаниям предоставлять заказчикам товары и услуги в полном соответствии с их потребностями.

Затраты на аренду помещений, сервисное обслуживание и производство можно существенно сократить с помощью Internet. Так что снижение расходов – еще одно преимущество электронного бизнеса.

Опасения, связанные с электронным бизнесом

Основной проблемой дальнейшего развития электронного бизнеса, как это не звучит парадоксально, является вера в его чудодейственность, его высокую эффективность, быстрый возврат инвестиций.

Можно сказать без преувеличения, что переход к электронному бизнесу – это серьезный шаг. Высокая конкуренция, быстро меняющийся рынок, появление новых технологий – вот с чем придется столкнуться менеджерам. Более того, принятие или непринятие того или иного решения на ранних стадиях бизнеса может вызвать серьезные и даже катастрофические последствия через полгода или через год.

Традиционные компании обычно задумываются о выходе в онлайн, если у них есть налаженные процессы и каналы, которые потребуют инвестиций в связи с развитием цифровых технологий. Многие компании не спешат вкладывать средства в развитие новых технологий, процессов и идей, потому что уже достигли успеха и опасаются, что нововведения обернутся скорее вредом, чем пользой.

Служащие компании обычно боятся, что с выходом в Internet они лишатся работы, потому что у них нет опыта работы в сети. Internet действительно радикально меняет характер работы многих сотрудников, хотя бы потому, что требует от них способности непрерывно изменяться вместе с сетью. Чтобы не отставать от новейших разработок, необходима постоянная работа над собой и непрерывное, на протяжении всей жизни, повышение квалификации.

Начиная бизнес в Internet, многие испытывают опасения. Чтобы достичь успеха, необходимо знать, какие неприятности бизнесу следует ждать от сети:

– *Конфликт в каналах распространения.* Очень распространено опасение, что Internet со временем уничтожит институт торговых посредников;

– *Ужесточение конкуренции.* Конкуренция переходит с локального уровня на глобальный;

– *Проблемы защиты авторских прав.* После размещения информации в сети каждый может использовать ее в своих целях;

– *Проблемы с потребителями.* Многие компании опасаются, что их потребители не воспримут новый канал.

– *Правовая неопределенность.* Для Internet не разработана правовая база, которая действовала бы в мировом масштабе;

– *Снижение приверженности покупателей.* Поскольку в Internet отсутствует личный контакт, уровень приверженности клиентов снижается;

– *Изменение ценообразования.* В Internet очень легко сравнивать цены. Поэтому цены будут снижаться, зато возрастет роль качества и дополнительных услуг;

– *Вопросы безопасности.* Очень многие компании больше всего озабочены проблемами своей безопасности при работе в Internet;

– *Качество обслуживания.* Потребитель без труда может сравнить предложения различных компаний;

– *Жизнеспособность.* Многие компании не уверены в том, что их электронный бизнес окажется жизнеспособным.

Если говорить о проблемах, связанных с переходом к электронному бизнесу со стороны предприятий и организаций, то следует выделить три основных группы проблем:

1) *Проблема лиц принимающих решение.* Динамика процесса перехода к электронному бизнесу зависит от того, насколько информированы руководители компаний о преимуществах, перспективах и особенностях такого перехода, а, следовательно, насколько сильны их убеждения в том, что такой переход необходим компании для обеспечения ее высокой конкурентоспособности на рынке.

Руководитель, сформировав стратегию перехода к электронному бизнесу, должен «заразить» своей убежденностью персонал компании всех уровней, умело интегрируя механизмы электронного бизнеса в бизнес-стратегию всей компании. Руководитель должен понимать, что, несмотря на необходимость проделать большой объем кропотливой, трудной во многих аспектах работы по реализации модели электронного бизнеса, в компании создаются совершенно новые качественные условия управления бизнес-процессами. Чувствительность и быстрота отклика компании на изменения рынка значительно возрастают, издержки падают, доходы растут.

2) *Проблема потребителей.* Бизнес существует для потребителей, ибо только они могут сделать его прибыльным. Только доверие к процедурам электронного бизнеса со стороны потребителей и обеспечение их комфортности могут способствовать его развитию. В соответствии с многочисленными исследованиями различных рынков на сегодняшний день потребители товаров и услуг общего спроса связывают с отдельными видами электронного бизнеса, например, с электронной торговлей, достаточно большое количество рисков. Следовательно, необходимо создавать условия для формирования устойчивого, осознанного спроса потребителей на услуги электронного бизнеса, в частности электронной коммерции.

3) *Техническая и технологическая проблемы.* Прежде всего, для реализации электронного бизнеса, особенно при информатизации внешних взаимодействий, а для крупных, территориально разнесенных компаний и при информатизации внутренних бизнес-процессов, необходимо наличие высокоскоростной мультисервисной инфраструктуры телекоммуникаций.

Очень остро стоит вопрос интеграции разнородного программного и аппаратного обеспечения в рамках одной компании. Еще более актуальной является проблема обеспечения информационной совместимости конкретных механизмов электронного бизнеса у разных компаний. Следовательно, необходимо прилагать усилия для создания современной телекоммуникационной инфраструктуры, инфраструктуры разработки, внедрения и поддержки интегрированных решений электронного бизнеса, инфраструктуры подготовки кадров.

Вышеперечисленные группы проблем, определены с позиции компаний, и решаться они должны за счет их внутренних ресурсов. Однако есть группа проблем, которые имеют общесистемный характер, т.е. их решение лежит вне компаний.

Прежде всего, это различная законодательная практика, регламентирующая ведение обычного бизнеса в разных странах. Новые законодательные акты, регулирующие особенности ведения электронного бизнеса, не всегда своевременно отслеживаются руководителями компаний. Все это приводит к юридическим несогласованностям.

Значительным барьером на пути развития электронного бизнеса является существующие платежные системы, особенно ориентированные на физических лиц. В масштабах государства необходимо принимать меры по повышению доверия к безналичным платежным системам, создавать условия для развития соответствующей инфраструктуры.

Это далеко не полный перечень проблем электронного бизнеса, но даже он показывает какого масштаба явления необходимо исследовать и какие усилия должны быть приняты для их решения.

Очевидным выводом из вышесказанного является то, что стратегическая задача продвижения электронного бизнеса в реальную жизнь может быть осуществима лишь при условии интеграции усилий государственных органов, корпоративных усилий бизнеса в лице ассоциаций и союзов, а также усилий потребительских сообществ. Только при таких условиях возможно нахождение разумных компромиссов между интересами различных групп, участвующих, как в процессе создания электронного бизнеса, так и в процессе пользования его услугами.

Значимость электронного бизнеса

Проанализируем с различных точек зрения необходимость развития электронного бизнеса.

С внешнеполитической точки зрения. Участие нашей страны в процессе формирования общемировых проблем, к каким сегодня относится проблема электронного бизнеса, а особенно в процессе выработки решений по их разрешению является свидетельством приверженности нашей страны к общецивилизационным ценностям, свидетельством того, что мы стремимся участвовать во всех общемировых политических процессах в числе передовых стран.

С внутриполитической точки зрения. Продвижение идеи электронного бизнеса является дополнительным свидетельством того, что политическая и управленческая элита общества нацелена на работу во имя процветания нашей страны, создания ее имиджа как технологически передовой страны.

С внешнеэкономической точки зрения. Участие в мировом процессе развития электронного бизнеса является свидетельством того, что мы как страна хотим и готовы участвовать в международной кооперации, международном разделении труда на равных позициях.

С внутриэкономической точки зрения. Внедрение механизмов электронного бизнеса в реальную экономику является свидетельством того, что предпринимательская, науч-

ная и техническая элита общества нацелена на развитие национальной экономики, на обеспечение ее конкурентоспособности на внешних рынках.

С точки зрения руководителей государства, отраслей, регионов. Процесс внедрения электронного бизнеса способствует увеличению внутреннего потребления товаров и услуг отечественного производителя, увеличению товарооборота между регионами России, повышению прозрачности экономических отношений, снижению затратности отечественной экономики и увеличению ее адаптивности, расширению сфер применения безналичных платежных систем, в целом, повышению качества жизни граждан России.

С точки зрения руководителей организаций, предприятий, фирм и компаний. Электронный бизнес позволяет перевести процесс управления бизнес-процессами на другой качественный уровень, не снижая при этом качество управления ни по одному направлению, значительно повысить доходность бизнеса, больше времени уделять решению проблем стратегического прогнозирования и планирования, персонализировать оценку вклада сотрудников в общие результаты.

С точки зрения сотрудников организаций, предприятий, фирм и компаний. Электронный бизнес дает возможность избежать рутинной, монотонной работы, повысить интеллектуальность и производительность труда, а значит уровень оплаты, иметь престижную, интересную, творческую работу.

С точки зрения потребителей. Для корпоративных потребителей преимущества такие же, что и для производителей товаров и услуг, реализовавших технологии электронного бизнеса. Для индивидуальных потребителей электронная торговля дает возможность существенно сократить время на осуществление и получение рутинных, традиционных покупок и услуг, существенно расширить географию возможных покупок, осуществляя их из дома при помощи Internet-технологий.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ СТАЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕЛКОФРАКЦИОННОГО МЕТАЛЛОЛОМА

Павлов В.В., Демьяненко И.А., Логунова О.С.

Магнитогорский государственный технический университет»

г. Магнитогорск

Активное развитие информационных технологий и математического аппарата позволяет в настоящее время выделить несколько направлений, характеризующих проектирование и разработку систем управления для металлургической промышленности. Среди них следует отметить следующие приоритетные направления:

– разработка интеллектуальных систем принятия решений на основе современного математического аппарата (классификации, нечеткой логики, теории распознавания образов и т.п.);

– системы мониторинга, построенные на совместном использовании технологий спутниковой связи, распознавания образов и теории принятия решений);

– системы прогнозирования технологических и экономических показателей и рисков металлургического производства.

Все указанные направления включаются как составные части в MES (Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система) и ERP (Enterprise Resource Planning System – система планирования ресурсов производства), которые постепенно развиваются на современных предприятиях. В состав MES включаются модули: RAS (Resource Allocation and Status) – управление технологическим оборудованием, материалами и персоналом; DCA (Data Collection / Acquisition) – сбор и хранение данных; QM (Quality Management) – управление качеством и др.

В 2006 году в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ) ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» («ММК») были введены в эксплуатацию две дуговые сталеплавильные печи (ДСП), спроектированные и поставленные компанией VAI-FUCHS, емкостью 180 т и производительности до 2 млн. т/год. За короткий период второй половины 2006 года печи были выведены на проектную мощность и начались технологические и научные работы по совершенствованию предложенной технологии, направленные на экономию ресурсов и снижению себестоимости стали. Наряду с совершенствованием технологии одновременно выстраивалась и MES, позволяющая проводить мониторинг большинства технологических показателей процесса выплавки стали, в том числе и за расходом мелкофракционного металлического лома как основного сырья получения стали в дуговых печах. Во многом себестоимость готовой продукции определяется ценой и качеством сырья и полуфабрикатов, которое подается в сталеплавильные агрегаты. Одним из основных видов сырья для выплавки стали в электродуговых печах является мелкофракционный металлолом. Переработка металлического лома в металлургическом производстве несет в себе два аспекта: переработка вторичного сырья и воспроизводство материалов для их последующего использования в различных отраслях. В структуре себестоимости электростали 39,5 % составляют затраты на металлический лом и от 3 до 5 % – затраты на электроэнергию. В ходе производства возникает цель снижения себестоимости продукции в условиях возрастания цен на сырье и энергоресурсы. Решение такой проблемы возможно только после тщательного комплексного исследования динамики индексов себестоимости, цен на сырье и затрат на энергоресурсы при совершенствовании технологии получения стали.

Даже в стабильной экономической ситуации происходит постепенный рост цен металлолома как на Российском рынке, так и на зарубежном. На рисунке 1 приведена динамика индекса закупочных цен металлолома для электродуговых печей, эксплуатируемых в ОАО «ММК» пред- и пост- кризисные периоды экономики с 2007 по 2010 год.

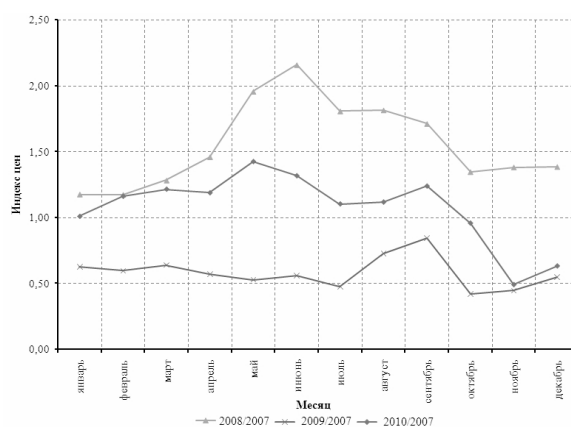


Рисунок 1 – Динамика индекса закупочных цен на металлолом для электродуговых печей

Анализ динамики индекса цен и потребления металлолома для производства стали в электродуговых печах ОАО «ММК» в условиях стабильной экономики показал необходимость разработки новых технологических приемов, которые позволят снизить себестоимость получаемого полупродукта.

ГОСТ 2787 – 75 определяет, что при выплавке стали в дуговых электропечах емкостью необходимо использовать стальной лом и отходы вида 3А. Размер куса этого вида лома должен составлять 800×500×500 мм. На основе этого стандарта были разработаны и введены в использование следующие соглашения способствующие снижению затрат на производство и экономии энергоресурсов:

– Март 2004 года – техническое соглашение ТС 14-101-546-2004 «Шихта металлическая для сталеплавильного производства», в котором были оговорены состав металлошихты, габариты и ее замусоренность. Размер кускового лома, оговоренный в вышеука-

занном документе 1000×500×500 мм. Этот лом применялся при выплавке стали в двухванном сталеплавильном агрегате и этот же размер куска металлолома стал использоваться при выплавке стали в ДСП с апреля 2006 года.

– Апрель 2006 – контракт на поставку дуговых печей фирмой VAI-FUCHS определяет размер куска металлолома, используемого в завалку 1500×500×500 мм и иметь насыпную плотность не менее 0,5 м³/т.

– Август 2007 года – новые технические условия ТУ 0780-002-32516389-2007, согласно которым размер куска металлолома при выплавке стали в ДСП должен составлять 800×500×500 мм.

– Февраль 2011 года – новые технические условия ТУ 0780-002-32516383-2007, согласно которым размер куска металлолома при выплавке стали в ДСП должен составлять 600×350×250 мм.

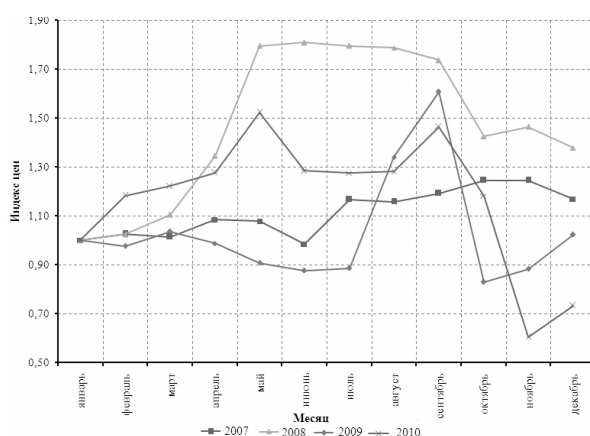


Рисунок 2 – Динамика индекса потребления металлолома для электродуговых печей

Введение новых технических условий было обусловлено тем, что:

1) размеры куска 1000×500×500 мм используемого металлолома в завалку при выплавке стали в ДСП, оговоренного в ТС 14-101-546-2004 «Шихта металлическая для сталеплавильного производства», не обеспечивают выполнение контрактных показателей в части выполнения продолжительности времени завалки и подвалки;

2) необходимо сокращать цикл плавки с целью экономии электроэнергии и снижения себестоимости 1 т стали.

Однако нестабильность работы сталеплавильного производства в 2009 году не позволила в полной мере использовать полученный опыт, и вследствие этого произошло увеличение средней продолжительности плавки, и увеличение себестоимости 1 т стали. В 2008 году происходит снижение показателей продолжительности плавки за счет изменения фракции металлического лома: январь-июль 2007 – 1000×500×500 мм; август-декабрь 2007 – 800×500×500 мм; январь-ноябрь 2008 – 600÷800×500×500 мм. Для 2009 и 2010 года снижение средней продолжительности цикла плавки определяется отсутствием производства в третьем квартале 2009 и снижения производства в четвертом квартале 2010. При это происходит рост максимальной продолжительности одной плавки до 75 – 90 мин, по сравнению с 59 – 60 мин в 2007 и 2008 году.

Введение новых технологических инструкций и соглашений по технологии выплавки стали в ДСП 2007 и 2008 годов позволило сократить долю плавков с использованием третьей корзины в подвалку и, соответственно, сократить время на завалку в целом. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить, что:

– продолжительность завалки одной корзины составляет примерно 3 минуты, из них отведение и наведение свода около 90 с и 90 с на завалку корзины;

– при размере куска металлолома 1000×500×500 мм его «кострение», за счет двойной перегрузки (совок – корзина и корзина – электродуговая печь) приводит к дополни-

тельными затратами времени на осадку металлолома после завалки.

Проведенный анализ использования кусков металлолома с размерами 1000×500×500 мм и 800×500×500 мм позволил предположить, что размер куска металлолома оказывает существенное влияние на продолжительность цикла плавки. Поэтому, в 2008 году была проведена серия опытных плавки по изучению эффективности использования кускового лома с размером 600×500×500 мм. В течение всего календарного года проводилась погрузка совков под контролем инженеров-технологов Центральной лаборатории контроля ОАО «ММК» металлоломом вида 2А с размером куска 600×500×500 мм.

Всего была проконтролирована погрузка 252 совка с ломом вида 2А и 45 совков с ломом 3А. Применение лома вида 2А позволяет существенно повысить насыпную плотность лома и исключить применение подвалки третьей корзины.

Применение лома вида 2А с размером куска металлолома 600×500×500 мм позволило сократить цикл плавки на 5 минут, а время под током – на 4 минуты за счет сокращения продолжительности завалки: исключается применение подвалки третьей корзины; снижается время на «трамбование» металлолома в печи после завалки. Снижение времени под током определено более высокой насыпной плотностью лома в печи.

На рисунке 3 приведена сравнительная диаграмма индексов цен на металлолом, средней продолжительности одной плавки по каждой ДСП и себестоимости 1 т стали, демонстрирующая коинтеграцию временных рядов для индекса цена металлолом и себестоимости стали. В период с марта по сентябрь 2008 года наблюдается резкий рост цен на металлолом и возрастание себестоимости стали. Однако, рост индекса себестоимости сдерживается на 0,5 за счет снижения энергозатрат при наличии устойчивой тенденции к убыванию индекса продолжительности одной плавки.

Разрывы линий для индексов себестоимости и средней продолжительности плавки (апрель – июль 2009 и ноябрь – декабрь 2009) соответствуют нулевой производительности ДСП в периоды их остановки из-за отсутствия заказов на электросталь как от отечественных, так и от зарубежных потребителей. Пониженный темп динамики индекса себестоимости подтверждает актуальность и необходимость совершенствования технологий использования мелкофракционного металлолома в электродуговых печах.

Проводимые исследования по совершенствованию технологии выплавки стали позволили выявить недостатки системы мониторинга за подачей шихтовых материалов, которая должна быть включена в состав MES, в частности модули RAS, DCA и QM.

В работах [1, 2] была показана общая структура информационных и материальных потоков, возникающих при выплавке стали и всем дальнейшим переделам металлургического производства. В этой структуре отдельно выделено подготовительное производство сырья, которое проводится в копровых цехах ОАО «ММК». Анализ продолжительности выплавки стали в ДСП позволил предположить, что малейшее отклонение фракции металлического лома от размеров, указанных в технических условиях ТУ 0780-002-32516383-2007, согласно которым размер куска металлолома при выплавке стали в ДСП должен составлять 600×350×250 мм, с технологической точки зрения приводит к:

- увеличению времени плавки на 3 ÷ 30 мин, затрачиваемых на дополнительное трамбование шихтовых материалов;
- обрушению сводов прожигаемых колодцев и поломке электродов.

Устранение указанных проблем возможно при введении текущего и контрольного мониторинга фракции подаваемого металлолома. Мониторинг фракции металлического лома выполняется в двух точках: точка 1 (см. рисунок 4) при выходе совка с металлоломом из копрового цеха и на шихтовом дворе в точке 2 (см. рисунок 4). Точка 1 представляет собой аттестованные весы, в точке 2 выполняется разборка совка с металлоломом и визуальном осмотре его состава. При этом затрачивается от 1 до 2 часов рабочего времени. Все куски металлолома, у которых хотя бы один размер превышает 800 мм, удаляются из совка. Взвешивание совка происходит в реальном времени, разбор совка один раз в неделю.

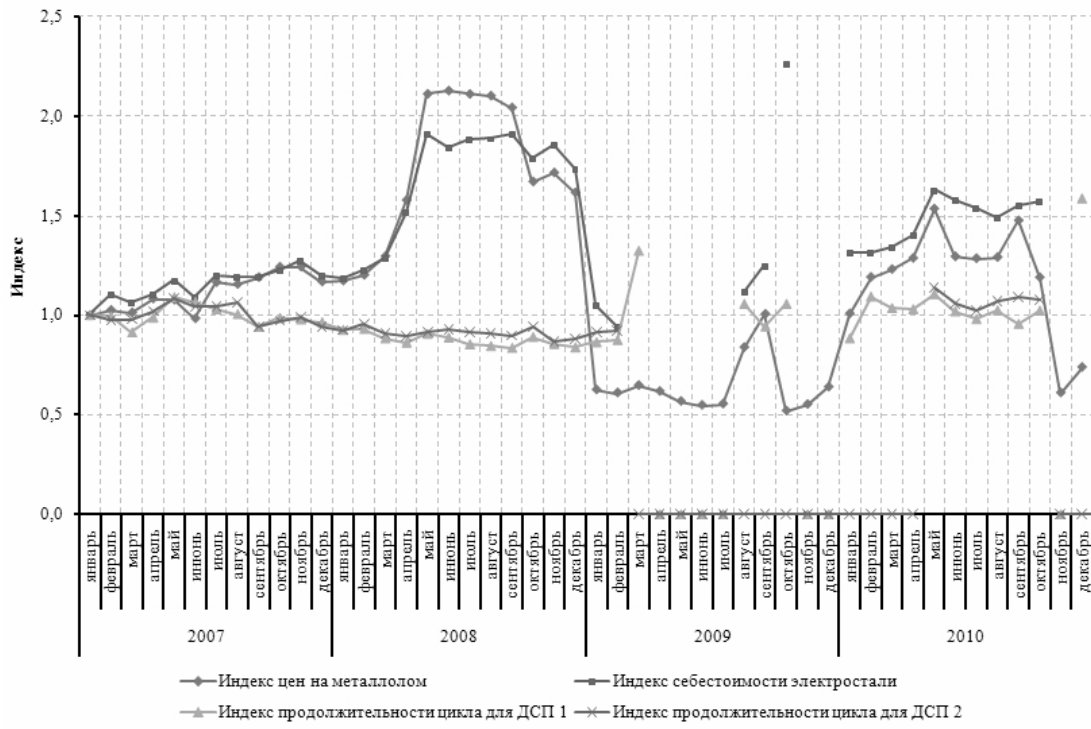


Рисунок 3 – Динамика индексов цены на мелкофракционный металлолом и себестоимости 1 т стали

Интенсификация сталеплавильного производства требует изменения технологии текущего и выборочного контроля. Существующие новые технологии позволяют этот процесс автоматизировать и передавать данные в модули RAS, DCA и QM, частично реализованных в ERP ОАО «ММК». При реализации этого проекта предлагается схема, приведенная на рисунке 4.

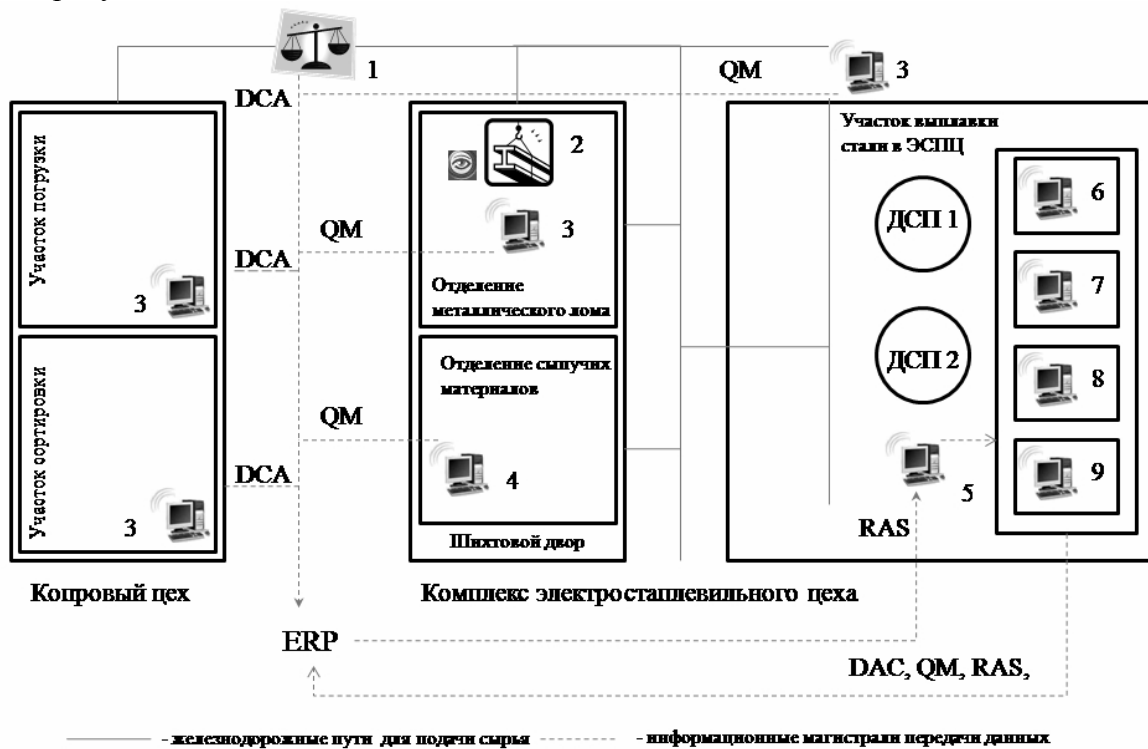


Рисунок 4 – Структура комплексной подсистемы управления производством стали в ДСП при использовании мелкофракционного металлолома

К традиционным точкам контроля добавляются и вводятся в эксплуатацию точки текущего контроля: 3 – в копровом цехе и в отделении металлического лома в ЭСПЦ для контроля фракции металлолома в автоматизированном режиме, 4 – в отделении сыпучих материалов для проведения автоматизированной гранулометрии. Сбор и оценка полученной информации позволяет организовать передачу управления на автоматизированное рабочее место (5) для управления работой ДСП и оборудования установленных на следующих этапах технологической линии 6 – 9 ЭСПЦ.

Таким образом, приведенный анализ системы управления выплавки стали в электродуговых печах показал, что:

– снижению цикла плавки и, следовательно, энергетических затрат способствует применение лома вида 2А при выплавке стали в дуговой электросталеплавильной печи, измельчение фракции лома до размеров 600×500×500 мм;

– при резком возрастании цены на сырье происходит также возрастание и себестоимости продукции, причем это возрастание частично может быть сдержано применением энергосберегающих технологий, построенных на сокращении продолжительности производственных процессов;

– в стабильных экономических условиях (2006 – 2008 гг) формируется устойчивая тенденция к экономии энергозатрат на основе совершенствования технологии выплавки стали в ДСП, которая полностью разрушается в условиях кризисного экономического периода;

– введение комплексной подсистемы управления производством стали при использовании мелкофракционного металлолома, включающей введение дополнительных точек контроля и передачи информации в модули DCA, RAS и QM, позволит в режиме реального времени отследить фракцию поступающего металлического лома, что приведет к сокращению времени на выпуск одной плавки и сохранности электродов от поломки в ходе обрушения колодцев.

Библиографический список

1. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
2. Логунова О.С. Технология исследования информационных потоков на металлургическом предприятии. // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2008. – № 3. – С. 32 – 37.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРОКАТНОГО ЦЕХА

Мусатова А.И., Кулаков С.М., Кадыков В.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Анализ ежемесячно поступающих заказов за последние годы по некоторым металлургическим предприятиям показал, что спрос на прокатную продукцию имеет тенденцию к быстрым изменениям. Кроме того, возросло количество заказов мелкими партиями разнообразного сортамента. В результате возникла необходимость предварительного оценивания эффективности выполнения поступающих заказов (особенно при пониженных объемах выпуска товарной продукции) на основе сравнения разработанных нормативных и прогнозных значений показателей производственной программы прокатных цехов.

Планирование является необходимым элементом эффективного функционирования предприятия. Процесс планирования производственной программы предполагает разра-

ботку системы взаимосвязанных обоснованных показателей, направленных на выполнение заданий по производству определенных видов продукции. Тщательно разработанные планы дают возможность руководству различных уровней управления предвидеть результаты деятельности предприятия (его подразделений), оценить, скорректировать действия и принять рациональные производственно-хозяйственные решения. Качество планов во многом зависит от умения организовать, творчески применять формы и методы планирования. Следует отметить, что для обеспечения точности и достоверности результатов планирования необходимо наличие нормативной базы, то есть комплексной системы нормативных показателей. В связи с этим целью представленной работы являлось создание модели нормирования показателей производственной программы исследуемого объекта на текущий период (год, квартал или месяц) при заданных входных параметрах.

При определении величины плановых значений показателей производственной программы необходимо осуществлять выбор с учетом ситуаций: плановые значения приравниваются к нормативным (в случае рациональной загрузки оборудования при достаточном спросе на товарную продукцию); плановые значения ниже нормативных, причем, величина отклонений зависит от ряда факторов, возникающих внутри подразделения, предприятия, а также от внешних факторов.

Принятие решения о целесообразности и способах рационального выполнения поступивших заказов предлагается осуществлять посредством нормативного моделирования работы цеха и оценивания соответствующих технико-экономических показателей.

Далее рассматривается задача многовариантного планирования работы цеха с учетом поступивших и ожидаемых заказов, прогнозирования вариантных показателей и интерактивного выбора рационального варианта производственной программы, рекомендуемой к реализации.

Постановка задачи.

Задано: действующая производственная система (прокатный цех) – ДПС; интервал планирования $T_{\text{мц}} = (I_{\text{мц}} - I_0)$, где I_0 , $I_{\text{мц}}$ – момент начала и окончания интервала планирования; момент планирования I^* , $I^* < I_0$;

– количество и продолжительность рабочих смен за сутки;

– множества Z^* поступивших на момент I^* заказов, $Z(I^*)$ и \widehat{Z} ожидаемых заказов на $(j+1)$ период:

$$Z^*(j+1) = Z(I^*) \cup \widehat{Z}(j+1); Z = \{ Z_1, \dots, Z_n, \dots, Z_N \}; \widehat{Z} = \{ \widehat{Z}_1, \dots, \widehat{Z}_m, \dots, \widehat{Z}_M \}.$$

– объемы $\text{ВП}_i^z(j+1)$ заказов на выпуск i -й продукции и по всем видам продукции

$\text{ВП}^z(j+1) = \{ \text{ВП}_i^z(j+1) \mid i = 1, 2, \dots, I_{j+1} \}$ на планируемый $(j+1)$ -ый месяц;

– технические характеристики продукции по заказам (марка стали, размеры проката по ГОСТ, ТУ и др.); технологические маршруты изготовления i -й продукции;

– ситуационные нормативны функционирования ДПС, методика построения которых представлена в работах [1 – 4]: часовая производительность цеха для i -й продукции (технически возможная, нормативная) $P_i^{\text{ТВ(Н)}}$, т/ч; нормативные коэффициенты использования оборудования для i -й продукции; удельные нормы расхода металла i -й продукции K_i , т/т; нормативные коэффициенты трудности производства i -й продукции $k_{\text{Тр}i}$; нормы расхода валков прокатных клетей $N_{\text{ВК}}$, кг/т; нормативные и регламентированные продолжительности текущих простоев $\text{ТПР}^{\text{H(P)}}$ по группам причин (технические $t_{\text{T}}^{\text{H(P)}}$, технологические $t_{\text{ТХ}}^{\text{H(P)}}$, на перевалку валков $t_{\text{ПРВ}}^{\text{H}}$ и организационные $t_{\text{ОП}}^{\text{H}}$), ч;

– документы, регламентирующие работу цеха: графики ремонтов, технологические и должностные инструкции и др.;

– лицо, способное формировать варианты программы работы цеха (ЛФПР) и лицо, ответственное за принятие решений (ЛПР).

Требуется: разработать нормативно обоснованную производственную программу (НОП) работы цеха на заданный интервал $T_{\text{мц}}$ планирования (включая определение нормативного $ВП^H$ и максимально возможного $ВП^{\text{max}}$ выпуска продукции) при условии рациональной загрузки и полного использования имеющегося оборудования $N_{\text{об}}$;

– оценить эффективность функционирования цеха для прогнозируемого выпуска продукции $ВП^Z$ с учетом многовариантности производственных ситуаций и выбрать рациональный вариант производственной программы.

Процедура решения сформулированной задачи включает следующие этапы и действия.

1. Ввод нормативно-технических и экономических данных, объемов поступивших заказов на предстоящий месяц, $Z^*(j+1)$; $\{ ВП_i^z(j+1), i \in I_{j+1} \}$ с указанием профилей-размеров, марок стали, в соответствии с ГОСТ, ТУ i -й продукции.

2. Формирование сортамента $S_0^z(j+1)$ и объемов $ВП_0^z(j+1)$ выпускаемой продукции на основе поступивших заказов, ранжированных по степени важности, отражающей срочность, продолжительность выполнения и доставки, а также количество и тоннаж заказов потребителей.

3. Разработка нормативно обоснованной производственной программы (НОП) и расчет ее показателей на основе многовариантного распределения сортамента по сменам месяца с учетом поступивших заказов Z^* , нормативной базы, включающей фонд времени и ситуационные производительности цеха для i -й продукции (технически возможные P_i^{TB} и нормативные P_i^H), рисунок 1 (блоки 1-4).

3.1 Формирование вариантов $\beta = \{1, 2, \dots, m\}$ рационального распределения сортамента по сменам, суткам и неделям месяца в режиме человеко-машинного (диалогового) взаимодействия с учетом важности заказов и ретроспективного анализа сменно-суточной документации за предыдущие месяцы.

3.2 Многовариантный расчет фонда времени работы цеха (нормативного $\Phi В_B^H$ и регламентированного $\Phi В_B^P$):

$$\Phi В_B^{\text{H(p)}} = НВ^{\text{H(p)}} - \text{ТПР}^{\text{H(p)}}, \text{ ч}; \quad НВ^{\text{H(p)}} = КВ - КР^H - \text{ППР}^{\text{H(p)}}, \text{ ч}; \quad \beta = \overline{1, m}$$

где КВ и НВ – календарное и номинальное время работы цеха, ч; КР, ППР и ТПР – продолжительность капитального, предупредительных ремонтов и текущих простоев.

Вначале проводится *расчет нормативного (регламентированного) фонда времени работы цеха на смену* с учетом продолжительности текущих простоев по следующим группам причин: технические, связанные с мелким ремонтом и содержанием оборудования, $t_T^{\text{H(p)}}$; технологические, связанные с настройкой оборудования при переходе с одного сортамента на другой, $t_{\text{ТХ}}^{\text{H(p)}}$; организационные, связанные с приемом и сдачей смены, $t_{\text{ор}}^{\text{H(p)}}$; независимые от цеха (внешние), например, связанные с отсутствием заказов на продукцию, $t_{\text{нз}}$.

Затем нормируется продолжительность текущих простоев на периоды: сутки (с учетом количества смен); неделя (с учетом количества смен); месяц (с учетом количества недель).

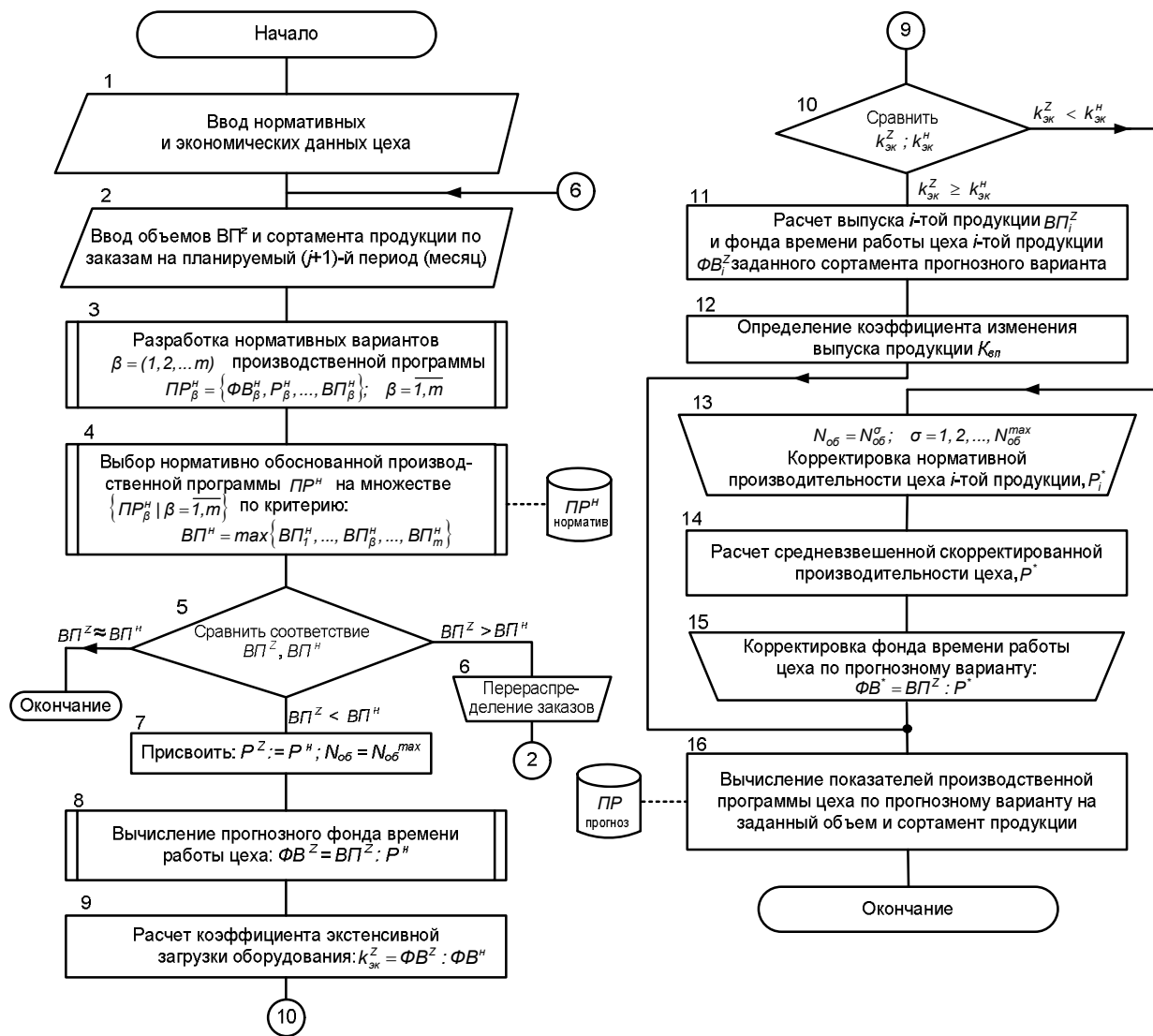


Рисунок 1 – Процедура формирования нормативных и прогнозных показателей производственной программы прокатного цеха

При нормировании текущих простоев работы цеха на неделю учитываются следующие факторы: продолжительность перевалки валков по износу; например, в неделю осуществляется одна перевалка продолжительностью $t_{\text{прв}}^{\text{нд}}$; одновременно с перевалкой валков осуществляется ремонт и содержание вспомогательного оборудования (холодильника, ножниц и др.), при этом корректируется продолжительность текущих простоев по техническим причинам: $t_{\text{т}}^{\text{нд,к}} = t_{\text{т}}^{\text{нд}} - t_{\text{прв}}^{\text{нд}}$.

В результате формируются текущие простои на неделю для варианта β :

$$\text{ТПР}_\beta^{\text{нд,к}} = t_{\text{т}}^{\text{нд,к}} + t_{\text{тх}}^{\text{нд}} + t_{\text{ор}}^{\text{нд}} + t_{\text{прв}}^{\text{нд}}; \quad \beta = \overline{1, m}.$$

Необходимость замены валков (в связи с их износом) определяется по планируемому общему выпуску продукции за неделю ($\text{ВП}_{\text{нд}}^*$) с учетом нормативного объема продукции производимой на одном комплекте валков $\text{ВП}_{\text{к.вл}}^{\text{н}}$, исходя из условий:

– если $\text{ВП}_{\text{к.вл}}^{\text{н}} \geq \text{ВП}_{\text{нд}}^*$, то необходима замена валков, при этом следует учесть нормативную продолжительность текущих простоев на перевалку и осуществить корректи-

ровку ΦB^H ;

– если $ВП_{к.вл}^H < ВП_{нд}^*$, то фонд времени работы цеха не корректируется.

При *нормировании текущих простоев цеха за месяц* учитываются также следующие факторы:

– продолжительность перевалок в месяц, исходя из норматива их количества за неделю:

$$t_{прв}^{мц} = t_{прв}^{нд} \cdot N_{нд}^п$$

– корректировка продолжительности текущих простоев по техническим причинам:

$$t_T^{к.мц} = t_T^{мц} - (t_T^{см} \cdot N_{нд}^п)$$

Кроме этого, *на неделю и месяц* нормируется продолжительность *предупредительных ремонтов*.

3.3 Расчет нормативного выпуска продукции и производственной мощности цеха на месяц при условии нормативной и максимальной загрузки и полного использования всех единиц оборудования $N_{об}$ (для вариантов $v = \overline{1, m}$ распределения сортамента):

$$ВП_B^H = P_{ср}^H \cdot \Phi B_B^H, \text{ т}; \quad ПМ_B^H = P_{ср}^{TB} \cdot \Phi B_B^P, \text{ т}; \quad v = \overline{1, m}.$$

– определение доли i -й продукции в общем объеме заказов на период (месяц):

$$a_i^z = ВП_{iB}^z : ВП^z; \quad i = 1, 2, \dots, I_{j+1}.$$

– расчет средней технически возможной и нормативной производительности цеха на поступивший или ожидаемый сортмент:

$$P_{срB}^{TB(H)} = \sum_{i=1}^I a_i^z \cdot P_{iB}^{TB(H)}, \text{ т/ч.}$$

3.4 Расчет нормативного и максимального объема выпуска i -ой продукции (по вариантам распределения сортамента):

$$ВП_{iB}^H = a_i \cdot ВП_B^H; \quad ПМ_{iB} = a_i \cdot ПМ_B; \quad v = \overline{1, m}.$$

3.5 Расчет нормативного и регламентированного фонда времени работы цеха для i -й продукции (по вариантам распределения сортамента):

$$\Phi B_{iB}^H = \frac{ВП_{iB}^H}{P_{iB}^H}, \text{ ч}; \quad \Phi B_{iB}^P = \frac{ПМ_{iB}}{P_{iB}^{TB}}, \text{ ч}; \quad v = \overline{1, m}.$$

3.6 Выбор нормативно обоснованной производственной программы (НОП) на множестве разработанных вариантов $\beta = \{1, 2, \dots, m\}$, исходя из наибольшего нормативного выпуска продукции за месяц:

$$ВП^H = \max_{\beta} \left\{ ВП_1^H, \dots, ВП_B^H, \dots, ВП_m^H \right\}; \quad v = \overline{1, m} - \text{индекс варианта НОП.}$$

4. Оценка прогнозных значений показателей производственной программы, соответствующих объему производства по заказу $ВП^z$ на $(j + 1)$ -й месяц, рисунок (блоки 5-16).

4.1 Проверка соответствия общего объема поступивших или ожидаемых заказов на месяц $ВП^z$ нормативному объему производства $ВП^H$ продукции заданного сортамента и выбор рациональных плановых решений по правилам:

– если $ВП^z < ВП^H$, то осуществляется корректировка нормативных значений фонда времени и производительности в зависимости от модуля отклонения с учетом возможных производственных ситуаций $|\Delta ВП^z| = |(ВП^z - ВП^H)|$;

– если $ВП^z \approx ВП^H$, то в качестве прогноза принимаются нормативные значения $ФВ^H, P^H$;

– если $ВП^z > ВП^H$, то возможны следующие варианты планирования работы цеха:

а) при $ВП^z > 1,1 ВП^H$, принять для планируемого $(j+1)$ -ого месяца $ВП^z = ВП^H$, а избыточные объемы заказов $\Delta ВП^z = (ВП^z - ВП^H)$ отнести на следующий период (месяц);

б) при $ВП^z \in (1,05 \div 1,1) ВП^H$ запланировать заказы на $(j + 1)$ -й период (месяц) и выполнить их за счет внутренних организационно-технических резервов цеха с учетом осуществления следующего ограничения: $ВП^z \leq ПМ$.

Для условия $ВП^z < ВП^H$ определяется прогнозный фонд времени на выполнение

поступивших заказов: $ФВ^z = \frac{ВП^z}{P_{ср}^H}$, ч.

При $ФВ^z < ФВ^H$ определяется отклонение: $\Delta ФВ^z = ФВ^z - ФВ^H$.

Номинальное время работы цеха на выполнение поступивших заказов с учетом количества функционирующего основного и вспомогательного оборудования, вычисляется по формуле: $НВ^z = КВ - ППР^z$.

Текущие простои цеха $ТПР^z$ определяются следующим образом:

$$ТПР^z = \begin{cases} НВ^z - ФВ^z, & \text{при } ППР^z = ППР^H \\ (НВ^z + \Delta ППР^z) - ФВ^z, & \text{при } ППР^z < ППР^H \end{cases}$$

$$\Delta ППР^z = ППР^H - ППР^z.$$

Экспертная корректировка нормативной длительности $ТПР^H$ текущих простоев цеха проводится по группам их причин: технических - t_T^* ; технологических - $t_{ТХ}^*$ и связанных с перевалкой валков - $t_{прв}^*$. Суммарная продолжительность скорректированных текущих простоев дополняется нормативными простоями по организационным причинам:

$$ТПР^* = t_T^* + t_{ТХ}^* + t_{прв}^* + t_{ор}^H, \text{ ч.}$$

Текущие простои по независимым от цеха причинам (например, отсутствие заказов) определяются по условиям:

$$t_{нз}^* = \begin{cases} ТПР^z - ТПР^*, & \text{при } ТПР^z > ТПР^* \\ 0, & \text{при } ТПР^z = ТПР^* \end{cases}$$

4.2 Расчет прогнозного выпуска продукции и фонда времени работы цеха для i -й продукции:

$$ВП_i^z(j+1) = a_i \cdot ВП^z(j+1); \quad ФВ_i^z(j+1) = \frac{ВП_i^z(j+1)}{P_i^H}.$$

В случае значительного снижения объема заказов $ВП^z$ (по отношению к норматив-

ному объему ВП^H) корректируется не только нормативный фонд времени, но и нормативная производительность цеха с учетом вариантных сценариев его работы, различающихся количеством функционирующего основного и вспомогательного оборудования, интенсивностью технологических процессов.

Разработанная человеко-машинная процедура оценивания эффективности нормативных и прогнозных вариантов функционирования прокатных цехов позволили сформировать ситуационную нормативную базу показателей производственной программы в виде таблиц в среде Excel для некоторых производств (листопрокатного, рельсобалочного, сортопрокатного, метизного).

Библиографический список

1. Фомина Л.Д., Кадыков В.Н., Мусатова А.И., Кулаков С.М. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2002. – № 6. – С. 31 – 38.
2. Кулаков С.М., Кадыков В.Н., Мусатова А.И., Бондарь Н.Ф. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2003. – № 12. – С. 43 – 50.
3. Кулаков С.М., Кадыков В.Н., Мусатова А.И. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2004. – № 8. – С. 45 – 50.
4. Мусатова А.И., Кулаков С.М., Кадыков В.Н. // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2010. – № 2. – С. 47 – 51.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ: МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Мацко И.И., Логунова О.С.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
г. Магнитогорск*

Все современные металлургические предприятия в настоящее время активно эксплуатируют системы менеджмента качества для оценки готовой продукции, ведения производства и документооборота. Системный анализ информационных потоков металлургического предприятия [1, 2] позволил определить их важность в промышленной системе управления. Для анализа и оценки макроструктуры непрерывно-литой заготовки квадратного и прямоугольного сечения в условиях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» изготавливаются и используются серные отпечатки и фотографии образцов (темплетов) [3]. Для автоматизации данного процесса предлагается ввести автоматизированные анализаторы на основе программного обеспечения средств вычислительной техники.

Целью исследования, приведенного в работе, является повышение свойств информации, поступающей в MES, за счет использования инструментально-аппаратного комплекса, который включает в себя блоки детерминированно-статистической регистрации и оценки, традиционной регистрации и оценки по ОСТ 14–4–73 [4] и ОСТ 14–1–235–91 [5], нейросетевой регистрации, и обладает свойствами адаптации и обучения.

Для данного исследования был проведен патентный поиск. Для этого поиска составлено 25 ключевых фраз. Основные из них: обработка изображений; анализ изображений; распознавание образов. Для составленных ключевых фраз было выделено более 200 индексов МПК. По систематическим указателям МПК было выделено около 2000 патентов. Патенты были проанализированы на возможность использования результатов при проектировании программного анализатора в области оценка качества металлургической продукции. Из них было отобрано 236 аналогов.

Аналоги классифицировались по следующим параметрам: отрасль, структура, способ обработки, вид используемого технического средства, используемая математическая основа, способ принятия решений. Распределение аналогов по отраслям приведено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распределение аналогов по отраслям

Прототипом для системы распознавания макродефектов заготовки может быть определен патент 2261477 «Способ и устройство автоматизированного видеонализа темплетов при непрерывном литье заготовок на МНЛЗ (система СВАТ)» [6]. Недостатком системы является использование сложного сканирующего модуля.

Для найденных патентов в металлургической области характерно использование обработки графической информации для выявления дефектов микро- и макроструктуры, оценки износостойкости металла, а также измерения габаритов листа сложной формы.

Разрабатываемая система включает в себя инструментальный программно-аппаратный комплекс, выполняющий три параллельных процесса по регистрации и оценке качества непрерывно-литой заготовки: традиционные регистрация и оценка по [4] и [5]; детерминированно-статистические регистрация и оценка; нейросетевые регистрация и оценка.

Особенностью системы сбора данных является то, что она осуществляет синтетическую оценку качества непрерывно-литой заготовки на основе результатов функционирования трех процессов, повышая достоверность, полноту и адекватность собранной информации.

На рисунке 2 приведена обобщенная схема разрабатываемой системы. С производственных участков по выпуску непрерывно-литой заготовки на участки подготовки темплетов и оценки качества отправляются образцы для оценки качества и идентификационные номера плавов (1). Проводится инструментально-аппаратный сбор данных (2). Полученные данные направляются в информационно-аналитические отделы системы управления производством (3) для формирования обратной связи с производственными участками выпуска (4) и предоставления отчетов в информационно-аналитические отделы системы управления предприятием (5).

Результирующая синтетическая оценка выставляется в результате вычислений по выражению:

$$\beta = \alpha_1 \cdot \beta_1 + \alpha_2 \cdot \beta_2 + \alpha_3 \cdot \beta_3,$$

где β – итоговая синтетическая оценка качества заготовки по выбранному баллу дефекта, балл; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – оценки качества заготовки, полученные в каждом модуле, приведенном на

рис. 1; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – весовой коэффициент соответствующей оценки. Коэффициенты α_i устанавливаются эмпирически на основе изучения опыта экспертов, имеющих стаж выполняемых работ не менее 15 – 20 лет. Наличие этих коэффициентов, устанавливаемых в автоматизированном режиме дают возможность оператору системы, возможность усиления или ослабления вложения каждого вида оценки. Самым простым способом является усреднению полученных результатов в результате выбора равных долей.

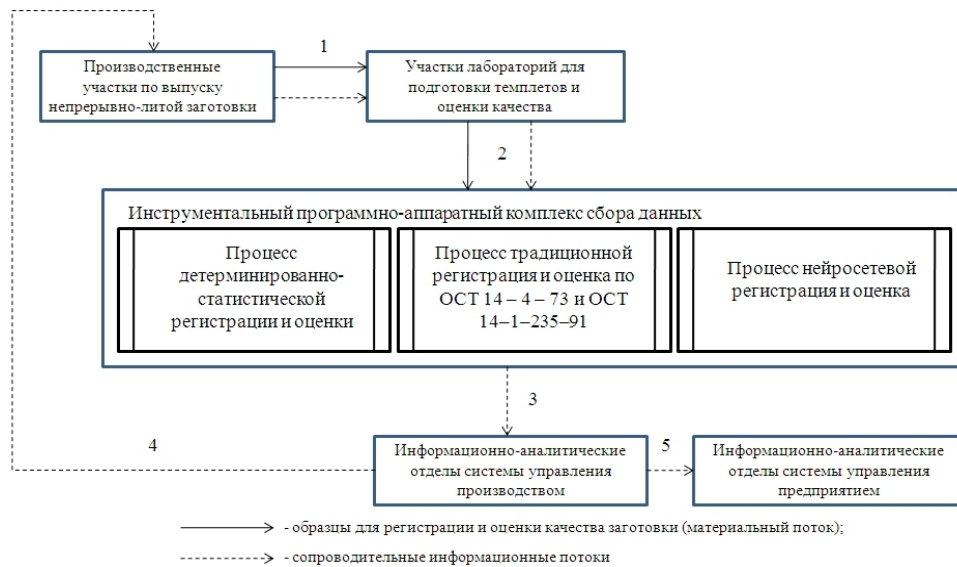


Рисунок 2 – Обобщенная схема разрабатываемой автоматизированной системы принятия решения о качестве непрерывно-литой заготовки

Для реализации моделей системы разработаны алгоритмы и их программная реализация.

Процесс детерминированной статистической оценки реализуется на основе операций морфологического анализа. Для этой оценки была построена классификация изображений по шести признакам принадлежности и для построения общей методики улучшения и сегментации изображения на объекты не регулярной формы. На рисунке 3 приведена схема классификации изображений серных отпечатков для автоматизированной системы оценки качества.

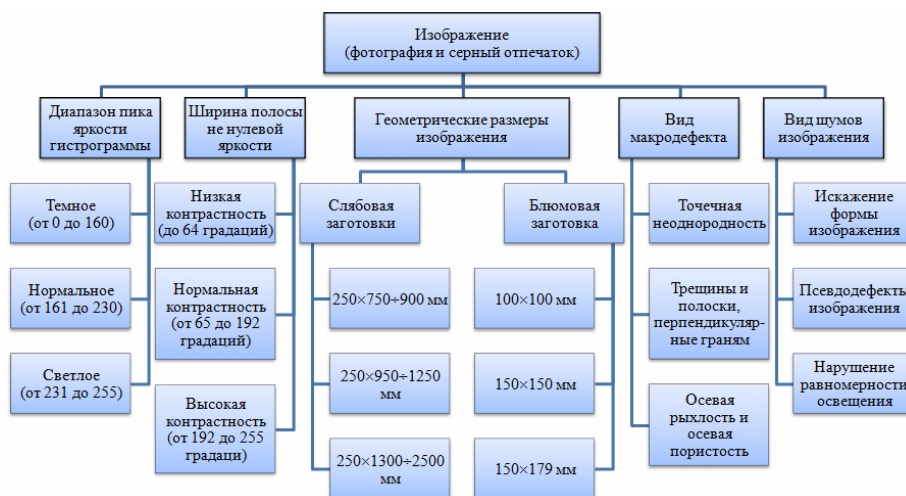


Рисунок 3 – Схема классификации серных отпечатков темплетов

Нельзя сказать, что применение одной из операций приводит к удачному результату. Авторами работы предлагается методика сочетания различных морфологических операций для улучшения изображения и принятия решений о его структуре. Учитывая, что каждая морфологическая операция имеет определенную область применения и назначение, была определена методика улучшения и сегментации изображения, алгоритм которой приведен на рисунке 4.

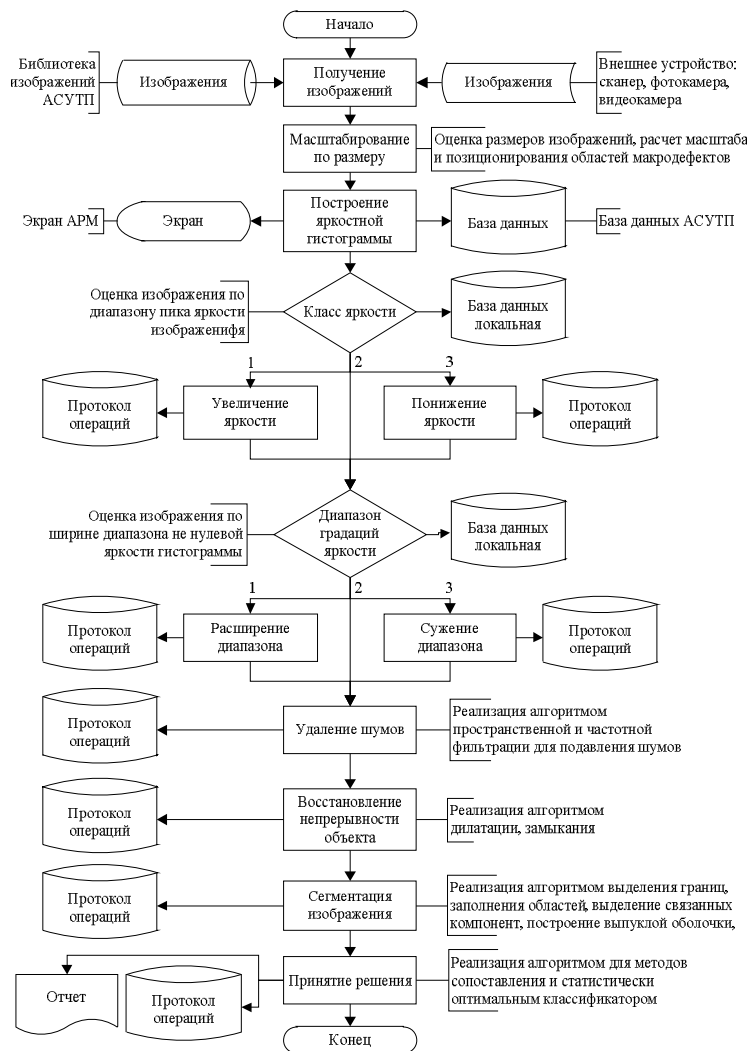


Рисунок 4 – Функциональная схема работы системы для обработки изображения

На рисунке 4 нумерация подклассов при выборе класса яркости и диапазона градации яркости выполнялась сверху вниз на рисунке 3 в соответствующем классе.

Программная реализация предлагаемой методики является довольно сложной. Каждую ее процедуру рационально размещать в отдельном модуле.

Учитывая, что в настоящее время существует множество методик, позволяющих работать с изображениями, было принято решение о построении синтетического правила принятия решения. Это правило оперирует с тремя видами оценок (см. рисунок 2).

Для реализации блока нейросетевой регистрации оценки предложено использовать гибридную сеть.

Выделение краев изображений дефектов можно осуществить при помощи однослойной нейронной сети. На входной слой подается полутоновое изображение темплета, на выходе нейросети формируется матрица Z . Выполнив поэлементное умножение XZ (где X – матрица входного изображения), получаем сегментированное изображение с выделенными краями областей, содержащих потенциальные дефекты.

Каждый нейрон первого слоя соответствует входящему элементу раstra. Помимо этого на вход нейрона подаются значения соседних восьми пикселей. Веса настраиваются

так, чтобы на сумматоре получилось $\sum_{i=1, j=1}^{N, M} |x_{i\pm 1, j\pm 1} - x_{i, j}|$, где N, M – размерность изображения, x_i – значение сигнала пикселя. Принадлежность пикселя контуру определяется путем оценивания перепада уровня яркости в рассматриваемой области. Если величина близка к нулю, значит пиксель лежит в области с равномерным уровнем яркости и его изменение не требуется; в противном случае необходимо окрасить пиксель в черный цвет. В качестве активационной выбрана сигмоидальная функция: $\phi(v) = \frac{1}{1 + e^{-av}}$, где a – параметр

наклона сигмоидальной функции, v – индуцированное локальное поле. Нелинейный характер активационной функции снижает уровень зашумленности. На рисунке 5 представлен фрагмент структуры предлагаемой нейронной сети с сигмоидальными активационными функциями.

На рисунке 5 использованы обозначения: Y – значение сигналов пикселей, N – соответствующий пикселю нейрон, Z – маска для исходного изображения.

Эффективность работы рассматриваемой нейронной структуры можно повысить, проведя предварительную обработку изображения с усилением резкости изображения и уточнения границ.

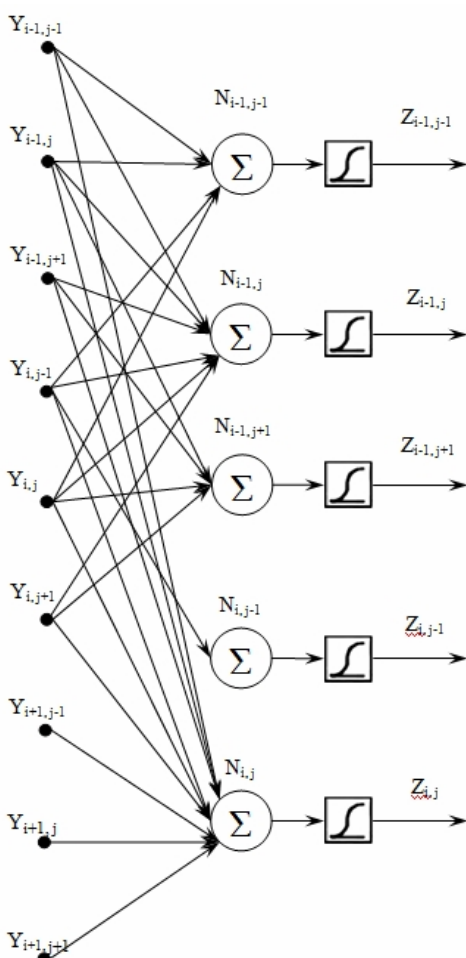


Рисунок 5 – Фрагмент структуры однослойной нейронной сети для выделения границ объектов

Наличие дефектов на темплете создает перепады яркости, которые соответствуют высокочастотным составляющим на фурье-образе изображения. Целесообразно провести высокочастотную фильтрацию для повышения резкости изображения и уточнения краев дефектов. В [7] рассматривается четырехслойная нейронная сеть прямого распространения, реализующая дискретное преобразование Фурье для отсека шумов на обрабатываемом изображении. Модификация такой нейроструктуры (рисунок 6) может быть применена для подавления низкочастотной части Фурье-преобразования.

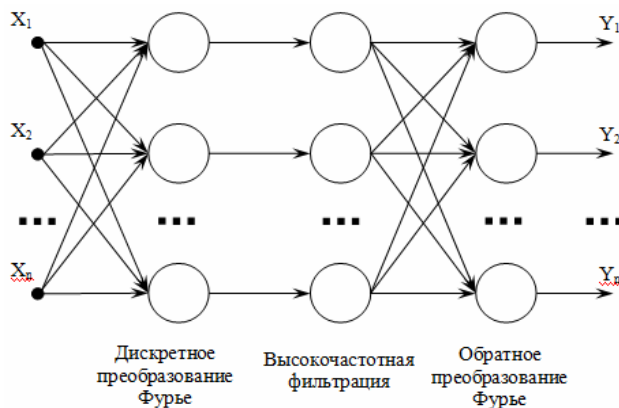


Рисунок 6 – Структура трехслойной нейронной сети прямого распространения для высокочастотной фильтрации изображения

Нейронная сеть состоит из трех слоев (рисунок 6):

1) количество нейронов на входном слое соответствует числу пикселей в изображении. Каждый сигнал подается на все нейроны первого слоя, на котором осуществляется дискретное преобразование Фурье;

2) на втором слое происходит высокочастотная фильтрация с подъемом частотной характеристики: подъем частотной характеристики, выполняемый за один шаг одновременно с высокочастотной фильтрацией, позволяет увеличить вклад исходного изображения в конечный результат. Посредством синаптических весов на слой передаются сигналы нейронов, входящих в полосу пропускания Гауссова фильтра высоких частот. Гауссов фильтр высоких частот дает хорошее качество для объектов небольших размеров в несколько пикселей и, поэтому, является наиболее рациональным для решения рассматриваемой проблемы;

3) третий слой реализует обратное преобразование Фурье. Выходом является изображение повышенной резкости.

Объединив рассмотренные нейронные структуры, получим гибридную нейросеть, решающую задачу сегментации низкоконтрастного изображения выделением границ объектов. Объединение осуществляется путем подачи выходных сигналов трехслойной сети на вход однослойной.

При анализе аналогов и проведении их классификации патентный поиск помог глубже ознакомиться с наработками в области обработки графической информации. Также были найдены уже используемый в исследовании патент и прототип.

Комбинация рассмотренных морфологических процедур позволяет унифицировать процесс обработки информации.

Предлагаемая гибридная нейронная сеть (рисунок 7) для решения задачи выделения границ на изображении низкой контрастности с объектами нерегулярной формы является достаточно простой, она не требует алгоритмов обучения и настройки синаптических коэффициентов.



Рисунок 7 – Схема нейросетевой структуры для сегментации низкоконтрастного изображения

Таким образом, в работе определен набор инструментов, который позволяет построить автоматизированную систему, повышающую достоверность получаемой информации и используемой в дальнейшем в системе управления качеством продукции и управления технологическим процессом непрерывной разливки стали.

Библиографический список

1. Логунова, О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывно-литой заготовки / О.С. Логунова // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
2. Логунова, О.С. Технология исследования информационных потоков на металлургическом предприятии / О.С. Логунова // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2008. – № 3. – С. 32 – 37.
3. Logunova, O.S. Internal-defect formation and the thermal state of continuous-cast billet / O.S. Logunova // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – № 10. – С. 849-852.
4. ОСТ 14-4-73. Сталь. Метод контроля макроструктуры литой заготовки (слитка), полученной методом непрерывной разливки, введ. 1973.07.01. – М.: Министерство черной металлургии СССР, 1973. – 15 с.

5. ОСТ 14-1-235-91. Сталь. Метод контроля макроструктуры непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката и трубных заготовок. Взамен ОСТ 14-4-73 в части непрерывнолитой заготовки квадратного сечения; введ. 1992.01.01. – М. : Министерство металлургии СССР, 1991. – 37 с.
6. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 G 06 K 9/78. Способ и устройство автоматизированного видеонализа темплетов при непрерывном литье заготовок на МНЛЗ (система СВАН) / Тахаутдинов Р.С., Носов А.Д., Хребто В.Е., Лукьянов В.П., Гайнанов Д.Н., Фадеев В.В., Ардашов М.Г., Маевский В.В., Корзунин Л.Г., Терентьев О.В., Брагин В.Н.; заявитель и патентообладатель ООО Фирма «ДАТА-ЦЕНТР». - № 2003111505/09; заявл. 21.04.03; опубл. 27.09. 05, Бюл. № 27.
7. Замятин Н.В., Якимович Е.А. Фильтрация изображения в задаче распознавания зрительных образов / Н.В. Замятин, Е.А. Якимович // Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений. – Кн. 7: Коллективная монография / Общая ред. А.И. Галушкина. – М.: Радиотехника, 2003. – С. 5 – 12.

ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННОЙ СИНТЕЗА АММИАКА

Торопов Д.В.
*ОАО «Азот»
г. Кемерово*

Эффективность управления сложными технологическими процессами можно значительно повысить, если создать экспертную систему на основе имеющегося опыта управления этими процессами. Одним из таких процессов является синтез аммиака в агрегатах типа АМ-76. Для управления данным агрегатом в цехе «Аммиак – 2», КОО «Азот» используется распределенная система управления CENTUM CS 3000 фирмы Yokogawa. Построение экспертной системы управления осуществляется на примере АРМ оператора участка синтеза аммиака.

На первом этапе работы [1] по результатам обсуждения и анкетного опроса экспертов были определены технологические переменные, которые используются в экспертной системе для выбора величины управляющих воздействий (температура на первой – Т602, Т604; на второй – Т605, Т606, Т607; на третьей полках колонны – Т608, Т609, Т610, Т611; газа на выходе из колонны – Т615, свежего циркуляционного газа на входе в колонну – Т601, первые производные указанных технологических переменных). Выполнено ранжирование технологических переменных в выделенных группах, в зависимости от степени влияния на них соответствующих управляющих воздействий (заслонка байпаса первой полки колонны – ТCV604, заслонка байпаса второй полки – ТCV605, первая заслонка байпаса третьей полки – ТCV608, вторая заслонка байпаса третьей полки – ТCV611, заслонка подачи природного газа в колонну синтеза аммиака НCV606). На основе результатов обработки данных анкетного опроса экспертов сформированы лингвистические переменные и определены их номинальные значения.

Для оценки и анализа реакции колонны синтеза на управляющие воздействия, вырабатываемые экспертной системой, разработана статистическая математическая модель в среде моделирования химических процессов Aspen HYSYS.

Для построения рабочей математической модели в HYSYS строится схема аппарата, отображающая направления материальных и энергетических потоков. При определении количества и направления материальных потоков, а также учета обмена энергией между ними использовалась техническая схема аппарата (рисунок 1). Для задания параметров материальных и энергетических потоков (химический состав, температура, давление и др.)

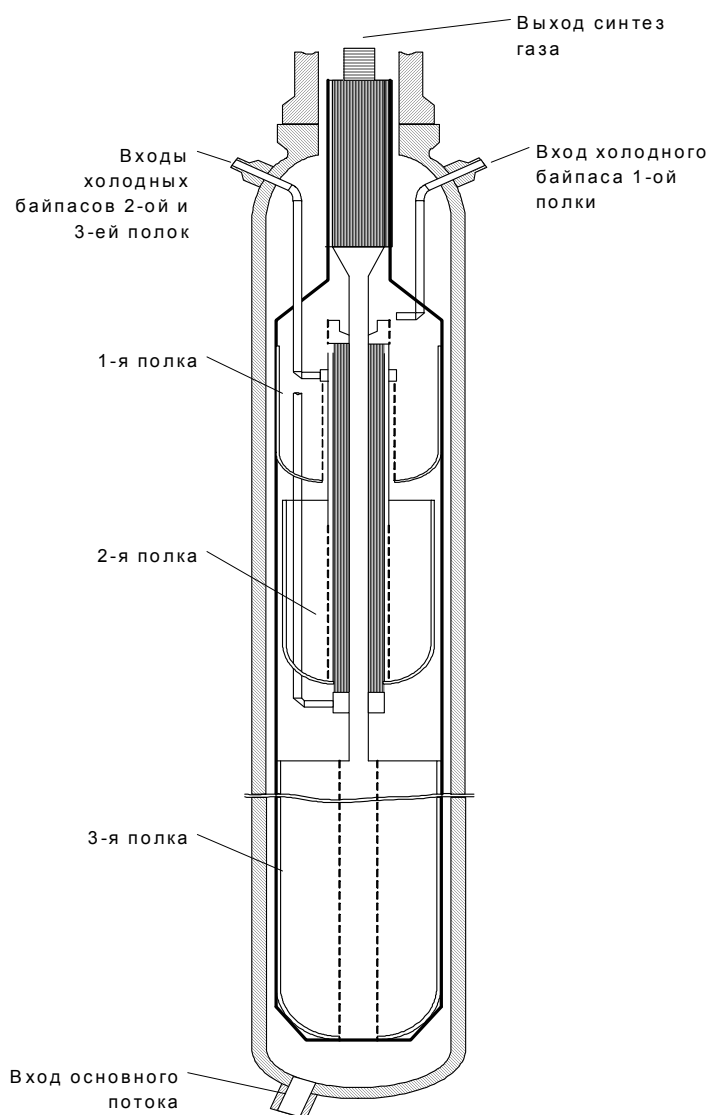


Рисунок 1 – Техническая схема колонны синтеза

используются натурные данные из памяти АСУ ТП, а для не измеряемых параметров - расчетные данные из технологического регламента. Полученные данные записываются в HYSYS (рисунок 2) и сравниваются с реальными данными. Основным параметром для сравнительного анализа реального объекта и математической модели служит сравнение содержания аммиака на выходе из колонны синтеза при различных вариантах расходов азотно-водородной смеси по холодным байпасам и основному потоку. Отклонение расчетных данных от реальных (с учетом погрешности средств измерения) не должно превышать 2,5 % от максимального значения объемной доли аммиака на выходе из колонны синтеза (17 %), что составляет 0,43 об. %.

Для моделирования химической реакции синтеза аммиака с применением катализатора применяется компонент HYSYS «реактор идеального вытеснения», скорость протекания реакции в котором r задается как скорость прямой реакции минус скорость протекания обратной:

$$r = v - v', \quad (1)$$

где v, v' – скорость прямой и обратной реакции соответственно, сек^{-1} ;

Скорость прямой реакции синтеза аммиака, согласно закону действующих масс [2]

запишется в виде:

$$v = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3, \quad (2)$$

где символ $[]$ означает концентрацию реагентов, моль/л.

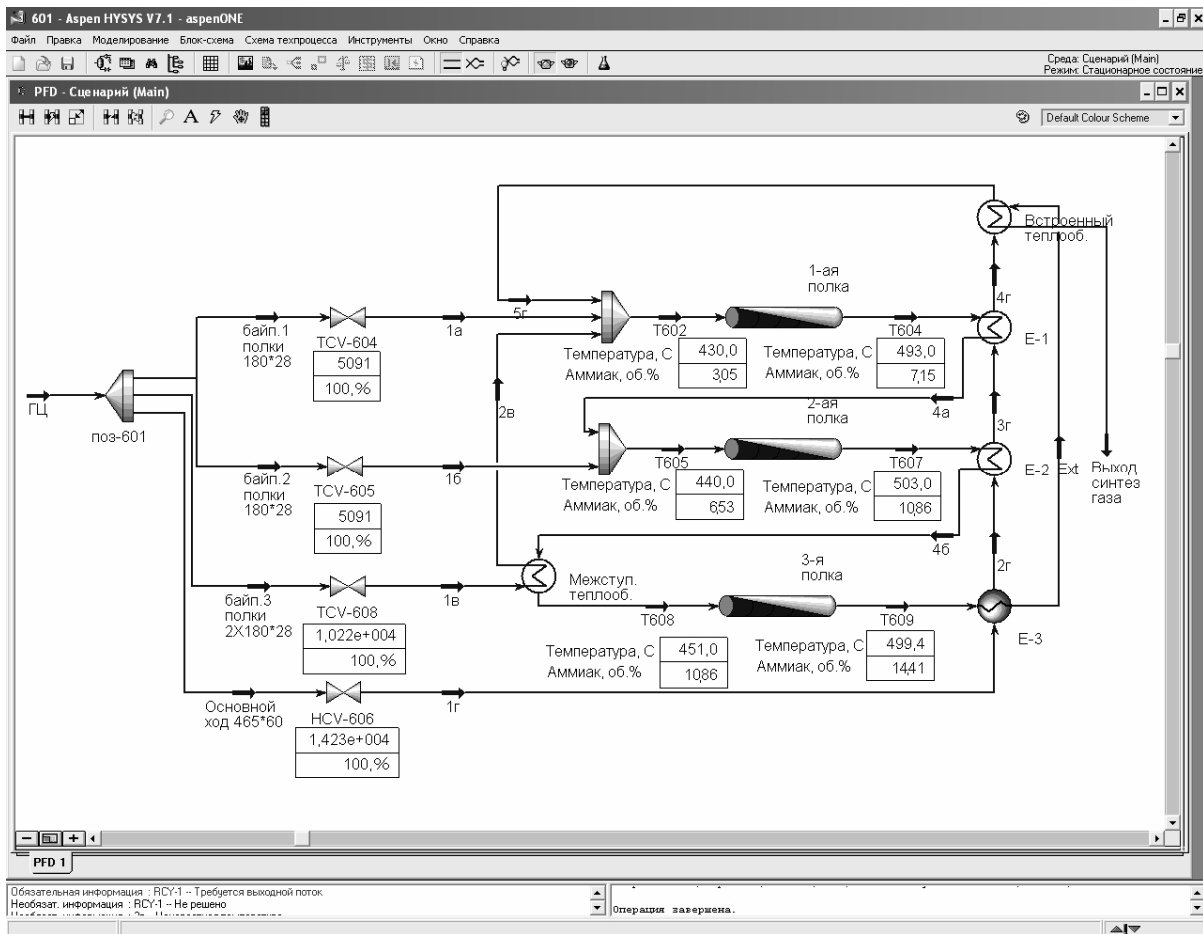


Рисунок 2 – Схема распределения потоков в HYSYS

Константа скорости реакции вычисляется из уравнения Аррениуса:

$$k = A e^{-E_a/(RT)}, \quad (3)$$

где A – предэкспоненциальный множитель, л/(моль·сек); E_a – энергия активации, Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,31441 Дж/(моль·К); T – абсолютная температура, К.

Предэкспоненциальный множитель для простых молекул азота и водорода примерно равен числу соударений молекул $A = Z$, рассчитываемого из кинетической теории газов [2]. Энергия активации определяется по экспериментальным данным из формулы:

$$E_a = \frac{RT_1 T_2 \ln(k_2 / k_1)}{T_1 - T_2}, \quad (4)$$

Значения температур и скорость реакции определяются исходя из данных о технологическом процессе в колонне синтеза, полученным в периоды пуска и остановки агрегата.

После построения схемы потоков математическая модель проверяется на точность путем сравнения с реальными значениями базы данных АСУ ТП. Основными требованиями

ми при создании математической модели были: снижение содержания аммиака на выходе из колонны синтеза при увеличении температуры свыше оптимальной и прекращение протекания реакции синтеза аммиака при снижении температуры ниже критического (рисунок 3).

График построен по натурным данным, полученным в период пуска агрегата. Как видно из графика при отклонении от оптимальной температуры t^+ в ту или иную сторону содержание аммиака на выходе из колонны уменьшается. Данное утверждение верно и для математической модели, т.е. при температуре на полках в оптимальных диапазонах выход продукта – максимальный. При этом в процессе регулирования недопустимо снижать температуру ниже критической, т.к. это может привести к резкому падению температуры, вследствие чего может произойти полное прекращение протекания реакции синтеза.

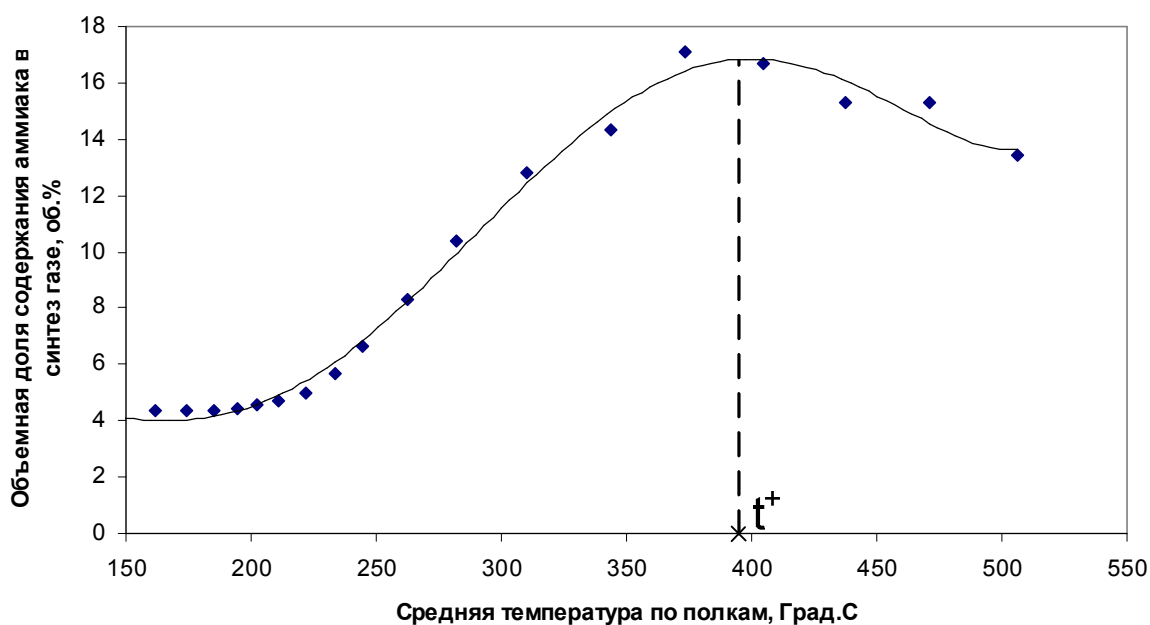


Рисунок 3 – Изменение объемной доли содержания аммиака в зависимости от температуры

Учитывая, что технологическая схема производства аммиака является многоконтурной с множеством рециклов, а также характеризуется существенным запаздыванием, то следующим необходимым этапом построения достоверной математической модели является включение в модель подсистемы захлаживания аммиака из циркуляционного газа, компримирования, смешения циркуляционного газа со свежим газом и повторный возврат в колонну синтеза. Для этого необходимо определить границы моделирования, т.е. границы технологической схемы, за пределами которой внедрение экспертной системы регулирования не окажет значительного влияния [3].

Библиографический список

1. Торопов Д.В., Чупин А.В. Разработка экспертной системы управления синтезом аммиака на основе правил нечеткой логики. Сборник научных трудов XXII Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22». Том 6. – Псков, 2009. – С. 38 – 39.
2. Черчиньяни К. Математические методы в кинетической теории газов. – М.: Мир, 1973.
3. Рей У. Методы управления технологическими процессами. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 368 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЫРЬЕВЫХ И ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ДОМЕННОМ ЦЕХЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ПЛАВКИ

Спирин Н.А.*, Шимова Н.В.*, Лавров В.В.*,
Краснобаев А.В.**, Перминов А.И.*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург,

**ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»
г. Магнитогорск

Главная задача металлургического комплекса страны сегодня состоит в сохранении рынков металлопродукции на базе повышения конкурентоспособности продукции. Решение этой задачи обеспечит достижение стратегической цели развития металлургии – преобразование ее в динамично развивающуюся, высокотехнологичную, эффективную и конкурентоспособную отрасль, интегрированную в мировую металлургию в рамках международного разделения труда. В условиях экономического кризиса металлургические предприятия России работают при исключительной нестабильности спроса на металлопродукцию, что существенно сказывается на обоснованности выбора необходимого вида и объема поставок железорудного сырья и топливно-энергетических ресурсов (кокса, инжектируемого топлива, технологического кислорода). Особое место среди металлургических переделов современной металлургии занимает аглодоменное как самое энергоемкое и сложное. Анализ показывает, что аглодоменное производство относится к классу сложных, энергоемких и одновременно энергораспределенных систем, на долю которого приходится до 60 % топлива, используемого в черной металлургии. В настоящее время каждому металлургическому предприятию приходится самостоятельно решать вопросы закупок, оптимизации состава агломерационной и доменной шихты, в том числе и по экономическим критериям, оценивать рациональность использования различных добавок к дутью, определять стратегию управления комплексом доменных печей. В связи с этим в современных условиях резко возросла потребность в использовании автоматизированных систем оптимизации условий работы доменных печей и их комплексов.

Оптимизационные математические модели и пакеты прикладных программ предназначены для решения комплекса задач в области управления сложными энергонасыщенными комплексами в современной металлургии (на примере аглодоменного производства).

Оптимальное распределение природного газа и технологического кислорода

Математическая модель оптимального распределения топливно-энергетических ресурсов, положенная в основу компьютерной системы поддержки принятия решений распределения инжектируемого топлива и технологического кислорода между печами доменного цеха, представлена в работах [1 – 4]. При постановке задачи оптимизации в качестве цели в зависимости от конкретных условий работы цеха могут задаваться различные критерии, в частности, максимальный экономический эффект от использования комбинированного дутья, максимальная экономия кокса и т.д. В системе учитываются различные виды ограничений: на работу цеха в целом, т.е. связанные с ограниченностью имеющихся ресурсов по природному газу, кислороду, коксу, необходимостью выполнения плана по выплавке чугуна, а также технологические, индивидуальные для данной печи в отдельности, обусловленные различием в конструктивных и режимных параметрах этой печи. При выборе основных ограничений использовались физическое обоснование и классификация лимитирующих факторов при инъекции топлив и обогащении дутья кислородом, основанных на закономерностях тепло-массообмена и газодинамики в современной доменной плавке.

Анализ нелинейности доменного процесса показал, что при решении задач оптимального распределения топливно-энергетических ресурсов в силу относительно неболь-

шого отклонения параметров от базового состояния достаточно использовать линеаризованные зависимости, что позволяет свести задачу оптимизации к математическому программированию. Под базовыми значениями величины понимаются значения, найденные за такой период усреднения информации, при котором влияние динамических погрешностей несущественно. Установлены пределы изменения режимных параметров, при которых допустимо использование линеаризованных моделей.

Разработанное и внедренное в промышленности соответствующее программное обеспечение позволяет решать задачи оптимального распределения природного газа и технологического кислорода в следующих технологических ситуациях:

- в случае изменения свойств проплавленного сырья, режимных параметров работы печей, входящих в рассматриваемую группу;
- при сохранении и изменении объема ресурсов природного газа и (или) технологического кислорода в целом для цеха;
- при изменении требований задания на объем выплавленного чугуна комплексом доменных печей и ресурса по объему кокса;
- при изменении конъюнктуры рынка, т.е. требований обеспечения максимума экономии кокса, обеспечения максимума производства, экономичности работы комплекса печей, цен на топливно-энергетические ресурсы и т.п.

Модельная система поддержки принятия решений выбора оптимального состава шихт в аглодоменном производстве

В силу исключительной энергоемкости и сложности доменного производства существенно возрастает роль научно обоснованных решений, направленных на решение комплекса технологических задач по определению оптимального состава доменных и агломерационных шихт, подбора рационального шлакового, дутьевого, газодинамического и теплового режимов доменной плавки.

Физическая постановка задачи заключается в следующем.

Требуется определить оптимальный состав и расходы компонентов доменной (агломерационной) шихты, выбрать дутьевые параметры, обеспечивающие рациональную производительность и расход кокса, нормальный тепловой, шлаковый, дутьевой и газодинамический режим доменной плавки.

В основу решения задачи положены математические модели:

- сквозного расчета агломерационной и доменной шихты;
- доменного процесса, позволяющая рассчитывать технико-экономические показатели доменной плавки (расход кокса, производительность) при изменении дутьевых параметров, свойств кокса и состава железорудной части шихты;
- расчета свойств первичного и конечного шлака, обессеривающей способности конечного шлака и прогнозирования содержания серы в чугуне;
- теплового и газодинамического режима доменной плавки;
- диагностики хода доменной плавки.

Принципы построения, особенности конструирования, области применения и основные расчетные уравнения для подсистем модели теплового, шлакового, дутьевого и газодинамического режимов доменной плавки, процедуры адаптации этих подсистем подробно описаны в книгах [2 – 4].

Программное обеспечение выбора поставок сырья и оптимального состава шихт в аглодоменном производстве, разработанное для АРМ инженерно-технологического персонала доменного цеха и управления технологией, исследовательских центров металлургических предприятий, представляет собой комплекс объединенных в общую оболочку информационно связанных интерактивных (диалоговых) программных модулей и включает в себя следующие составляющие:

- формирования набора данных о фактических параметрах работы доменной печи (или цеха в целом);
- определения комплекса расчетных параметров и оценку состояния процесса в ба-

зовый период;

- формирования набора данных о работе доменной печи (цеха в целом) при планировании производства, прогноза изменения показателей работы отдельных печей и цеха в целом;

- определения комплекса расчетных параметров состояния процесса при колебаниях топливно-сырьевых условий их работы, а также при изменении параметров плавки и требований, предъявляемых к химическому составу продуктов плавки;

- визуализации, отображения в табличном и графическом виде показателей работы доменного цеха за период, указанный пользователем при загрузке данных, сопоставительный анализ работы доменных печей;

- диагностики газодинамического, шлакового и теплового режимов работы доменной печи (цеха в целом) в различные периоды.

Предусматривается многовариантность моделирования проектного периода, основными из них являются следующие:

Проект 1. Прогнозирование производительности, расхода кокса и железорудных материалов, свойств первичного и конечного шлака, газодинамических параметров плавки при заданных весовых долях и составах всех загружаемых в доменную печь железорудных материалов и флюсов.

Проект 2. Корректировка работы доменной печи при изменении поставок, свойств железорудного сырья и кокса осуществляется составом одного из компонентов железорудной части доменной шихты, например местного агломерата. В отличие от предыдущего, в этом варианте осуществляется расчет при известных составах всех загружаемых материалов в доменную печь, за исключением местного агломерата. При этом корректировка шлакового и газодинамического режимов осуществляется составом (основностью) местного агломерата. В итоге расчета дополнительно определяется требуемый состав (расходы железорудных компонентов, коксика, флюсов) агломерационной шихты.

В общем случае, рациональный режим доменной плавки при изменении поставок железорудного сырья для доменных печей, железорудных компонентов аглошихты, а также при изменении свойств кокса обеспечивается многовариантной корректировкой посредством изменения

- состава железорудной части агломерационной шихты;
- расхода флюсов (известняка, доломита) в агломерационную шихту;
- расхода флюсов (известняка, кварцита и т.п.) в доменную шихту;
- соотношения компонентов железорудной части доменной шихты;
- дутьевых параметров и параметров комбинированного дутья;
- указанных воздействий в их различных сочетаниях.

Оптимальный состав доменной (агломерационной шихты). Математически решение этой задачи сводится к нелинейному математическому программированию. В программном обеспечении предусмотрены следующие варианты целевых функций (показателей):

- вязкость доменного шлака конечного состава при заданной температуре;
- содержание серы в чугуна;
- удельный расход кокса и производительность печи;
- свертка указанных критериев с возможностью настройки весовых коэффициентов.

тов.

Дополнительно вводятся ограничения следующих значений:

- вязкости шлака при его заданной температуре и содержании серы в чугуна;
- основности агломерата и шлака;
- степени уравнивания шихты;
- весовых долей отдельных компонентов доменной и агломерационной шихты, расхода флюсующих добавок. При этом учитывается, что сумма весовых долей железорудной части шихты равна единице.

Для информационного обеспечения решения задач количество параметров, измеряемых и рассчитываемых, например в АСУТП (ОАО «ММК») на одной доменной печи, составляет около 400. Созданные на ряде металлургических предприятий мощные распределенные базы данных, формирование единого информационного пространства на основе промышленных и вычислительных сетей всего аглококсодоменного производства и интеграции его в корпоративную сеть крупного металлургического комбината создают предпосылки для последующего использования разработанной модели и программного обеспечения.

Программное приложение расчета позволяет оперировать с неограниченным количеством как базовых, так и проектных периодов. При этом эти периоды могут находиться в различных отношениях между собой, возможна любая комбинация проектных и базовых периодов.

В основу разработки информационно-моделирующей системы положена современная трехзвенная архитектура. При такой архитектуре, помимо клиента и сервера баз данных, присутствует сервер приложений, выполняющий роль промежуточного звена, что обеспечивает известные преимущества при интеграции программного обеспечения в единое информационное пространство крупного металлургического предприятия. Предусмотрено вспомогательное программное обеспечение, позволяющее в автоматическом режиме формировать файлы с исходными данными для расчета на основании данных о работе находящихся в единой базе данных предприятия. При формировании набора данных о работе печи в базовом периоде исходная информация о параметрах и показателях процесса автоматически считывается из базы данных. Решение задачи прогноза показателей работы печи позволяет в диалоговом режиме оценить изменение ее показателей при колебаниях топливно-сырьевых условий, а также при изменении параметров плавки и требований, предъявляемых к химическому составу продуктов плавки.

Разработанное программное обеспечение предназначено для автоматизированного рабочего места технологического персонала доменного цеха. Его успешное использование на ОАО «ММК» свидетельствует об адекватности разработанной модели, возможности адаптации модели, настройки пакета на конкретные условия функционирования системы и позволяет в режиме «советчика» выбирать виды материалов, их расходы для получения требуемого шлакового режима, а так же оценивать газодинамический режим и технико-экономические показатели доменной плавки. Внедрение современной информационно-моделирующей системы позволило повысить эффективность принятия решений инженерно-техническим персоналом цеха в условиях нестабильности состава и качества проплавленного железорудного сырья, топливно-энергетических ресурсов и изменениях в конъюнктуре рынка.

Разработанное программное обеспечение при соответствующей адаптации можно рекомендовать для управления технологией доменной плавки в реальном времени, для создания автоматизированных рабочих мест инженерно-технического персонала, решении комплекса стратегических задач при планировании производства, поставок железорудного сырья, топлива, оптимального управления энергоресурсами для металлургических предприятий России.

Библиографический список

1. Информационные системы в металлургии / Н.А.Спирин, Ю.В.Ипатов, В.И.Лобанов [и др.]. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2001. – 617 с.
2. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П.Онорин, Н.А.Спирин, В.В.Лавров [и др.]; под ред. Н.А.Спирина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 301 с.
3. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии / Н.А.Спирин, В.В.Лавров, С.И.Паршаков, С.Г.Денисенко. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 307 с.
4. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А.Спирин, В.В.Лавров, В.Ю.Рыболовлев [и др.]. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 456 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Давыдов Ю.Ф.

*Восточно-Казахстанский Государственный технический университет
г. Усть-Каменогорск*

При переработке сульфидного сырья на предприятиях цветной металлургии неизбежно встает вопрос переработки сернистых газов с получением серной кислоты. Этот раздел является неотъемлемой частью технологии и требует решения вопросов оптимизации производства. Нарушение экологического равновесия промышленно развитых регионов, связано с содержанием в выбросах сернокислотных цехов токсичных соединений серного и сернистого ангидрида, а также паров серной кислоты. Возникающие при этом полидисперсные, двухфазные потоки являются нестационарными, что затрудняет проведение контроля за качеством технологических процессов производства серной кислоты и за параметрами выбросной массы. В настоящее время, контроль технологического режима получения серной кислоты осуществляется на основе данных по температурам в различных точках технологической схемы. В отходящих газах контроль концентрации серной кислоты и сернистого ангидрида осуществляется периодически силами лабораторий санитарного контроля на основе методических указаний № 4588-88, утвержденных Главным санитарным врачом в 1988 г. Методики, связанные с пробоотбором исключают возможность выполнения оперативного управления технологическим процессом и препятствуют снижению уровня экологического воздействия на окружающую среду. Это осложняется и тем, что технология включает в себя сложные режимы течения, формирующиеся при подаче или отводе жидкости или газа, при передаче энергии или информации через жидкую или газовую среду. Подобные течения возникают в системах и устройствах очистки и отвода газовых и газожидкостных сред на предприятиях цветной металлургии, связанных с образованием значительных объемов запыленных технологических и вентиляционных газов. Для преодоления перечисленных негативных факторов возникает необходимость создания оптимальных, с гидравлической точки зрения, компоновок трубопроводных систем с минимальным гидравлическим сопротивлением, создающих монодисперсные, прогнозируемые и легко контролируемые двухфазные потоки.

Было проведено экспериментальное изучение физических характеристик и структуры закрученного двухфазного потока с переменным отбором массы, разработка и внедрение оптимальной конструкции сепаратора-аккумулятора со стабильной зоной пониженного давления и монодисперсным содержанием паров серной кислоты. Объединение в единый высокоэффективный измерительный комплекс сепаратора и оптического пылемера и на основе его применения разработаны рекомендации по контролю и технологии сернокислотного производства с уменьшением доли токсичных выбросов.

Создание непрерывной измерительной системы «оптический пылемер – сепаратор – аккумулятор» двухфазных потоков предусматривает измерение и контроль концентраций изучаемых параметров потоков при изменении их характеристик в широких пределах. Оптический пылемер устанавливается на рабочем участке сепаратора на расстоянии большем $X_{нач}$ (начальный участок) закручивающего устройства, то есть вне предела зона обратных течений (рисунок 1).

Измерительный комплекс монтируется жестким присоединением оптического пылемера в контрольном створе рабочего участка сепаратора с выходом на вторичные приборы преобразования оптического сигнала. Конструктивная схема соединения пылемера и сепаратора показана на рисунке 2. Глубина сигнала комплекса регулируется подвижным механизмом крепления пылемера в измерительном сечении сепаратора [1].

Измерительная система «сепаратор – аккумулятор – оптический пылемер» устанавли-

ливаются непосредственно перед входом в санитарную выбросную трубу, что позволяет фиксировать концентрации токсичных сернистых выбросов в атмосферу в их сформированном состоянии.

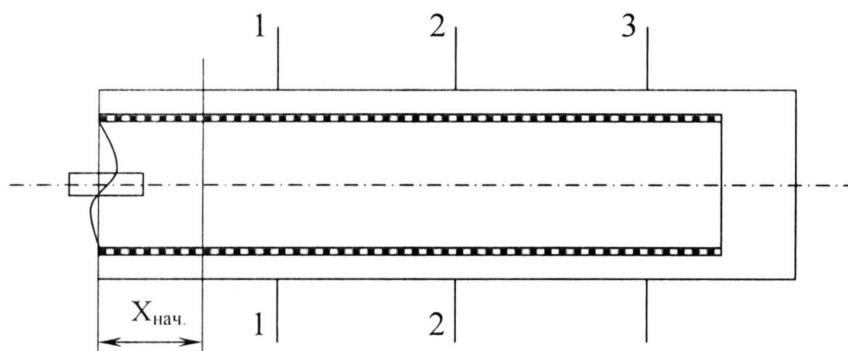


Рисунок 1 – Установочные сечения для оптического пылемера на рабочем участке сепаратора

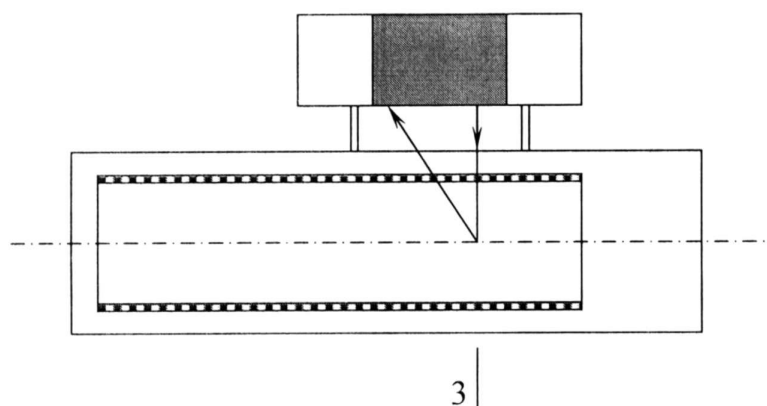
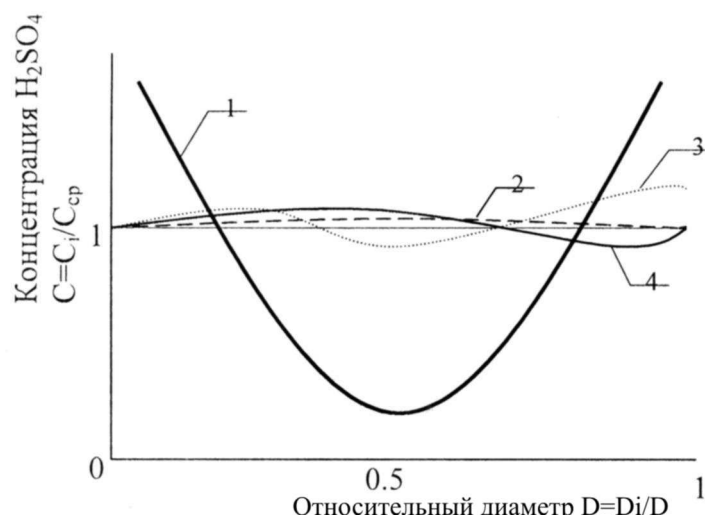


Рисунок 2 – Схема установки оптического пылемера в измерительном створе сепаратора

При значениях параметра движения числа Рейнольдса $Re =$ от 5000 до 100000 наибольший эффект показывает применение аксиально-лопаточного АЛ-завихрителя с диаметром центробежного тела $d_0=150$ мм. При этом достигается фактически монодисперсный, по распределению капельной и парообразной серной кислоты, поток.

В зависимости от расходных характеристик газовых потоков предполагается установка оптического пылемера в различных мерных сечениях. При расходах потоков с $Q>30000$ м³/ч оптический пылемер устанавливается в третьем мерном сечении ($X/D_1 = 3,5$), создаваемые в данном створе зона пониженного давления и распределение скоростей позволяет получить фактически прямую распределения концентрации и капель серной кислоты (линия 2 рисунок 3), что соответствует монодисперсному по H_2SO_4 распределению с равными размерами жидкой фазы H_2SO_4 . В формируемом потоке при этом предполагается резко развитая полидисперсность потока (по H_2SO_4), то есть наличие в жидкой фазе капель с большим разбросом по диаметру (от 10^{-9} до 10^{-3} м).

При расходах газовых смесей $Q = 15000 - 40000$ м³/ч целесообразнее устанавливать оптический пылемер во втором измерительном створе $X/D_1 = 2,33$, зона пониженного давления при этом сужается, а распределение концентрации H_2SO_4 по диаметру сепаратора показана на рисунке 3 линия 3. В случае работы системы с расходами $Q < 20000$ м³/ч возможна установка оптического пылемера в первом измерительном сечении $X/D_1 = 1,17$, распределение концентрации H_2SO_4 по диаметру сепаратора соответствует линии 4 на рисунке 3.



C – безразмерная концентрация H_2SO_4 в потоке; $C = C_i/C_{cp}$, C_{cp} – средняя концентрация H_2SO_4 в потоке; 1 – распределение C в потоке без установки сепаратора; 2 – при установке оптического пылемера в третьем измерительном сечении $X/D_1 = 3,5$; 3 – при установке оптического пылемера во втором измерительном сечении $X/D_1 = 2,33$; 4 – при установке оптического пылемера в первом измерительном сечении $X/D_1 = 1,17$

Рисунок 3 – Распределение концентрации H_2SO_4 по диаметру сепаратора для АЛ-завихрителя с диаметром центрального тела $d_o = 150$ мм

В случае необходимости измерения концентрации H_2SO_4 в потоках с очень большими расходами и скоростями (соответственно при $Re > 1100000$), а так же при значительной полидисперсности по H_2SO_4 и существенном разбросе диаметров капель и паров серной кислоты перемещаемой с газовым потоком возможно применение АЛ-завихрителя с меньшим диаметром внутреннего тела ($d_o = 76$ мм) и большей высотой лопаток (188 мм). При этом перепад давления P_{max}/P_{min} увеличивается до 100 при некотором уменьшении общей зоны пониженного давления. Концентрация паров H_2SO_4 соответствует линии 2 на рисунке 3.

При расходах $Q < 1000$ м³/ч при незначительной полидисперсности потока возможно применение пристеночной закрутки потока (модель 4). В этом случае достигается наибольшая величина области пониженного давления, но перепад P_{max}/P_{min} уменьшается при этом до 20.

Исследования показали, что сепаратор-аккумулятор с АЛ-завихрителем способен формировать монодисперсный поток с достаточно большим содержанием капель серной кислоты и различным взаимным содержанием H_2SO_4 , SO_2 и SO_3 , то есть на различных промежуточных газоходах сернокислотных производств предприятий цветной металлургии. Экспериментальные исследования проводились при значительных колебаниях температуры потоков ($t =$ от 30 до 180 °С) и показали эффективность работы измерительной системы «оптический пылемер - сепаратор-аккумулятор» в данном диапазоне температур.

Измерение концентрации капельной серной кислоты на входе в санитарную трубу и установленная зависимость между концентрацией H_2SO_4 и температурой в кипящем слое печи КС (рисунок 4) дают возможность создания единой регулирующей системы, связывающей основное производство цинковых заводов с производством серной кислоты.

Применение измерительного комплекса «оптический пылемер-сепаратор-аккумулятор» позволило определить эмпирические зависимости изменения концентрации серной кислоты, сернистого ангидрида и двуокиси серы на входе в санитарную трубу от температурного и динамического режимов работы отдельных узлов и устройств сернокислотного производства на предприятиях цветной металлургии. Это дает возможность с

большой точностью прогнозировать концентрацию сернистых выбросов, либо ожидаемый в последующий временной промежуток тепловой и динамический режим работы соответствующих участков производства серной кислоты.

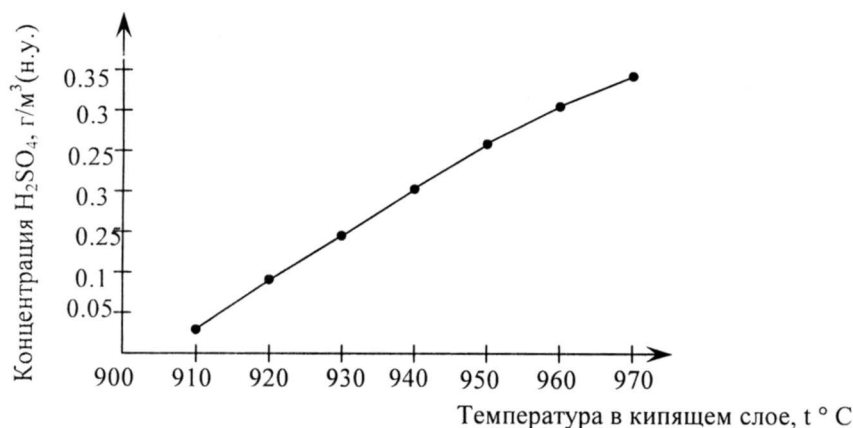


Рисунок 4 – Зависимость содержания капельной серной кислоты на входе в санитарную трубу от температуры в кипящем слое печи КС

Сложность взаимосвязи содержания сернистых компонентов между собой, приводит к необходимости определения эмпирических зависимостей, связывающих между собой концентрации H₂SO₄, SO₂ и SO₃ в выбросных потоках, что позволяет оптимизировать работу соответствующих узлов сернокислотного производства, ответственных за формирование соответствующих выбросов. Так зависимость содержания SO₃ и SO₂ определяется через их средние по потоку концентрации С

$$C_{SO_3} = C_{SO_2} / (a + v \cdot C_{SO_2}), \quad (1)$$

где $a = 0,00002$; $v = 0,093$

Содержание серной кислоты (капельная форма) и двуокиси серы связано зависимостью:

$$C_{H_2SO_4} = C_{SO_2} / (a + v \cdot C_{SO_3}), \quad (2)$$

где $a = -0,0003$; $v = 0,1001$

Содержание серной кислоты и сернистого ангидрида выражается через зависимость:

$$C_{H_2SO_4} = a + v \cdot C_{SO_2}^n, \quad (3)$$

где $a = 0,053$; $v = 959,31$; $n = 0,5$

Содержание H₂SO₄ в зависимости от расхода массы выбросов можно определить из математической зависимости, которую можно выразить в функциональном виде:

$$\begin{aligned} C_{H_2SO_4} &= f(Q, C_{SO_2}), \\ C_{SO_2} &= f(Q), \end{aligned} \quad (4)$$

где $C_{SO_2} = a \cdot Q / (v + Q)$

Зависимость содержания отдельных компонентов на входе в санитарную трубу можно записать в виде экспериментальных зависимостей.

Библиографический список

1. Боченинский В.П., Давыдов Ю.Ф. Гидравлические исследования устройств по разделению и соединению потоков. Материалы научно-технической конференции КАМАЗ-КАМПИ-Набережные челны, КАМПИ, 1990. – С. 26.

О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗАГОТОВОК В ТРЕХФАЗНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Данилушкин А.И., Никитина Е.А.

Самарский государственный технический университет

г. Самара

Одной из актуальных тенденций последних десятилетий является расширение области применения энергоёмких электротехнологических процессов, в частности – процесса индукционного нагрева металлов. Применение индукционного нагрева в условиях интенсификации производства обусловлено рядом причин, среди которых основными можно назвать следующие: малая тепловая инерция установки и её постоянная готовность к работе; простота обслуживания установки; высокая надёжность, связанная с невысокими рабочими температурами футеровки; малый угар металла; быстрый нагрев; легкость автоматизации процесса; высокая производительность и хорошее использование производственных площадей; улучшение условий труда. Перечисленные преимущества создают благоприятную почву для применения автоматизированных установок индукционного нагрева.

Примером энергоэффективной энергосберегающей установки может служить установка индукционного нагрева крупногабаритных цилиндрических заготовок в трехфазном магнитном поле. Предполагаемая конструкция трехфазного индуктора представляет цилиндрический магнитопровод, в пазах которого расположена трехфазная катушка, выполненная из водоохлаждаемой медной трубки. Такая конструкция обладает двумя значительными преимуществами – обеспечивает симметричную загрузку фаз питающей энергосистемы и обладает более высоким коэффициентом мощности.

Однако для обеспечения наилучших технико-экономических показателей работы такого рода индукционной установки требуется не только поиск оптимальных конструктивных параметров, но и реализация оптимальных по выбранным критериям эффективности режимов функционирования установки с использованием систем автоматизированного управления.

С точки зрения управления процесс индукционного нагрева является объектом с распределенными параметрами. Состояние объекта однозначно можно определить распределением температуры нагреваемого тела в пространстве и во времени. Общая задача управления процессом индукционного нагрева сводится к отысканию таких управляющих воздействий, которые переводят допустимым образом объект из начального состояния в конечное желаемое с учетом заранее выбираемых качественных показателей. Строгая постановка задачи управления процессом индукционного нагрева требует построения математической модели с учетом всех нелинейных взаимозависимостей параметров, включаемых в модель. Значимую роль при создании системы управления процессом индукционного нагрева играет также выбираемый критерий оптимальности, а именно метод его формальной оценки. Относительно индукционного нагрева наиболее часто используемыми критериями является либо быстродействие, либо точность нагрева.

Особенности электротехнологических индукционных установок как объектов управления определяются сложным характером взаимосвязанных электро- и теплофизических процессов, ярко выраженной неравномерностью пространственного распределения внутренних источников тепла, возбуждаемых электромагнитным полем индуктора, зависимостью распределения мощности внутреннего тепловыделения от температуры обрабатываемых изделий. В этих условиях без разработки адекватных проблемно-ориентированных математических моделей процессов индукционного нагрева в установках различного технологического назначения и построения на их основе качественных методов расчета и оптимизации конструктивных и режимных параметров становится невозможным.

можным решение на уровне современных требований практически важных задач проектирования, автоматизации и эксплуатации высокоэффективных индукционных нагревателей.

В работе рассматриваются вопросы исследования проблемно-ориентированной математической модели процесса индукционного нагрева цилиндрической заготовки, на основании которой реализуется система автоматического управления температурным полем объекта.

Динамические свойства рассматриваемого объекта относительно пространственно-временного распределения температуры по объему нагреваемого тела описываются дифференциальным уравнением в частных производных вида [1]

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = a \cdot \left[\frac{\partial^2 T(r,t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right] + \frac{w(r,t)}{c\gamma}, \quad 0 < r < R, \quad (1)$$

с начальными и граничными условиями

$$T(r,0) = 0; \quad \frac{\partial T(R,t)}{\partial r} + \frac{\alpha}{\lambda} \cdot (T(R,t) - T_c) = 0; \quad \frac{\partial T(0,t)}{\partial r} = 0, \quad t \geq 0, \quad (2)$$

Здесь $T(r,t)$ - температурное распределение по радиусу цилиндра; $w(r,t)$ – источники внутреннего тепловыделения; c, γ – удельная теплоемкость и плотность соответственно, T_c – температура среды.

Характер распределения вихревых токов $w(r,t)$ зависит от многих факторов, прежде всего, от электро- и теплофизических свойств материала нагреваемого изделия, частоты источника питания и др., а плотность вихревых токов определяется подводимым к индуктору напряжением и величиной зазора между индуктором и заготовкой. Из перечисленных факторов внешними параметрами, влияющими на интенсивность и форму распределенных управляющих воздействий, являются напряжение, частота и величина зазора. Эти параметры можно рассматривать как входные параметры объекта управления.

Температурное поле объекта (1) может быть представлено в форме бесконечного сходящегося ряда Фурье по некоторой полной ортогональной системе функций [2], в частности, для случая одномерного распределения температуры по пространственной координате r в виде следующего ряда по ортогональной системе $\eta_n(r)$, $n=1, 2, \dots$

$$T(r,t) = \sum_{n=1}^{\infty} Z_n(t) \eta_n(r). \quad (3)$$

Здесь коэффициенты ряда $Z_n(t)$, зависящие только от времени t (временные моды), определяются только начальными условиями и входными воздействиями, а $\eta_n(r)$ (пространственные моды) могут быть, в частности, выбраны в виде собственных функций соответствующей тепловой задачи.

Функции $Z_n(t)$ в этом представлении при описании $T(r,t)$ линейным одномерным уравнением теплопроводности являются решением уравнения

$$\frac{dZ_n(t)}{dt} = -\mu_n^2 Z_n(t) + \gamma_n U(t), \quad (4)$$

где μ_n – собственные числа, γ_n – коэффициенты разложения в ряд по системе $\eta_n(r)$ функции $F(r)$, где стандартизирующая функция удельной мощности внутренних источников тепла $\Phi(r,t) = F(r)U(t)$ предусматривает сосредоточенное управление $U(t)$ по мощности источников тепла или их фиксированное распределение $F(r)$ по координате [3]. Тогда точное выражение для передаточной функции объекта принимает вид бесконечной суммы передаточных функций элементарных динамических звеньев

$$W_n(r, p) = \frac{T(r, p)}{U(p)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n^2 K(r)}{T_n p + 1}, \quad (5)$$

где $T_n = 1/\mu_n^2$, $K_n(r) = \eta_n(r)$.

Управляющие воздействия в виде функции распределения внутренних источников тепла являются пространственно-распределенными, причем, области определения этих воздействий могут не совпадать с областью определения регулируемой распределенной функции состояния процесса. Кроме того, на управляющие воздействия и температурные поля объекта накладываются ограничения как по уровню, так и по характеру их распределения. В этих условиях не удается непосредственно использовать в целях синтеза систем автоматического управления пространственно распределенным объектом традиционный аппарат автоматического управления, в том числе стандартные приемы структурного моделирования, на которых базируется большинство известных инженерных методик. Тем не менее, для сложных распределенных систем, к которым относятся рассматриваемые объекты, структурный подход остается одним из наиболее эффективных общих методов анализа и синтеза.

Для практических расчетов достаточно ограничиться конечным числом N слагаемых, выбирая здесь коэффициенты передачи $K_n(r)$, постоянные времени $T_n(r)$ элементарных звеньев из условия минимизации квадратичной интегральной ошибки приближения к точной передаточной функции.

$$J(K_n^*, T_n^*) = \int_0^{\infty} [W_T^2(j\omega, r) - W_A^2(j\omega, r)] d\omega \rightarrow \min K_n^*, T_n^*, \quad (6)$$

где $W_A(j\omega, r) = \sum_{n=1}^N \frac{\gamma_n K_n^*(r)}{T_n^*(r)j\omega + 1}$.

Полученные в работе результаты экспериментальных исследований частотных и временных характеристик объекта по различным каналам управляющих и возмущающих воздействий подтверждают работоспособность предложенной математической модели.

Для случая, когда при управлении требуется учитывать неравномерность распределения температурного поля не только по радиусу, но и по длине, температурное поле описывается двумерным уравнением теплопроводности. В случае двумерной модели потери тепла, как с боковой, так и с торцевых поверхностей заготовки, описываются краевыми условиями третьего рода. Предложена оценка точности полученной аналитической модели температурного поля путем сравнения с данными численного моделирования и натурных экспериментов. Численное моделирование производилось с помощью среды технологических расчетов – MATLAB. Анализ результатов показал, что расхождение результатов расчета численным методом и по аналитической модели не превышает 3 %, что позволяет принять в последующем при синтезе систем управления объектом с распределенными параметрами описанную модель объекта управления.

Для рассматриваемых объектов существует возможность управлять температурным полем непосредственно через задание вида кривой распределения удельной мощности теплоисточников по объему. Желаемая кривая распределения удельной мощности теплоисточников в любой момент аппроксимируется прямой и коэффициенты линеаризации используются для определения напряжения и частоты источника питания индуктора. Рассмотрена задача синтеза замкнутой системы управления температурным полем нагреваемого цилиндра применительно к двум возможным способам формирования сигналов обратных связей – непосредственно по контролируемым значениям температуры и по оценкам состояния объекта, в роли которых выступают временные моды модального представления объекта. В первом варианте в качестве контролируемых параметров целесообразно использовать температуры поверхности и центра, которые измеряются с помощью термо-

пар и сравниваются с заданными значениями температур. Сигналы рассогласования преобразуются по законам регулирования и определяют требуемые значения мощности внутренних теплоисточников. Эти сигналы используются для вычисления коэффициентов линеаризации распределения мощности внутренних теплоисточников по радиусу. Коэффициенты линеаризации служат для определения частоты и напряжения, подводимого к индуктору, и, следовательно, определяют распределение температуры по объему изделия.

Гарантированное отсутствие связанности контуров регулирования позволяет обеспечить система модального управления, основывающаяся на модальном представлении объекта. Здесь каждый контур управления отвечает за состояние одной временной моды, которая никак не влияет на остальные временные моды благодаря свойству ортогональности собственных функций объекта управления. Требуемую информацию о сигналах рассогласования по N модам можно получить, используя обратные связи по температуре в различных точках по объему заготовки, число которых совпадает с числом N учитываемых мод.

Моделирование системы модального управления осуществлялось в среде технологических расчётов – MATLAB, а также сопутствующей системы для моделирования динамических нелинейных систем – Simulink. MATLAB позволяет моделировать температурное поле цилиндра с помощью инструментария для решения дифференциальных уравнений в частных производных – PDE Toolbox (Partial Differential Equation Toolbox). С целью учёта динамического изменения параметров системы используется система Simulink, дополненная специально разработанным блоком-функцией, позволяющим на каждом шаге динамического расчёта обращаться к PDE Toolbox для вычисления температурного поля изделия. При этом на каждом шаге расчёта запоминается текущее состояние температурного поля, которое на следующем шаге используется как начальное температурное распределение. Сформулированная для PDE Toolbox задача расчёта температурного поля цилиндра учитывает сложную геометрию и неравномерность распределения теплоисточников по объему изделия. Все физические характеристики материала изделия приняты независимыми от температуры, благодаря чему имеет значение только разность температур поверхности цилиндра и окружающей среды, которая влияет на величину тепловых потерь с поверхности изделия.

Проведен анализ качественных показателей системы модального управления при отработке ступенчатых возмущений по различным каналам воздействия (изменение напряжения индуктора, изменение частоты источника питания, коэффициента теплообмена и др.). Результаты анализа показали высокую эффективность системы в динамике. Ввод нелинейности в численную модель объекта управления позволил сделать вывод о удовлетворительном качестве регулирования разработанной системы, несмотря на то, что при синтезе системы использовалась линейная математическая модель объекта управления и линейная аппроксимация сложной пространственной зависимости распределения внутренних источников тепла. Анализ поведения системы модального управления в динамике при отработке различных возмущающих воздействий показал высокую эффективность предлагаемой системы, позволяющей обеспечить весьма жесткие технологические требования. Рассмотренный в работе подход к синтезу распределенных систем управления нагревом можно так же рекомендовать для реализации систем управления других видов объектов с распределенными параметрами. Система ориентирована на аппаратное и программное обеспечение современных микроконтроллеров.

Библиографический список

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.
2. Рапопорт Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем с распределенными параметрами. М.: Высшая школа, 2003.
3. Рапопорт Э.Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами. М.: Высшая школа, 2009.

НОРМАТИВНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УЧЕТА ИТ-АКТИВОВ И ИХ КОНФИГУРАЦИЙ

Зимин В.В., Левченко С.П., Зимин А.В.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Введение. Никакая организация не может быть эффективной, если она не оптимизирует свои активы, в особенности те активы, которые являются критически важными для бизнеса её клиентов. Система учета ИТ-активов и конфигураций (SACM) предназначена для создания и поддержки в актуальном состоянии конфигурационной базы данных (CMDB), описывающей с заданной точностью активы ИТ-провайдера [1, 2]. Все ИТ-сервисы и ИТ-процессы представляют собой структурированные совокупности взаимодействующих ИТ-активов и их конфигураций. Состав и связи между этими активами отражаются в CMDB. В статье рассматривается нормативная модель системы учета конфигураций ИТ-активов: её цели, задачи, структура и механизмы функционирования.

Цели системы управления учетом активов и конфигураций:

– Обеспечение актуальной информацией об ИТ-активах, необходимой для эффективного решения задач формирования стратегии, проектирования, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и непрерывной оптимизации ИТ-сервисов.

– Минимизация числа и масштаба воздействия инцидентов и проблем, возникающих при эксплуатации ИТ-сервисов, вызываемых некорректной информацией об ИТ-активах и их конфигурациях в CMDB.

– Инициирование проектов по оптимизации сервисных активов и их конфигураций.

Задачи SACM, соответствующие сформулированным целям:

Определение, регистрация, учет, выполнение функций аудита и верификации сервисных активов и конфигурационных элементов, включая их версии, базовые состояния, составляющие компоненты, а также соответствующие атрибуты и отношения.

Обеспечение целостности данных о сервисных активах и конфигурационных элементах на всех этапах жизненного цикла ИТ-сервиса посредством применения авторизованных ИТ-компонентов и выполнения авторизованных изменений.

Структурная модель конфигурации и конфигурационные элементы. Система управления активами и конфигурациями формирует структурную модель ИТ-сервисов (совокупность сервисных компонентов и взаимосвязей между ними) и отображает информацию об этих элементах и отношениях между ними в базе данных конфигураций (CMDB). Пример конфигурации ИТ-сервиса показан на рисунке 1.

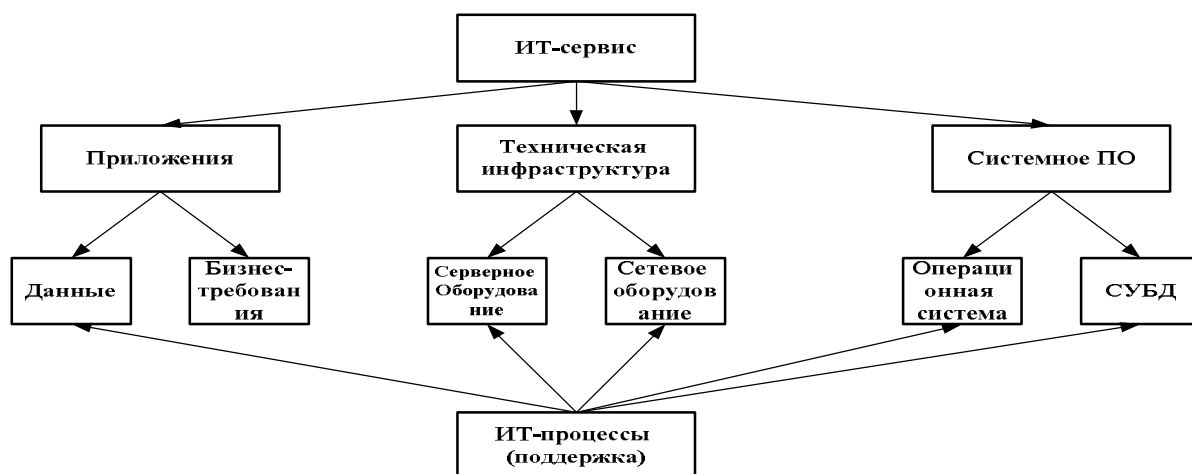


Рисунок 1 – Структурная модель ИТ-сервиса

Действительная полезность *логической структуры ИТ-актива или конфигурационного элемента* обусловлена тем, что эта модель является единственным описанием, которое используется всеми ИТ-системами и функциональными бизнес-процессами (HR, FM, MM, FI, и др.) [4]. Логическая модель ИТ-активов и конфигураций должна быть более структурированной в тех фрагментах, где поставщику сервисов требуется больший контроль над элементами.

Конфигурационный элемент (CI) – отдельный актив, сервисный компонент или другой элемент, который отражен в логической модели активов и конфигураций и находится в области определения SACM. Конфигурационные элементы могут изменяться в широком диапазоне сложности, размеров и типов, от полного ИТ-сервиса или отдельной системы (включая аппаратные средства, программное обеспечение, документацию и персонал поддержки), до единственного программного модуля или незначительного компонента аппаратных средств. Отдельные конфигурационные элементы могут быть объединены в более сложную конфигурацию, которая становится объектом управления какого-либо ИТ-процесса (например, подмножество изменений ИТ-активов может быть объединено в отдельный релиз для развертывания в тестовой и/или продуктивной среде). Конфигурационные элементы определяются на основе специально формируемых критериев выбора, компоновки, классификации. Жизненный цикл каждого определенного конфигурационного элемента становится объектом управления SACM. Примеры некоторых категорий конфигурационных элементов: CIs, описывающие жизненный цикл ИТ-активов; CIs сервиса; организационные CIs; интерфейсные CIs.

Система учета конфигураций (CMS). Для реализации сложной системы учета конфигурационных элементов, создается специальная подсистема SACM, которую называют системой управления конфигурациями (CMS).

CMS содержит информацию обо всех определенных на текущий момент конфигурационных элементах (CIs). Некоторые из этих элементов имеют ссылки на спецификации или файлы, которые описывают содержание элементов (программное обеспечение, документ или фотография). Например, сервисный конфигурационный элемент включает такие подробности, как тип поставщика, стоимость сервиса, дату закупки, дату возобновления лицензий и контрактов на обслуживание и сопутствующую документацию (SLAs, OLAs, [1]). Система управления конфигурациями находит широкое применение. Например, данные об ИТ-активах, содержащиеся в CMS, можно сделать доступными для системы управления финансовыми активами с тем, чтобы выполнять специфические операции управления активами для внешней отчетности. Система CMS поддерживает связи между всеми сервисными компонентами и соответствующими инцидентами, «проблемами», известными ошибками, изменениями и релизами документации, и может содержать корпоративные данные о персонале, поставщиках, о размещении бизнес-подразделений, заказчиков и пользователей.

Безопасные библиотеки и склады.

Безопасная библиотека – совокупность программных продуктов известного типа и качества с электронным или документированным представлением. Доступ к содержанию безопасной библиотеки ограничен. Безопасные библиотеки нужны для того, чтобы использовать хранящиеся в ней ИТ-компоненты или их спецификации гарантированного качества на всех стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса. *Безопасный склад* – место для хранения оборудования известного типа и качества. Этот склад идентифицирован в SACM, что позволяет использовать информацию о содержимом склада, в частности, для реализации процедур развертывания релизов и сервисов. Безопасные склады играют важную роль в обеспечении безопасности и непрерывности ИТ-сервисов, обеспечивая надежный доступ к оборудованию известного качества.

Базовый уровень конфигурационного элемента – конкретная конфигурация актива, которая авторизована на основе формальной процедуры (признана пригодной для выполнения согласованных функций) и может быть изменена только через формальные проце-

дуры процесса управления изменениями. Базовый уровень конфигурации описывает структуру, содержание, другие характеристики и параметры конфигурационного элемента и составляющих его компонентов.

Задание базового уровня конфигурации устанавливает некоторую точку отсчета, которая позволяет:

- фиксировать вехи разработки, эволюции или оптимизации сервиса (например, базовый уровень ИТ-сервиса на стадии проектирования);
- собирать сервисный компонент из авторизованного набора конфигурационных элементов;
- изменять или восстанавливать определенную версию конфигурации при необходимости;
- обеспечивать условия для инвентаризации, конфигурационного аудита и возврата в исходное состояние систем при неудачном изменении.

Снимок конфигурации используется для фиксации во времени текущего состояния конфигурационного элемента или целевой среды. Снимок не подлежит формальному рассмотрению и авторизации. Он только документирует состояние конфигурационного элемента в определенный момент времени, которое может содержать ошибки и неавторизованные конфигурационные элементы (CIs).

Структура системы управления конфигурациями приведена на рисунке 2.

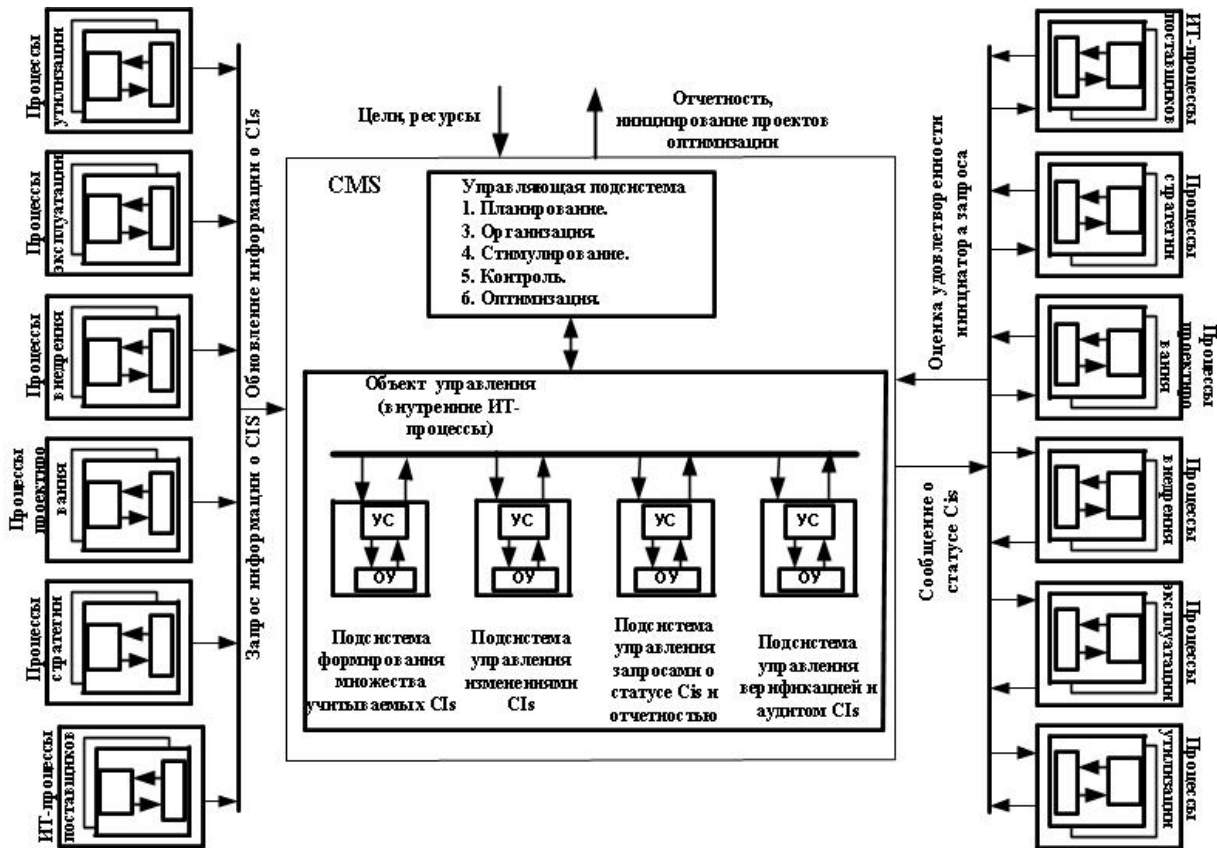


Рисунок 2 – Типовая структура системы управления конфигурациями

ITIL не предлагает эффективных механизмов формирования и учета конфигурационных элементов. Менеджеры CMS разрабатывают эти механизмы в ориентации на потребности ИТ-процессов всех стадий жизненного цикла ИТ-сервиса, опираясь на теорию управления организационными системами [3] и процессный подход к управлению [4].

Подсистема формирования множества конфигурационных элементов требует, в частности, решения задач, перечисленных ниже:

- Определение и документирование критериев выбора конфигурационных элементов.
- Выбор конфигурационных элементов и компонентов, соответствующих заданным критериям.
- Определение уникальных кодов для конфигурационных элементов.
- Определение атрибутов для каждого конфигурационного элемента.
- Задание процедуры, позволяющей определить, когда конфигурационный элемент попадает под контроль процесса управления конфигурациями.
- Определение владельца каждого конфигурационного элемента для каждой стадии ЖЦ.

Структура конфигураций и определение конфигурационных элементов.

Ключевой задачей управления учетом конфигураций является определение конфигурационных элементов самого высокого уровня иерархии, на котором необходимо контролировать соответствующие CIs, для каждого типа активов. Последующая структуризация нижних уровней (определение для них составляющих конфигурационных элементов) осуществляется посредством применения принципа декомпозиции и решения вопроса о целесообразности структуризации CIs текущего уровня на составляющие. Каждый CI может существовать одновременно как составляющий компонент любого числа других CIs. Например, записи базы данных могут использоваться многими приложениями. Возможность отображать множественные отношения посредством различных структур конфигураций улучшает анализ доступности CIs, анализ их воздействия и соответствующую отчетность.

Подсистема управления изменениями конфигурационных элементов имеет целью своевременное отражение в CMDB данных об изменяемых параметрах физических активов и/или их конфигурациях. Без специальных механизмов управления данные в CMDB об активах и их конфигурациях не будут соответствовать характеристикам физической среды. *Никакой физической конфигурационный элемент не должен быть добавлен, изменен, заменен или удален без соответствующего отражения в CMDB.* Перечень некоторых механизмов и процедур управления изменениями CIs приведен ниже:

- Механизмы управления лицензиями.
- Механизмы управления изменениями ИТ-сервисов и процессов.
- Механизмы управления версиями сервисных активов, программного обеспечения и версиями аппаратных средств.
- Механизмы управления доступом к средствам обслуживания, CMDB и CMS.
- Механизмы управления сборкой сервисных компонентов.
- Механизмы выполнения релизов в тестовой и/или продуктивной среде с использованием базового уровня конфигураций активов.
- Механизмы управления выполняемыми разработками.
- Механизмы управления инсталляциями.
- Механизмы управления целостностью DML.

Как правило, для каждого CIs на разных стадиях жизненного цикла сервиса разрабатывается множество процедур, встроенных в различные ИТ-процессы, которые могут изменять информацию о CIs. Все они подлежат унификации для упрощения контроля и снижения числа ошибок. Функция управления изменением параметров конфигураций должна передаваться от проектировщиков и поставщиков ИТ-провайдеру посредством специальных механизмов в запланированное время с передачей полной и точной информации о CIs. Каждый ИТ-актив или конфигурация активов и соответствующий ему CI проходит одно или более дискретных состояний в процессе их жизненного цикла. Совокупность значений характеристик ИТ-актива в каждом состоянии описывают его текущий статус. Перечень учитываемых состояний актива (CI) и порядок их смены должен быть регламентирован.

При каждом изменении статуса жизненного цикла актива CMS обновляет инфор-

мацию о соответствующем CI с отражением причины, времени и специалиста, который осуществил изменение статуса. Учет изменений статуса конфигураций, запросы о статусе CIs и необходимая отчетность обеспечивается регистрацией и документированием всех изменяемых данных конфигурационных активов при прохождении каждым активом (CI) стадий его жизненного цикла.

Перечень основных функций подсистемы управления изменениями конфигураций:

– Актуализация и архивирование информации о конфигурационных элементах при прохождении сервисными активами жизненного цикла в соответствии с принятыми соглашениями, требованиями регулирующих органов, лучшими практиками промышленности, стандартами качества.

– Управление своевременной регистрацией, целостностью и безопасностью статусов конфигурационных элементов.

– Формирование статусов конфигураций на основе процедур CMS и информации CMDB.

– Регистрация и контроль регистрации изменений конфигураций смежными ИТ-процессами.

Подсистема управления запросами о статусе CIs и отчетностью. Удовлетворение запросов ИТ-процессов всех стадий жизненного цикла сервиса о статусе CI реализуется совокупностью специализированных интерфейсов с CMDB. Управляющей подсистеме для достижения целей SACM также необходима специализированная отчетность, которая включает информацию об отдельных CIs, ИТ-сервисах или всего портфеля сервисов. В частности, отчетность о статусах CIs часто требуется финансовому управлению для составления бюджета, бухгалтерского и налогового учета. Для удовлетворения этих потребностей CMS должна содержать необходимые средства.

Подсистема управления верификацией и аудитом CIs включает ряд процедур, которые: определяют отклонения между зарегистрированными в CMS базовыми уровнями конфигураций и соответствующими конфигурациями физических активов; проверяют физическое наличие в организации активов, соответствующих заданным CIs или описанным в DML; проверяют наличие документации релиза и необходимых конфигураций перед созданием каждого релиза. Развертывание главного релиза или реализация существенного изменения может потребовать аудита определенных конфигураций, чтобы проверить соответствие данных CMDB физической среде клиента. Перед развертыванием в продуктивной среде новых релизов должно быть проверено все оборудование на соответствие контрактам, стандартам и иным согласованным требованиям. Результаты проверки оформляются актом об испытании оборудования, который подтверждает соответствие всех необходимых функциональных требований.

Ключевые показатели эффективности SACM. Эффективность SACM должна оцениваться, учитываться и улучшаться. SACM, являясь базовой подсистемой управления ИТ-деятельностью, обеспечивает функционирование других ИТ-подсистем. Показатели эффективности SACM, как правило, оценивают её вклад в эффективность поддерживаемых ею систем. Примерный перечень показателей эффективности SACM приведены ниже:

– Количество ИТ-активов, поддерживаемых процессом SACM в течение их жизненного цикла.

– Число активов, идентифицированных в качестве причины отказов сервисов.

– Затраты времени на идентификацию дефектных CIs при управлении инцидентами.

– Степень воздействия инцидентов и ошибок.

– Количество повторно используемых ИТ-активов.

– Отношение числа используемых лицензий к числу оплаченных.

– Средние затраты обслуживание одной лицензии.

– Качество информации о конфигурациях активов.

– Количество ошибок, вызванных работой с устаревшей информацией в CMDB.

– Среднее время и стоимость диагностики и разрешения инцидентов и проблем.

Библиографический список

1. OGC-ITIL V3-3 – Service Transition, London: TSO 2007. – 270 p.
2. Зимин В.В., Кулаков С.М., Зимин А.В. Активы ИТ-провайдера как объекты ситуационно-динамического управления / Изв. вузов. Черная металлургия. – 2011. – № 2. – С. 47 – 53.
3. Д.А. Новиков, Теория управления организационными системами / Новиков Д.А. М.: Московский психолого-технологический институт. 2005. – С. 584.
4. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. - РИА «Стандарты и качество», 2005. – С. 404

КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЕВИАНТНЫМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ИТ-СЕРВИСОВ

Зимин В.В., Торопчин А.С., Зимин А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Все стадии жизненного цикла ИТ-сервиса [1] представляют важность для его потребителя. Так, ценность сервиса (его полезность и применимость для клиента) формируется и изучается на стадии стратегии сервиса; затраты на сервис, влияющие на стоимость сервиса, формируются и оцениваются на стадиях проектирования и внедрения. Применение ИТ-сервиса клиентом на стадии эксплуатации с согласованной в SLA¹ полезностью и применимостью, является главной стратегической целью ИТ-провайдера, на достижение которой нацелена деятельность всех стадий жизненного цикла сервиса. На стадиях стратегии, проектирования и внедрения разрабатывается и тестируется нормативная модель ИТ-сервиса, компоненты которой трансформируются в реальные сервисные активы и на начальной стадии эксплуатации [2] переходят в сферу ответственности стадии эксплуатации. Здесь совокупность взаимосвязанных сервисных активов обеспечивают предоставление клиенту ИТ-сервиса должного качества.

В силу множества причин, функционирование реального ИТ-сервиса может не соответствовать функционированию, предписываемому нормативной моделью. Типы отклонений и механизмы управления отклонениями от нормативного функционирования, то есть типы и механизмы управления девиантного² функционирования ИТ-сервисов, а также их классификация являются предметом анализа и систематизации в настоящем докладе.

Задача компенсации отклонений от нормативного функционирования ИТ-активов. В силу многообразия ИТ-активов и сервисов, поставляемых ИТ-провайдером, а также множества внешних и внутренних возмущений, оказывающих воздействие на сервисные активы, число типов отклонений от нормативного функционирования у разных провайдеров может измеряться десятками, а общее количество отклонений всех видов достигать сотен и тысяч в сутки. Качественная обработка интенсивного потока отклонений, существенно влияющих на удовлетворенность клиентов и, следовательно, на конкурентоспособность ИТ-провайдера, представляет собой непростую задачу и требует создания специальной системы управления. Цель этой системы состоит в эффективной, то есть с минимальным снижением удовлетворенности³ клиента и с минимальными затратами ресурсов провайдера, обработке потока отклонений. Количество механизмов обработки для всего множества возможных отклонений не может быть слишком большим, так как в этом слу-

¹ SLA – соглашение о качестве обслуживания [1].

² Девиантный - < лат. deviatio - отклонение] - отклоняющийся от нормы (напр., д. поведение). Словарь иностранных слов.- Комлев Н.Г., 2006.

³ Удовлетворенность определяется различием между восприятием и ожиданием [1].

чае значительны затраты на их разработку и эксплуатацию. Но оно не может быть и слишком малым, ибо тогда большое количество отклонений будет обрабатываться одним механизмом, а значит, незначительные и сложные отклонения будут обрабатываться одной процедурой, что также приведет к неоправданным затратам. Исходя из изложенного, следует, что задачу компенсации отклонений от нормативного функционирования ИТ-активов можно декомпозировать на следующие взаимосвязанные подзадачи:

1) Разбиение множества возможных отклонений на классы, для которых, при заданных затратах на процедуры обработки отклонений, суммарные затраты на обработку всего множества возможных отклонений минимальны.

2) Синтез механизмов обработки отклонений каждого класса оптимальных по целям (с минимальным ухудшением удовлетворенности клиента) и по затратам (рентабельных для ИТ-провайдера).

3) Создание системы оперативного управления обработкой потока отклонений от нормативного функционирования ИТ-сервисов.

Методология ITIL (версия 3) [1] предлагает такие способы решения всех перечисленных задач, которые основаны на обобщении опыта работы лучших ИТ-провайдеров.

Классификация отклонений ИТ-активов от нормативного функционирования. ITIL предлагает разбиение множества возможных отклонений на три обширных класса: события, инциденты и проблемы.

Событие – обнаруженное происшествие с ИТ-активом¹, которое имеет значение для ИТ-сервисов и которое может впоследствии повлиять на качество предоставления ИТ-сервиса клиентам. Как следует из определения, событие непосредственно не приводит к недоступности ИТ-сервиса для клиента, но является предвестником возможной будущей его недоступности.

Инцидент – обнаруженное происшествие с ИТ-активом, которое приводит к потере доступности² ИТ-сервиса для клиента, но которое не связано с ошибками в нормативной модели сервисных активов.

Проблема – обнаруженное происшествие с ИТ-активом, которое приводит к потере доступности ИТ-сервиса для клиента и связано с некорректностью (ошибкой) в нормативной модели сервисных активов. Часто проблему определяют как неизвестную причину одного или нескольких инцидентов, что обусловлено фактом возникновения инцидента всякий раз, когда выполняется запрос к «некорректному» сервисному активу.

Типовые задачи обработки отклонений от нормативного функционирования ИТ-сервисов. Задачи и, соответственно, механизмы обработки события, инцидента и проблемы, как средства решения задач, качественно отличаются.

Задача обработки события имеет целью выработку и реализацию экономически оправданных (рентабельных) мер по предотвращению возможного инцидента, предвестником которого является событие. Решением задачи является механизм, обеспечивающий достижение сформулированной цели. ИТ-провайдер заинтересован в том, чтобы многим инцидентам предшествовало некоторое событие, которое позволило бы ему применить механизм обработки события и не допустить инцидент. Поэтому он создает экономически оправданное множество механизмов генерации событий для критически важных ИТ-активов (потери от прогнозируемой недоступности которых превышают затраты на механизмы генерации и обработки события). Эти механизмы позволяют своевременно реагировать на угрозу отказа сервисных активов. Спектр этих механизмов очень широк. Каждый механизм определяется свойствами ИТ-актива и, зачастую, является результатом автоматизации уникального опыта ИТ-персонала, ответственного за функционирование со-

¹ К ИТ-активам ITIL относят финансовый капитал, инфраструктуру, приложения, информацию, персонал, управленческие механизмы, организационные решения, процессы и знания [3].

² Доступность - способность ИТ-сервиса выполнить согласованную функцию в согласованное время.

ответствующего актива.

Задачи обработки инцидента и проблемы имеют целью возможно быстрое восстановление доступности ИТ-сервиса для клиента. Однако механизм обработки инцидента определяется типом сервисного актива и направлен на восстановление нормативных значений параметров отказавшего актива. Механизм обработки проблемы не ограничивается пределами компетенции системы управления стадией эксплуатации. Он требует компетенций системы управления стадией внедрения и/или системы управления стадией проектирования. Некорректное функционирование сервисного актива, вызванное проблемой, связано либо с ошибкой в проектном решении для отказавшего сервисного актива (компетенция стадии проектирования), либо – с некачественным тестированием реализации проектного решения (компетенция стадии внедрения). Для снижения недоступности ИТ-сервиса задача обработки проблемы декомпозируется на три подзадачи:

- подзадачу идентификации проблемы, цель которой состоит в доказательстве, что обнаруженное ИТ-происшествие, вызвавшее недоступность сервиса, невозможно устранить в рамках стадии эксплуатации;

- подзадачу определения возможности и, при её наличии, реализации режима функционирования ИТ-сервиса с приемлемой для клиента функциональностью, обусловленной особенностями;

- подзадачу «эскалации» (передачи ответственности за разрешение) проблемы на стадии проектирования и внедрения с последующим контролем над ее разрешением.

Основные механизмы девиантного функционирования.

Механизм обработки отклонения инициируется и выполняется, как правило, в результате генерации события специальными мониторинговыми механизмами. Многие механизмы обработки отклонений, инициируемые генерируемыми событиями, могут быть автоматизированы. В зависимости от способа управления генерацией событий и от уровня автоматизации механизмов обработки отклонений различают четыре класса систем мониторингового контроля: активные, пассивные, реактивные и проактивные [1].

Активная система мониторингового контроля позволяет управлять последовательностью запросов к контролируемому сервисному активу. Она генерирует события, описывающие текущий статус ИТ-актива – фактические значения контролируемых параметров. Этот тип мониторинга является мощным ресурсом и обычно применяется для определения доступности сервисных активов, или в качестве диагностических процедур при разрешении инцидентов и проблем.

Пассивная система мониторингового контроля выполняет запросы и генерирует события о статусе сервисного актива в соответствии с предварительно заданным неизменным порядком. Эффективность пассивного мониторинга во многом зависит от заранее определенного порядка.

Реактивная система мониторингового контроля, помимо генерации события о статусе сервисного актива, инициирует и реализует механизм обработки, соответствующий имеющему место статусу сервисного актива. Например, в случае «зависания» сервера запускается процедура его перезагрузки, или, если сервисный актив недоступен, то инициированная процедура создает соответствующий инцидент. Реактивная система применяется и в более широком аспекте. Она может использоваться для выполнения нормативной деятельности, например, если очередной пакет заданий системой успешно завершен, то формируется команда на запуск следующего пакета.

Проактивная система мониторингового контроля имеет целью обнаружение события-признака, являющегося предвестником отказа сервисного актива, и обычно применяется в более зрелых системах управления.

Посредством мониторинговых систем могут контролироваться статусы элементов конфигурационной базы данных (CMDB) [2]. Параметры некоторых из этих элементов анализируются, чтобы убедиться в том, что их статус не изменился, то есть имеет место стабильная работа оборудования. Параметры других элементов проверяются, чтобы об-

наружить смену их статуса. Это позволяет эффективно контролировать функционирование сервисных активов: средовые условия инфраструктуры (например, обнаружение огня или дыма), легальность использования и распределения лицензий на ПО, информационную безопасность (например, обнаружение вторжения в информационную систему), нормативную деятельность персонала (выполнение должностных обязанностей) и др.

Механизм обработки события. Процедура обработки отклонения-события, лежащая в основе соответствующего механизма, представлена на рисунке 1.

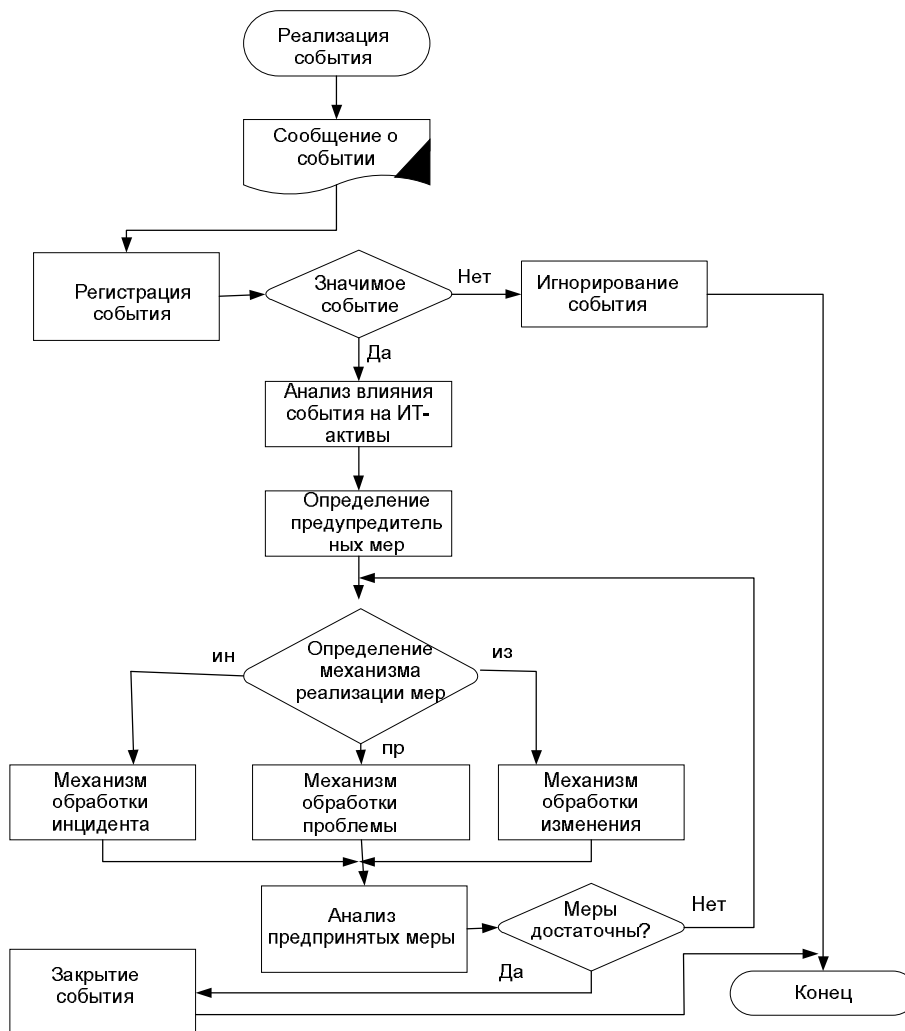


Рисунок 1 – Процедура обработки события

Механизм обработки инцидента. Инциденты непосредственно связаны с клиентами, поэтому легко продемонстрировать ценность механизма обработки инцидента в отличие от других областей деятельности стадии эксплуатации. По этой причине этот механизм часто внедряется первым. Дополнительное преимущество от первоочередного внедрения механизма состоит в том, что он «высвечивает» проблемные области, что позволяет обосновать выделение средств на реализацию других механизмов. Ценность механизма обработки инцидента состоит, в частности, в следующем: в способности обнаружить и разрешить инцидент, что приводит к увеличению доступности сервиса; в способности привести ИТ-деятельность в соответствие с текущими приоритетами клиентов (механизм позволяет определять приоритеты клиентов и динамически распределять ресурсы в соответствии с этими приоритетами); в способности выявлять потенциал улучшения ИТ-сервисов (как результат анализа инцидента и взаимодействия с операционным персоналом клиента).

Процедура обработки отклонения-инцидента, лежащая в основе соответствующего механизма, представлена на рисунке 2.

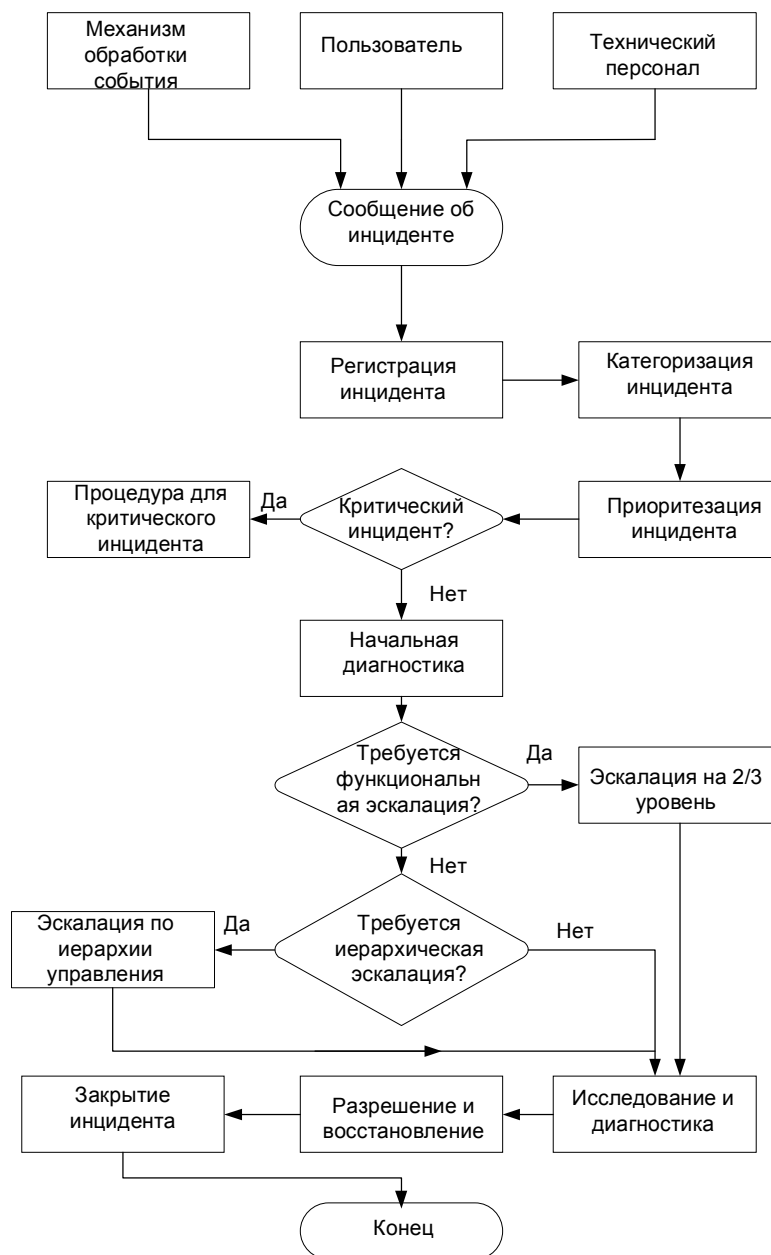


Рисунок 2 – Процедура обработки инцидента

Механизм обработки проблемы включает работы по диагностике причин проблемы и разрешению проблемы. Причиной проблемы является не корректное проектирование или тестирование и развертывание ИТ-сервиса на стадии внедрения. Механизм разрешения проблемы взаимодействует с механизмами управления изменениями. Кроме того он осуществляет информационную поддержку частичных решений проблемы, чтобы сократить число и влияние повторных инцидентов. Для этого механизм обработки проблемы содержит интерфейсы с базами накопленных знаний и известных ошибок. Механизм обработки проблемы имеет две разновидности: *реактивный механизм*, который обычно выполняется на стадии эксплуатации сервиса; и *проактивный механизм*, который инициируется на стадии эксплуатации сервиса, но выполняется как изменение на стадии проектирования.

Процедура обработки отклонения-проблемы, лежащая в основе соответствующего

механизма, представлена на рисунке 3. Механизмы обработки инцидента и проблемы имеют много общих компонентов и применяют по возможности одну систему классификации и кодирования. Такая унификация обеспечивает эффективность связей при обработке инцидентов и проблем.

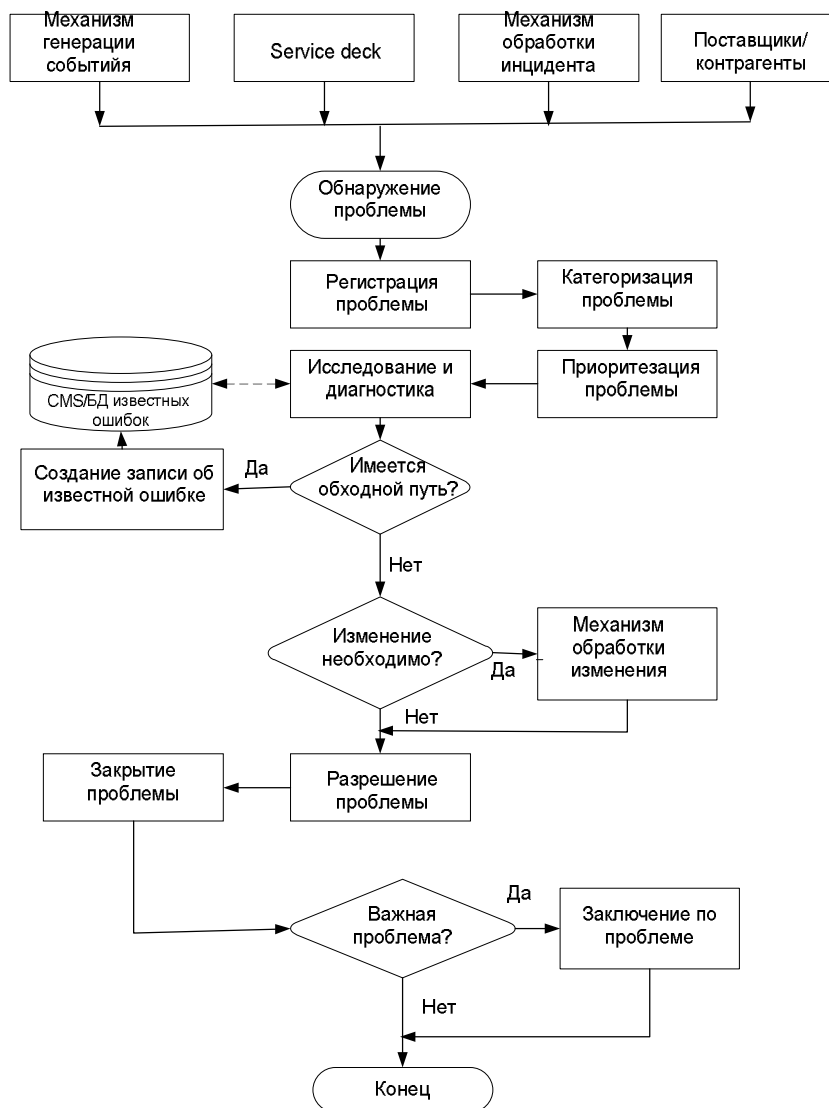


Рисунок 3 – Процедура обработки проблемы

Система оперативного управления обработкой потока отклонений от нормативного функционирования ИТ-активов. Методология ИТІЛ выполнение функций этой системы возлагает на службу service desk [], на вход которой поступают все сообщения об отклонениях от нормативного функционирования ИТ-активов. Основная цель службы SD состоит в эффективном устранении или организации и контроле над устранением всех отклонений. Функции, задачи, структура, механизмы управления и функционирования системы оперативного управления требуют отдельного рассмотрения.

Заключение. Предлагаемые методологией ИТІЛ классификации и механизмы управления девиантного функционирования ИТ-сервисов представляют собой обобщение лучших практик и, вследствие этого, являются универсальными. Область применения универсальных решений обширна. Однако универсальные решения не учитывают особенностей конкретных систем и являются для них, в общем случае, субоптимальными. Это означает, что решения ИТІЛ при практическом применении должны рассматриваться как базовые, которые требуют привязки к конкретным условиям.

Библиографический список

1. The Official Introduction to the ITIL Service Lifecycle,
2. London: TSO 2007. – 173p.
3. OGC-ITIL V3-3 – Service Transition, London: TSO 2007. – 270p.
4. Зимин В.В. Активы ИТ-провайдера как объекты ситуационно-динамического управления / Кулаков С.М., Зимин А.В. // Изв. вузов. Черная металлургия. 2011. - № 2.

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЕВИАНТНЫМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ИТ-СЕРВИСОВ

Торопчин А.С., Зимин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В силу множества причин, функционирование реального ИТ-сервиса может не соответствовать функционированию, предписываемому его нормативной моделью. К основным категориям отклонений от нормативного режима относятся событие, инцидент и проблема [1, 2]. В докладе описываются задачи, функции, структура, метрики (показатели качества) и организационные роли системы оперативного управления девиантным функционированием (СОУДФ) ИТ-сервисов, а также классификация этих систем. В основу изложения положены материалы ITIL (версия 3) [1].

Задачи и функции СОУДФ¹. Основная задача системы состоит в обнаружении девиантного функционирования ИТ-сервисов и сервисных активов и в эффективном восстановлении и/или организации и контроле над восстановлением их нормативного функционирования на основе механизмов обработки событий, инцидентов и проблем. Структура целей СОУДФ, конкретизирующие показатели качества (метрики), разбиение множества последних на подмножества ограничений и критериев, а также величины допустимых значений для показателей-ограничений, а также необходимые для функционирования системы активы задаются вышестоящей системой управления и фиксируются в соглашениях о качестве и операционном уровне обслуживания (SLAs, OLAs) [1]. SLAs регулируют взаимоотношения ИТ-провайдера с потребителем сервисов. Оно включает количественные значения характеристик применимости ИТ-сервисов (доступности, мощности, непрерывности, живучести и безопасности) [1], приемлемые для потребителя, а также цели, ограничения и критерии отдельных подсистем СОУДФ. OLAs регулируют взаимодействия подсистем СОУДФ между собой, а также с внешними системами.

Управляющая система СОУДФ реализует стандартный набор функций управления (цикл Файоля [3]) с целью выполнения положений SLAs при имеющихся ограничениях на ИТ-активы [4]. В частности, функцией управляющей системы является разработка и модификация механизмов управления², регулирующих деятельность и взаимодействие подсистем и компонентов подсистем объекта управления, которые отражаются OLAs. К числу таких механизмов относятся, например, реактивные (рефлекторные) механизмы обработки событий, инцидентов, проблем, взаимодействия с внешними поставщиками, механизмы стимулирования, а также проактивные (опережающие) механизмы, направленные на предупреждение отказов сервисных активов. Задача объекта управления СОУДФ системы состоит в эффективном применении этих механизмов для предупреждения, обнаружении, регистрации девиантного функционирования ИТ-сервисов или сервисных активов, а также для возможно быстрого восстановления доступности отказавших активов.

¹ Задачи и функции СОУДФ реализует, в частности, подразделение ИТ-провайдера, получившее в ITIL название service desk.

² Механизм управления – процедура принятия управленческого решения [].

Структура СОУДФ. На рисунке 1 приведена базовая структура СОУДФ. Помимо управляющей системы, СОУДФ включает call-центр, системы управления событиями, инцидентами и проблемами, каждая из которых обладает механизмом взаимодействия (эскалации) с системами управления технической инфраструктурой, приложениями, проектированием, внедрением, внешними поставщиками, представляющими собой 2-ой, 3-ий и 4-ый уровни поддержки для СОУДФ.

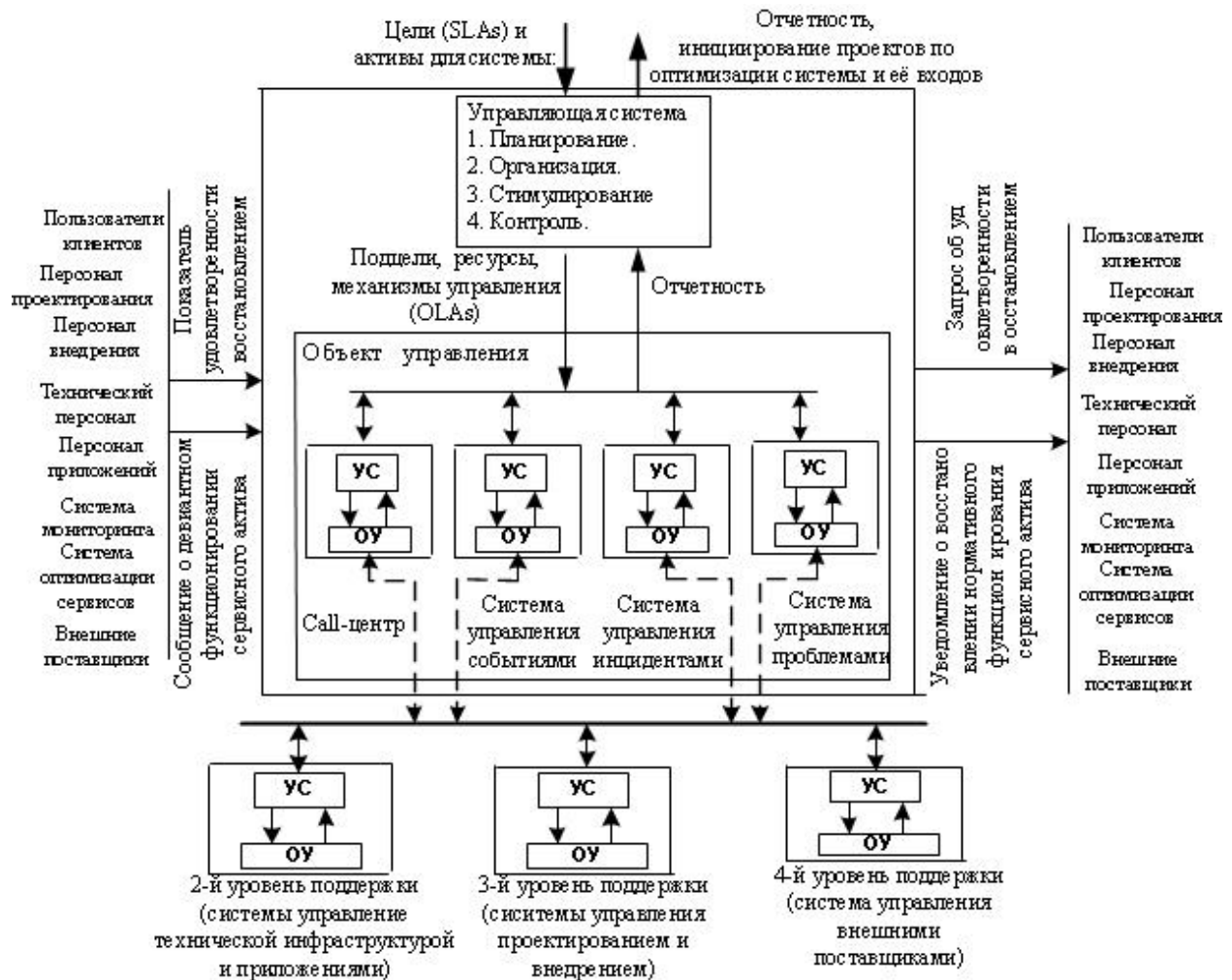


Рисунок 1 – Структура системы оперативного управления девиантным функционированием ИТ-сервисов

Call-центр. Сообщения об отклонениях поступают в *call-центр* по различным каналам: телефону, e-mail, интернету. Функции *call-центра* включают централизованный прием, регистрацию, категоризацию, приоритезацию сообщений об отклонениях в функционировании сервисных активов, устранение отклонения в пределах компетенции персонала *call-центра*, закрытие восстановленных инцидентов, разрешенных проблем; оценку удовлетворенности пользователей процессом восстановления; обновление в системе конфигурационного менеджмента (CMS) в соответствии с инструкциями; согласование решений, подготовленных процессом управления изменениями. Компетенция персонала включает умение эффективно использовать информацию из базы знаний (KMDB) и конфигурационной базы данных (CMDB) ИТ-провайдера. При недостаточности компетенции и при отсутствии необходимой информации в базах, *call-центр* эскалирует происшествие (передает ответственность за очередные этапы обработки) подсистеме управления, которая соответствует категории отклонения (событие, инцидент, проблема), либо одной из систем

2-го, 3-го или 4-го уровня поддержки и контролирует обработку этой системой эскалированного происшествия. Формально завершить обработку отклонения имеет право только *call-центр* и только по согласованию с инициатором сообщения об отклонении.

Системы управления событиями, инцидентами и проблемами. Процедуры обработки событий, инцидентов и проблем, составляющие основу этих систем, подробно описаны в [1, 2]. Все они, как и *call-центр*, предусматривают возможность эскалации обработки отклонения на разные уровни поддержки СОУДФ, которые включают системы управления технической инфраструктурой, приложениями, проектированием, внедрением, внешними поставщиками.

Показатели качества СОУДФ. Для организации эффективного функционирования СОУДФ необходима разработка механизмов стимулирования [3] персонала всех составляющих подсистем. Основу механизмов составляют показатели качества функционирования СОУДФ и ее подсистем. Формирование согласованной совокупности метрик представляет самостоятельную задачу. В качестве базового множества метрик для СОУДФ ИТIL предлагает следующие метрики:

- Относительное число отклонений, устраненных СОУДФ без эскалации на другие уровни поддержки.

- Этот показатель часто называется организациями как основной для измерения качества функционирования службы SD и используется для целей сравнения с функционированием служб SD других организаций.

- Среднее время устранения одного инцидента.

- Средние затраты СОУДФ на обработку инцидента.

- Процент отклонений, для которых устранение выполнено в заданное целевое время согласно соглашению SLA.

- Среднее время формирования заключения об инциденте и закрытия инцидента.

- Число не обработанных отклонений в течение дня или дня недели.

Эта метрика совместно с метрикой среднего времени обработки запроса является критической для определения требуемого штатного расписания *call-центра*.

Организационные роли СОУДФ. Методология ИТIL предлагает в качестве основных следующие роли.

Менеджер СОУДФ. В больших компаниях, где СОУДФ значительна по размерам, целесообразно ведение роли менеджера. Эта роль, в частности, включает функции:

- общее управление деятельностью СОУДФ;

- точка эскалации для диспетчера;

- организация взаимодействия с потребителями сервисов;

- иерархическая эскалация обработки происшествий, которые могут повлиять на деятельность бизнеса;

- участие в совещаниях Консультативного комитета по изменениям (СAB);

- оперативный контроль обработки инцидентов и проблем.

Диспетчер СОУДФ. В небольших компаниях роль диспетчера СОУДФ может выполнять аналитик СОУДФ. Однако в больших организациях необходима специализированная роль диспетчера. Роль диспетчера, в частности, включает следующие функции:

- составление графика работы персонала СОУДФ;

- заключение со службой HR соглашений о графике работы и оплате труда;

- выполнение функций эскалации для сложных происшествий;

- подготовка статистических данных и отчетов;

- представление СОУДФ на совещаниях;

- организацию обучения и повышения квалификации персонала;

- взаимодействие с руководством;

- взаимодействие с персоналом системы управления изменениями (СМ);

- извещение персонала СОУДФ об изменениях и развертываниях сервисных активностей, которые значительно затрагивают функционирование СОУДФ;

– помощь аналитикам, когда рабочая нагрузка велика и в сложных случаях.

Аналитик СОУДФ. На роль аналитика возлагается выполнение ежедневных задач и процессов службы. Прежде всего, эта роль связана с выполнением процесса управления инцидентами. Аналитики ответственны за решение максимального количества инцидентов, и оказании начальной поддержки пользователям, что напрямую связано с удовлетворением последних. Именно аналитики должны корректно зарегистрировать и классифицировать инцидент. В целом роль аналитика СОУДФ включает обнаружение, регистрацию, категоризацию, приоритезацию, устранение отклонения в пределах компетенции, закрытие обработанных отклонений, оценку удовлетворенности пользователей процессом восстановления нормативного функционирования сервисных активов.

Классификация СОУДФ. ITIL различает три типа (соответственно три класса) СОУДФ: локальная, централизованная и виртуальная.

Локальная СОУДФ (рисунок 2) обслуживает потребности отдельного подразделения компании.

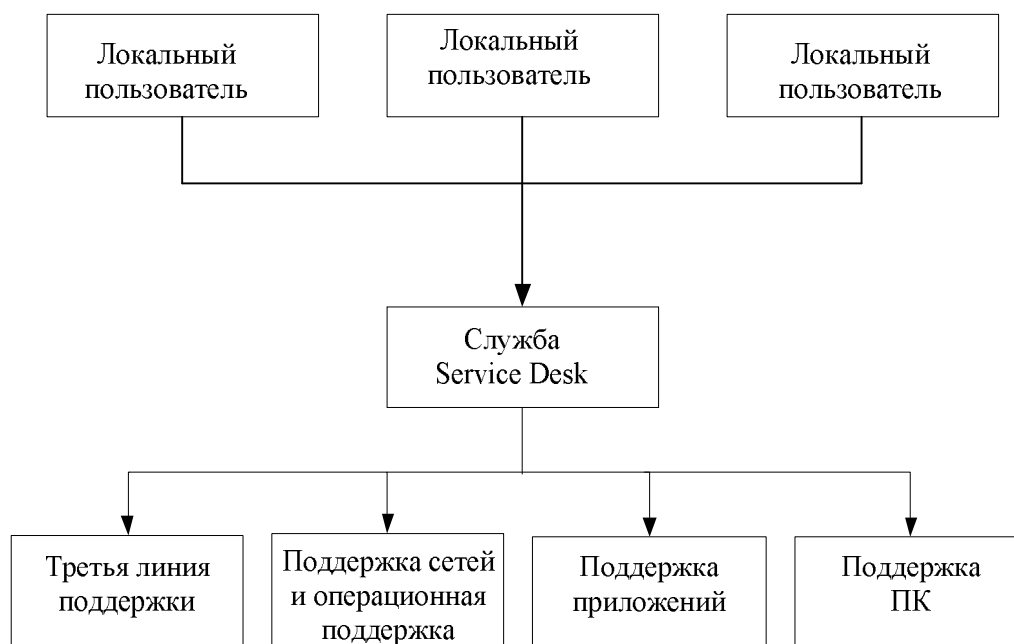


Рисунок 2 – Схема локальной СОУДФ

Количество пользователей и предоставляемых ИТ-сервисов исчисляется десятками или сотнями, количество аналитиков call-центра – единицами. Территориально подразделение достаточно компактно и функции СОУДФ обеспечиваются телефонной связью, локальными сетями, e-mail и интранетом. Этот тип СОУДФ функционирует, как правило, на ПО собственной разработки. Его применение оправдано до тех пор, пока не требуется оказывать услуги по поддержке сервисов в нескольких офисах удаленных друг от друга. Создание такой системы для каждого отдельного офиса будет весьма затратным [2].

Централизованная СОУДФ (рисунок 3) обслуживает нужды компании, включающей десятки и сотни подразделений.

Количество предоставляемых ИТ-сервисов исчисляется тысячами, количество пользователей тысячами и десятками тысяч, количество аналитиков call-центра – десятками. Географически размеры компании достаточно велики и функции СОУДФ обеспечиваются телефонной связью, локальными глобальными сетями, e-mail и интернетом. Для эффективной организации функционирования централизованной СОУДФ необходим специализированный коммерческий программный продукт.



Рисунок 3 – Схема централизованной *СОУДФ*

Виртуальная СОУДФ обслуживает потребности транснациональных корпораций. На количество пользователей и сервисов ограничения не накладываются. Количество call-центров определяется спецификой структуры и географическим размещением корпорации. В виртуальной *СОУДФ* необходимо решать задачу координации функционирования отдельных call-центров с учетом часового пояса и языка общения.

Библиографический список

1. The Official Introduction to the ITIL Service Lifecycle, London: TSO 2007. – 173 p.
2. ITIL Поддержка услуг / пер. с англ. компания «Ай-Теко» – М.: Компания «Ай-Теко», 2006. – 416 с.
3. Механизмы управления: Учебное пособие / Под ред. Д.А. Новикова. М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с. (Умное управление).
4. Зимин В.В., Кулаков С.М., Зимин А.В. Активы ИТ-провайдера как объекты ситуационно-динамического управления / Изв. вузов. Черная металлургия. – № 2. – 2011. – С. 47 – 53.

ВЫБОР МЕТОДИКИ ИНТЕГРАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Сластников С.А.

*Московский институт электроники и математики
г. Москва*

Управление цепочками поставок товара всегда было областью, которая привлекала усиленное внимание как со стороны бизнеса, так и со стороны ученых. Традиционно, на каждом из этапов управления цепочками поставок решения принимались независимо друг от друга. За управление запасами и за транспортировку отвечали разные подразделения компаний. Развитие коммуникационных и информационных технологий, распространение компьютерных сетей, совершенствование транспортной инфраструктуры и повышение уровня конкуренции создали предпосылки для создания более эффективных логистических систем.

Участниками цепочки поставок являются, как правило:

- поставщики сырья;
- производители;
- оптовые поставщики и распределительные центры (дистрибьюторы);
- розничные поставщики (ритейлеры);
- конечные покупатели.

Стратегии, оптимальные для каждого из отдельно взятых участников логистического процесса, могут оказаться неэффективными для цепочки поставок в целом. Для повышения эффективности логистической системы, необходима интеграция цепочек поставок.

Управление запасами и транспорт являются ядром логистической системы. Координация двух этих направлений может принести значительную экономическую выгоду как для предприятий, так и для конечного потребителя.

В последние годы был разработан ряд подходов к интеграции логистических систем: концепция быстрого реагирования (Quick Response, QR), эффективное взаимодействие с потребителем (Efficient Consumer Response, ECR) и управление запасами на стороне поставщика (Vendor Managed Inventory, VMI).

Концепция быстрого реагирования (Quick Response, QR) была разработана группой ведущих американских текстильных и швейных компаний для борьбы с неоправданно долгими сроками выполнения заказов. Благодаря QR дистрибьютор обладает доступом к информации о спросе на продукцию, полученной от ритейлера, что позволяет дистрибьютору более точно предсказывать уровень спроса. Таким образом, для того, чтобы получить выгоду от использования QR, необходимо наладить обмен информацией об уровне спроса между звеньями цепочки поставок.

В 1992 году лидеры индустрии товаров повседневного спроса разработали концепцию эффективного взаимодействия с потребителем (Efficient Consumer Response, ECR), которая представляет собой более сложный комплекс технологий взаимодействия в цепочках поставок чем QR. Одной из приоритетных задач ECR является сокращение показателя «отсутствие товара на полке магазина» (out of stock, OOS), что может быть обусловлено несвоевременной поставкой товара, неполной поставкой, поставкой бракованного или незаказанного товара, ошибками при заказе товара или резким увеличением спроса. Для уменьшения этого показателя внедряется система автоматического контроля над наличием товара, что позволяет контролировать товарные остатки, кроме того, накапливается и анализируется история продаж, которая позволяет прогнозировать изменение спроса и, таким образом, заказывать нужное количество товара в оптимальное время.

Следующей ступенью развития методик интеграции логистических систем стало появление концепции управления запасами на стороне поставщика (Vendor Managed Inventory, VMI). Она была впервые предложена и внедрена компанией Wal-mart, крупнейшей в мире сетью магазинов розничной торговли. Методика VMI предполагает, что вся ответственность за управление запасами клиентов ложится на поставщика. Концепция VMI – это нечто большее, чем просто партнерская программа между участниками логистической цепочки, поскольку управление запасами на стороне поставщика подразумевает не только обмен информацией между партнерами, но и коренные изменения в самой схеме управления транспортировкой и хранением продукции. В соответствии с детально прописанным договором между дистрибьютором и розничным поставщиком, дистрибьютор берет на себя управление запасами розничного поставщика. Дистрибьютор принимает решения о том, когда, кому и сколько продукции поставлять, чтобы не допустить образования дефицита запасов у розничных поставщиков. Такие решения принимаются на основе информации о непосредственных продажах (Point of Sales, POS), полученной от ритейлеров. Таким образом, программа VMI избавляет розничных поставщиков от необходимости отправлять заказы дистрибьютору, а также от необходимости заниматься управлением запасами. Для дистрибьютора VMI – это эффективный инструмент, который позволяет построить политики управления и пополнения запасов, отправки и производства продукции, основанные

на информации о непосредственных продажах, и снизить свои расходы.

Методика управления запасами на стороне поставщика направлена на то, чтобы снизить страховой уровень запасов на складах и повысить качество обслуживания клиентов 0. Традиционно считалось, что одновременно достичь обеих этих целей невозможно, а можно лишь найти компромисс между ними. Как дистрибьютор, так и ритейлер хранят на своих складах определенные объемы запасов продукции, чтобы обеспечить ее доступность для потребителя. Традиционно, чтобы избежать дефицита продукции на складах хранятся дополнительные страховые запасы. Соответственно, наблюдается обратная зависимость между уровнем обслуживания потребителей и количеством запасов, которые необходимо хранить на складе. Как следствие, при традиционном управлении запасами было невозможно одновременно достигнуть высоких уровней обслуживания клиентов и низких уровней запасов продукции. Программа VMI и была разработана, чтобы преодолеть этот недостаток классических методов управления запасами. Применяя VMI, розничные поставщики исключают расходы на управление запасами и снижают затраты на хранение запасов.

По данным, изложенным в работе 0, внедрение программы VMI приносит для поставщиков и потребителей ряд преимуществ и ограничений:

- При прочих равных условиях стратегия VMI позволяет снизить уровень запасов поставщика больше чем QR, которая в свою очередь будет выгоднее, чем использование традиционной методики управления запасами и транспортом.

- Чем выше средний уровень и изменчивость спроса, тем большую выгоду от снижения объемов страховых запасов получает дистрибьютор.

- Следствием снижения объемов хранимых запасов является увеличение частоты поставок.

- Преимуществом программы VMI является возможность более эффективного использования транспортных ресурсов.

Необходимо отметить, что большую выгоду от внедрения VMI, по сравнению с розничным поставщиком, как правило, получает оптовый поставщик 0.

Ключевым принципом программы VMI является обмен информацией о фактических покупках между звеньями цепочки поставок. Однако, важно понимать, что информации о фактических покупках самой по себе недостаточно, для того, чтобы получить выгоды, перечисленные ранее. Необходимы также и методы обработки этих данных, которые позволили бы принимать более качественные решения, касающиеся управления цепочками поставок. Необходимы алгоритмы, которые позволяют строить на основании данных о фактических продажах эффективные среднесрочные планы поставок продукции с оптовых складов розничным поставщикам. Эту задачу можно разбить на следующие подзадачи:

- Задача прогнозирования спроса на основании POS.

- Задача составления среднесрочного плана транспортировки и пополнения запасов у потребителей.

Подробный обзор методов прогнозирования спроса можно найти в работе 0.

Вторая задача в литературе получила название задачи распределения запасов (Inventory Routing Problem, IRP). В классической задаче распределения запасов рассматривается процесс распределения одного типа продукции с одного склада нескольким потребителям. О каждом потребителе известен:

- ежедневный объем расходования продукции;

- размер локального склада (максимальный объем продукции, который может храниться у ритейлера);

- начальный уровень запасов на локальном складе.

Имеется несколько автомобилей, имеющих одинаковую заданную вместимость. Целью является минимизация средних расходов за весь период планирования при условии, что образование дефицита продукта у клиента запрещено. В ходе решения этой задачи определяется:

- когда обслуживать каждого из потребителей;
- какой объем продукции необходимо поставить каждому из потребителей;
- как распределить грузы, меньшие вместимости одного транспортного средства, по маршрутам.

Последний этап решения задачи распределения запасов, связанный с построением оптимальных маршрутов, является самостоятельной задачей исследования операций. Математическая формулировка этой задачи широко известна как задача маршрутизации транспорта (Vehicle Routing Problem, VRP) [5, 1]. Ее решение необходимо при построении краткосрочного плана поставок. В классической постановке предполагается, что на единственном складе поставщика поступают заказы от потребителей на поставку определенного объема однородной продукции. Потребители связаны между собой и складом поставщика транспортной сетью (известны расстояния между каждой парой объектов транспортной сети). Необходимо объединить заказы в маршруты таким образом, чтобы минимизировать суммарную длину этих маршрутов. Существует множество вариаций задачи маршрутизации транспорта, которые приближают постановку к практическим задачам оперативного планирования на транспорте. Среди них можно выделить:

- задачу маршрутизации транспорта с ограничением грузовой вместимости (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP);
- задачу маршрутизации транспорта с окнами доступности (Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRPTW);
- задачу маршрутизации транспорта с нескольких складов (Multiple Depots Vehicle Routing Problem, MDVRP);
- задачу маршрутизации транспорта с возвратами (Vehicle Routing Problem with Backhauls, VRPB);
- задачу сбора и доставки продукции (Vehicle Routing Problem with Pick-up and Deliveries, VRPPD);
- задачу маршрутизации с дополнительными складами (Vehicle Routing Problem with Satellite Facilities);
- стохастические задачи маршрутизации транспорта (Stochastic Vehicle Routing Problems, SVRP).

О задаче маршрутизации транспорта написано много работ. Замечательный обзор методов решения задачи маршрутизации транспорта с окнами доступности был представлен в работах 0. Повышенное внимание, которое задача маршрутизации транспорта получила со стороны исследователей, является одним из показателей того, насколько велика ее важность для транспортной отрасли. Транспортную задачу приходится решать не только как часть задачи распределения запасов, она имеет самостоятельное значение и при традиционной стратегии управления запасами и транспортом.

Библиографический список

1. Житков В.А., Ким К.В. Методы оперативного планирования грузовых перевозок.- М.: Транспорт, 1984.
2. Bowers, Melissa R, Agarwal, Anurag. Hierarchical production planning: Scheduling in the apparel industry. International Journal of Clothing Science and Technology. Bradford: 1993. Vol. 5, Iss. 3,4; pg. 36, 8 pgs.
3. N. Christofides and S. Eilon. An algorithm for the vehicle dispatching problem. Operational Research Quarterly, 20:309-318, 1969.
4. Michael Levy, Dhruv Grewel. (2000). Supply chain management in a networked economy. Journal of Retailing, 76(4), 415-429.
5. Olli Bräysy, Michel Gendreau. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms. Transportation Science, 39(1), 104-118. Retrieved September 2, 2007, from ABI/INFORM Complete database.
6. Olli Bräysy, Michel Gendreau. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part II:

- Metaheuristics. *Transportation Science*, 39(1), 119-139. Retrieved September 2, 2007, from ABI/INFORM Complete database.
7. Yuliang Yao, Philip Evers, and Martin Dresner, «Value of Information Sharing in Vendor-Managed Inventory», the Proceedings of American Conference on Information Systems (AMCIS), Boston, 2001.
 8. ILOG provides industry-specific supply chain management solution for SAP APO with first client deployment http://ilog.com/corporate/releases/us/021001_sap.cfm.
 9. PETRONAS Adopts AspenTech's Solution for Fuels Marketing to Optimize Distribution of Fuels and Specialty Products. http://www.aspentech.com/publication_files/pr9-15-03.htm.
 10. Rob J. Hyndman & Lydia Shenstone, 2005. «Stochastic models underlying Croston's method for intermittent demand forecasting», *Journal of Forecasting*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 24(6), pages 389-402.
 11. Shell, Motiva choose Simmons' fuel-management solution. *National Petroleum News*, October, 2004.
 12. Vehicle Routing Software Survey, *OR/MS Today*, June 2006, http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Vehicle_Routing/vrss.html

АНАЛИЗ ЗАГРУЗКИ ОПОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Кузнецова Е.С., Свирская Г.С., Дивин Г.В., Карачевцев И.О.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Электроснабжение металлургического комбината осуществляется через девять опорных подстанций. На каждой подстанции установлено по два трансформатора. Распределение мощности по подстанциям различно. На рисунке 1 представлена структура электропотребления по опорным подстанциям.

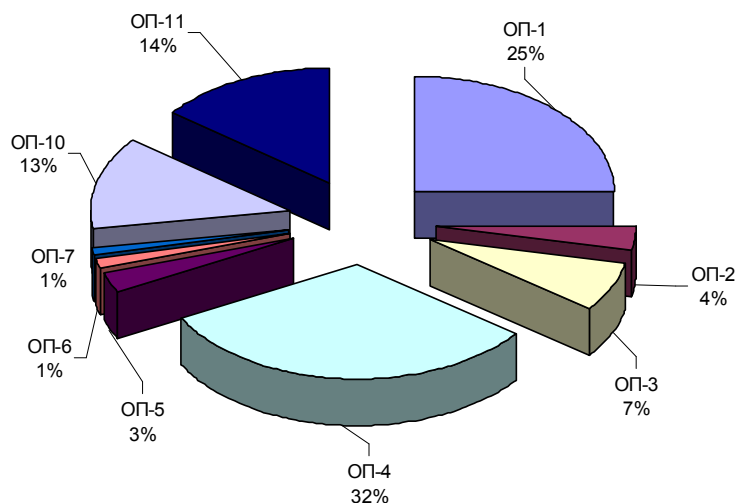


Рисунок 1 – Структура электропотребления металлургического комбината

Использование установленной мощности трансформаторов характеризуют такие коэффициенты как число часов использования максимальной нагрузки, экстенсивный и интенсивный коэффициенты.

Число часов использования максимальной нагрузки:

$$T_{\max} = \frac{P_{\text{ср}} \cdot 8760}{P_{\max}} \quad (1)$$

Показатели экстенсивного использования оборудования характеризуют их использование во времени. Коэффициент экстенсивного использования оборудования β_{ε} представляет собой отношение фактического времени работы T_p к календарному T_k :

$$\beta_{\varepsilon} = \frac{T_p}{T_k}. \quad (2)$$

Повышение этого коэффициента для энергетического оборудования возможно при сокращении времени простоя оборудования в ремонте и удлинении межремонтных периодов.

Показатели интенсивного использования оборудования — отражают их использование по производительности.

Коэффициент интенсивного использования оборудования определяется по формуле:

$$\beta_{\varepsilon} = \frac{P_{cp}}{P_{уст}}. \quad (3)$$

Этот коэффициент зависит от технических параметров электрооборудования и технологического процесса.

Последние два показателя комплексно характеризуют степень использования электрооборудования.

Для анализа электропотребления ОАО «ЗСМК» следует руководствоваться данными системы АИИС КУЭ почасового потребления по основным опорным подстанциям предприятия, информацией о потребителях, запитанных от опорных подстанций, а также паспортными данными трансформаторов, установленных на опорных подстанциях.

Анализом охвачено 8760 часовых интервалов активной и реактивной мощности за 2010 год. Были определены параметры электропотребления:

- максимальное значение активной и реактивной мощности;
- минимальное значение активной и реактивной мощности;
- среднее значение активной и реактивной мощности;
- среднеквадратичное отклонение активной и реактивной мощности;
- коэффициент вариации активной и реактивной мощности;
- коэффициент заполнения графика электрической нагрузки активной и реактивной мощности;
- число часов использования максимума активной и реактивной мощности.

Анализ по загрузке трансформаторов опорных подстанций показал, что максимально загружены трансформаторы ОП-1 и ОП-4(Т1), ОП-4(Т2) их интенсивный коэффициент составляет 0,47 – 0,78. По времени эти трансформаторы также имеют высокие коэффициенты 0,5 – 0,7. Коэффициент вариации имеет значения примерно 15 %, что говорит о сравнительно равномерной нагрузке трансформатора.

Другие трансформаторы имеют достаточно низкие значения нагрузки 0,05 – 0,24 при экстенсивном коэффициенте 0,11 – 0,76.

Наблюдается недоиспользование мощности трансформаторов таких опорных подстанций как ОП-3 (Т1), ОП-6 (Т1), ОП-7(Т2). Их коэффициенты нагрузки составляют менее 10 %, что говорит о целесообразности замены трансформаторов на трансформаторы меньшей мощности или переключение их нагрузки на другие трансформаторы.

Коэффициент вариации на подстанциях ОП-6, ОП-7, ОП-2 варьируется от 42 до 111 %, что означает неравномерный характер нагрузки.

В целом по заводу коэффициент вариации составляет 7 %, поэтому можно сделать вывод, что для энергосистемы завод как приемник является равномерным и стабильным потребителем электроэнергии предсказуемым по мощности.

Результаты проведенного анализа, в виде значений основных параметров (в том числе коэффициентов интенсивного и экстенсивного использования) сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет коэффициентов экстенсивного и интенсивного использования установленных трансформаторов

ОП	Установленная мощность	Средняя мощность, кВт	Максимальная мощность, кВт	Число часов использования максимумов	Интенсивный коэффициент	Экстенсивный коэффициент	Максимальный коэффициент загрузки	Коэффициент вариации, %
ОП-1	153209,6	73144,45	105994,29	6045	0,47	0,69	0,69	15,05
ОП-2 Т-1	34013,6	8139,88	30148,8	2365,11	0,24	0,26	0,88	36,08
ОП-2 Т-2	28356,3	2400,51	21516	977,2	0,08	0,11	0,75	111,6
ОП-3 Т-1	29208	9013	14490	1240	0,3	0,14	0,49	14,4
ОП-3 Т-2	35581,2	17923,8	22836	6875	0,5	0,78	0,64	9,06
ОП-4 Т-1	72187	56640,07	112424,4	4413,3	0,78	0,5	1,56	11,6
ОП-4 Т-2	75175	37229,3	63861,6	5106,8	0,5	0,58	0,85	15,15
ОП-5 Т-1	24257,9	4344,45	8644,8	4402,35	0,18	0,5	0,35	27,9
ОП-5 Т-2	24148	3985,27	6724,8	5191,37	0,16	0,6	0,28	28
ОП-6 Т-1	24453,6	2772,57	7548	3217,77	0,11	0,37	0,3	42,5
ОП-6 Т-2	20966,7	1458,61	4316	2960,48	0,07	0,34	0,2	53,28
ОП-7 Т-1	24863	1272,27	3872	2878,4	0,05	0,33	0,15	60,7
ОП-7 Т-2	24984,7	1510,14	3568	3707,63	0,06	0,42	0,14	54,7
ОП-10 Т-1	79968,8	26825,7	35270	6662,7	0,33	0,76	0,44	17,9
ОП-10 Т-2	79333,7	12096,5	20400	5194,36	0,15	0,6	0,25	32,1
ОП-11 Т-1	79532	19638,4	53108	3239,3	0,24	0,37	0,66	35,15
ОП-11 Т-2	79501,4	22592	51524	3841,04	0,28	0,44	0,65	35,23

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПЛАНИРОВАНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ТОПЛИВНО-СЫРЬЕВОГО РЕГИОНА¹

Новичихин А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Произошедшие структурные изменения в экономике страны повлекли изменения условий функционирования экономических объектов и требований к результатам их деятельности, а также поставили ряд совершенно новых социально-экономических задач. Поэтому важное значение имеют решения задач повышения эффективности функционирования хозяйствующих субъектов. В топливно-сырьевых регионах к таким субъектам относятся градообразующие предприятия: металлургические заводы, объекты угольной и газовой промышленности, нефтяного комплекса, электроэнергетики - «полюсы роста», а также другие обеспечивающие или вспомогательные предприятия, компании, фирмы. «Полюсы роста» – крупная агломерация с развитой ресурсодобывающей промышленностью и мощной научной базой характеризуется наиболее высоким уровнем качества жизни, который обеспечивается развитой инновационной деятельностью. В развитых странах они находятся на высшей стадии развития, характеризующейся высокоразвитой полиареальной системой с мощной периферией. В России они находятся на начальной стадии развития согласно концепции формирования полюсов роста Фридмана [1].

В настоящее время принятие управленческих решений в социально-экономических системах (СЭС) осуществляется в условиях сложных и неустойчивых экономических ситуаций. Лицам, принимающим решения, сложно сделать правильный выбор. От их решений зависит стабильность функционирования и развития предприятий и компаний, и, как следствие, инвестиционная привлекательность отраслей топливно-сырьевого региона и его развитие. В современных условиях топливно-сырьевой регион характеризуется большим числом структурных элементов, взаимосвязей между ними и окружающей средой, наличием разного рода неопределенностей (отсутствие полной информации о функционировании, неточность количественных и качественных оценок, стохастичность протекания неуправляемых процессов, влияющих на эффективности системы).

В этой связи для устойчивого функционирования и развития топливно-сырьевого региона необходимо применение методов адаптивного управления. Под адаптивным управлением СЭС топливно-сырьевого региона понимается совокупность методов теории управления организационными системами [2, 3], позволяющих компенсировать внешние и внутренние воздействия на СЭС топливно-сырьевого региона посредством изменения параметров управляющих воздействий субъекта управления с целью обеспечения «устойчивости» функционирования. На функционирование и развитие топливно-сырьевого региона влияют следующие факторы: социум, экономика, экология, политика, природно-ресурсный потенциал, полюса роста.

Таким образом, в настоящее время актуальной задачей адаптивного управления в СЭС топливно-сырьевого региона является разработка механизма планирования для обеспечения устойчивого развития в современных условиях.

Сущностью механизма планирования в СЭС топливно-сырьевого региона является разработка стратегий и программ социально-экономического развития, функционирования СЭС региона, распределения топливно-сырьевых ресурсов (например, модель энергопотребления региона [4]).

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Государственный контракт № 15.740.11.0410.

Программы социально-экономического развития состоят из определенных этапов и набора сценариев (вариантов), реализация которых сопровождается разного рода неопределенностями.

Пусть множество этапов программы (плана) развития – $R = \{1, \dots, r\}$, множество возможных вариантов (сценариев, состояний) развития – $S = \{1, \dots, s\}$. Матрица вероятностей возникновения ущерба (риска) – $P = \|p_{zv}\|$, при $z \in [1, r]; v \in [1, s]$ на z -ом этапе v -ого варианта; матрица затрат (возможного ущерба) – $B = \|b_{zv}\|$; матрица ожидаемой прибыли (выгоды) – $C = \|c_{zv}\|$; матрица допустимого уровня затрат (возможного ущерба) – $G = \|g_{zv}\|$.

Требуется найти такую стратегию (программу развития) из множества возможных, при которых эффект будет максимальным, а затраты будут не больше допустимого уровня:

$$F = \sum_{z=1}^r \sum_{v=1}^s (1 - p_{zv}) \cdot c_{zv} \rightarrow \max. \quad (1)$$

При ограничении:

$$\sum_{z=1}^r \sum_{v=1}^s p_{zv} \cdot b_{zv} \leq g_{zv}. \quad (2)$$

Для оценки вероятностей возникновения ущерба при выборе того или иного варианта (сценария) предлагается использование регуляризирующего байесовского подхода и технологии байесовских интеллектуальных измерений (БИИ), позволяющих осуществить синтез информационных потоков в условиях разноаспектной, неточной и нечеткой информации. БИИ являются обобщением известных типов измерения (прямых, косвенных, комбинированных, статистических, алгоритмических и т.д.), при этом добавляют значимые преимущества к имеющимся достоинствам.

Основное уравнение байесовских интеллектуальных измерений [5, 6]:

$$\{h_{k,t} | MX_{k,t}\} = \{\arg \min C[\varphi_{j,t}(x_t | y_t)]\}, \text{ при } y_t = \{A_t, O_t, M_t\}, \quad (3)$$

где $\{h_{k,t}\}$ – список результатов, апостериорная достоверность каждого из которых определяется вероятностью P_k (k – гипотеза, t – момент времени); C – оптимизирующее решающее правило выбора решения по алгоритму $\varphi_{j,t}$ из множества алгоритмов $\Phi_{j,t}$ (j – алгоритм) при наборе данных x_t из множества X_t и условий измерений y_t , состоящие из динамических потоков априорной информации A_t , метрологических требований M_t и императивов (ограничений) O_t из соответствующих множеств A_T, M_T, O_T .

Основные компоненты, которые учитываются в модели функционирования топливно-сырьевого региона – социально-экономические ($S^{cэ}$), экологические ($S^{экол}$) и ресурсно-промышленные (S^{pn}).

Модель S_t^p топливно-сырьевого региона можно представить в следующем виде:

$$S_t^p = S_t^{cэ} * S_t^{экол} * S_t^{pn} \{O_t\}, \quad (4)$$

где * – символ байесовской свертки (с учетом взаимозависимости показателей).

Каждый из показателей модели может быть определен по методологии байесовских интеллектуальных измерений (формула (3)).

Также для моделей БИИ выполняется требование иерархичности:

$$h_{k,t} = \left(\begin{matrix} n \\ * \\ i=1 \end{matrix} h_{i,t} \right) * \left(\begin{matrix} m \\ * \\ j=1 \end{matrix} h_{j,t} \right), \quad (5)$$

где n и m – уровни иерархии объекта в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

Метрологическая обеспеченность модели объекта отражается в форме кортежа ком-

плексов метрологических характеристик в виде

$$\{MX\}_{k,t} = \{\xi_{k,t}; V_{k,t}; P_{k,t}\}, \quad (6)$$

где $\xi_{k,t}$ – точность результата БИИ; $V_{k,t}$ – надежность, определяемая по уровням ошибок 1 и 2 рода; $P_{k,t}$ – байесовская апостериорная достоверность результата БИИ.

Сформулированная задача, благодаря наличию в целевой функции вероятностных характеристик, относится к классу вероятных задач математического программирования. На каждом этапе программы определяется вероятность возникновения ущерба (риска) при выборе того или иного альтернативного варианта развития. Решение задачи возможно на основе алгоритма, основанного на направленном частичном переборе – методе ветвей и границ. Для реализации метода ветвей и границ необходимы две процедуры – ветвление и нахождение оценок (границ).

Таким образом, посредством предложенных методических основ разработки механизма планирования в СЭС топливно-сырьевого региона представляется возможным создание адаптивных процедур принятия управленческих решений в современных условиях. Появляется возможность разработки и оптимизации программ регионального развития, а также использования при совершенствовании инструментария снижения ожидаемого ущерба (экономического, социального и экологического).

Библиографический список

1. Friedmann, J. Urbanization, Planning and National Development / J. Friedmann. – London: Beverly Hills, 1973. – 351 p.
2. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – 2-е изд. – М: Физматлит, 2007. – 584 с.
3. Бурков, В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / В.Н. Бурков, Н.А. Коргин, Д.А. Новиков; под ред. Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
4. Новичихин А.В. Прогнозирование энергопотребления топливодобывающего субъекта РФ / А.В. Новичихин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 4. – С. 89 – 94.
5. Лукьянец А.А. Методология поддержки решений в управлении энергоснабжающими организациями на основе регуляризирующего байесовского подхода. Научно-практическое пособие / А.А. Лукьянец, С.В. Прокопчина. – Томск, 2006. – 196 с.
6. Недосекин Д.Д. Информационные технологии интеллектуализации измерительных процессов / Д.Д. Недосекин, С.В. Прокопчина, Е.А. Чернявский – СПб: Энергоатомиздат, 1995. – 185 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МНОГОКОНТУРНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ МОЩНЫХ ТОКОВЫХ ИМПУЛЬСОВ¹

Жмакин Ю.Д., Романов Д.А., Коновалов С.В., Кузнецов В.А., Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В схеме ГМТИ, выполненной на симисторах, регулирование амплитуды силовых токовых импульсов возможно осуществлять с помощью изменения угла открывания симисто-

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.» (гос. контракт № 14.740.11.0813).

ра, производящего заряд силовой батареи, благодаря чему регулируется напряжение заряда конденсаторной батареи.

Заряд конденсаторной батареи регулируется углом открывания β симистора. β отсчитывается от начала синусоиды линейных напряжений. Угол β можно изменять от 60 до 90 градусов.

Обратная связь по амплитуде токовых импульсов исключает влияние колебаний напряжения в питающей сети и изменений сопротивления в нагрузке на амплитуду токовых импульсов. Обратная связь осуществляется через датчик тока, выполненный на трансформаторе резисторе, диоде, конденсаторе, резисторе. Сигнал обратной связи складывается с задающим напряжением от выпрямителя на резисторе, с которого снимается общий сигнал обратной связи. На конденсаторе происходит сравнение общего сигнала обратной связи с опорным пилообразным напряжением, образующимся благодаря заряду конденсатора через резистор и диод от трансформатора. Результирующий сигнал, полученный вычитанием напряжения общего сигнала обратной связи из опорного пилообразного напряжения, поступает на вход блокинг-генератора, собранного на транзисторе. В тот момент, когда опорное напряжение превысит напряжение обратной связи, блокинг-генератор вырабатывает управляющий импульс на симистор, симистор откроется, будет происходить заряд конденсаторной батареи до момента когда сменит знак с + на -, когда угол $\beta = 90^\circ$. Угол открывания симистора регулируется резистором. Резистором можем регулировать фазу сигнала управления, поступающего на симистор в пределах от 60 до 90 градусов.

Рассмотрим, как работает цепь обратной связи. В случае снижения амплитуды токовых импульсов в нагрузке с конденсатора снимется меньшее напряжение, поступающее на резистор. Поэтому с резистора снимается меньшее напряжение, подающееся на конденсатор, фаза управляющего импульса смещается в сторону 60° . Заряд конденсаторной батареи благодаря этому увеличится, что соответствует регулировочной характеристике. При разряде конденсаторной батареи амплитуда тока увеличится. Таким образом, схема будет осуществлять стабилизацию и регулировку амплитуды силовых токовых импульсов.

На практике совместно с плавной регулировкой амплитуды импульсов требуется плавно регулировать частоту следования. Для этих целей можно использовать ГМТИ, выполненный на запираемом тиристоре. В этой схеме регулирование амплитуды токовых импульсов осуществляется изменением напряжения заряда конденсаторной батареи, которая заряжается напряжением выпрямителя и регулируется с помощью симисторного регулятора напряжения.

Если в данной схеме использовать 12 групп включения силовых трансформаторов по любым двум из шести известных схем, используя принцип суперпозиции токов в нагрузке, то можно достигнуть частоты следования импульсов до 3600 Гц.

В итоге получаем систему автоматического регулирования многоконтурным ГМТИ.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ УСТАНОВКОЙ ЭВУ 60/10¹

Жмакин Ю.Д., Романов Д.А., Будовских Е.А., Кузнецов В.А., Громов В.Е.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Целью настоящей работы является автоматизация технологического процесса упрочнения поверхности, повышение его производительности и безопасности труда для чего разработана схема ЭВУ на симисторном регуляторе напряжения.

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.» (гос. контракт № 14.740.11.0813).

Электрическая схема автоматизированной электровзрывной установки с реле времени для модификации поверхностных слоев материалов работает следующим образом. Вводное устройство подает напряжение на схему. Регуляторами задается величина зарядного тока силовой конденсаторной батареи. С помощью установки выдержки времени на срабатывание на реле времени устанавливается энергия заряда конденсаторной батареи. Вследствие того, что зарядный ток будет стабилизированным, напряжение на силовой батарее и заряд меняются от времени по линейному закону:

Задавая время t с помощью реле времени, устанавливается необходимая энергия заряда батареи. При включении кнопки «Пуск» установки через пускатели начинается зарядка силовой батареи. Симисторный регулятор напряжения с помощью схемы обратной связи по току поддерживает постоянным установленный ток заряда силовой батареи.

Когда симисторы в симисторном регуляторе напряжения будут полностью открыты, линейная зависимость роста заряда и напряжения батареи от времени сменится на нелинейную, поэтому максимальное время выдержки на реле времени будет ограничиваться выпрямленным напряжением.

Использование реле времени вследствие инерционности его механических частей снижает точность работы установки. Устранение этого недостатка установки возможно при использовании в качестве источника напряжения генераторов мощных токовых импульсов (ГМТИ).

На конденсаторную батарею подаются импульсы тока одной полярности, образуемые от ЭДС самоиндукции дросселя. На дроссель подаются короткие импульсы тока от ГМТИ. В тот момент, когда производная силы тока по времени изменяет знак с «плюса» на «минус», образуется ЭДС самоиндукции, которая создает зарядный импульсный ток батареи. Благодаря большой частоте импульсов, подаваемых на дроссель, можно зарядить конденсаторную батарею до рабочего напряжения 5 кВ. Батарея при одинаковой амплитуде импульсов, подаваемых на дроссель, будет заряжаться по нелинейному закону. Для того, чтобы контролировать величину заряда батареи, используется трансформатор тока, с помощью которого заряжается конденсатор. Поскольку между амплитудой импульсов, вырабатываемых дросселем на конденсаторную батарею, и амплитудой импульсов, вырабатываемых трансформатором тока для заряда конденсатора, существует постоянная пропорция, между напряжением и зарядом батареи и напряжением и зарядом конденсатора существует та же пропорция. Таким образом, контролируя напряжение и, соответственно, заряд конденсатора, можно контролировать напряжение и заряд конденсаторной батареи СВ. Выставляя переменным резистором необходимую величину заряда батареи, в нужный момент процесс заряда батареи прекращается с помощью транзисторного ключа, собранного на транзисторе.

ЭВУ, работающая на ГМТИ на запираемом тиристоре, позволяет избежать необходимости линеаризовывать зависимость напряжения и заряда конденсаторной батареи от времени.

ДИАГНОСТИКА ДЕФЕКТОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА ПУТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

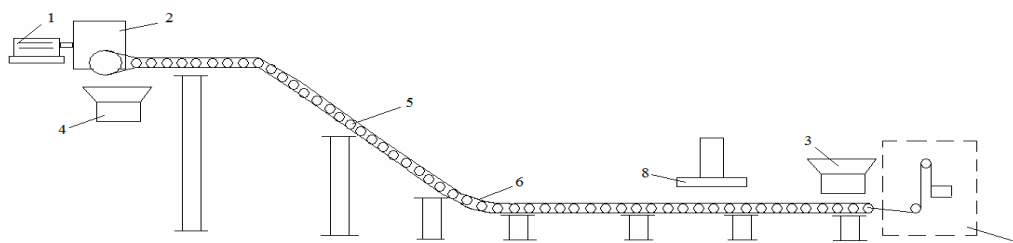
Кипервассер М.В., Аниканов Д.С., Альмиметова О.И., Инжелевская О.В.
*Сибирский государственный индустриальный университе
г. Новокузнецк*

Конвейерно-транспортные системы, являются основным видом транспортировки на углеобогатительных производствах, и от их надежной работы напрямую зависит производительность обогатительной фабрики. Перегрузка указанных механизмов и работа на гра-

нице между нормальными и опасными режимами будут постоянными вследствие требования поддержания высокой производительности. В этой связи защита механизмов от опасных режимов работы и их своевременная диагностика, является условием бесперебойной работы обогатительной фабрики.[1]

Конвейерный механизм является сложной механо-электрической системой.

Технологическая схема механизма представлена на рисунке 1:



1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – питатель; 5 – бункер; 6 – опорные и поддерживающие ролики; 7 – конвейерная лента; 8 – станция натяжения ленты; 9 – железоуловитель и железоотделитель

Рисунок 1 – Общая схема конвейера

Основными составными элементами механической части конвейера являются: редуктор, ролики, скребки, конвейерная лента натяжительная станция. Все перечисленные узлы подвержены износу, поломкам, а отказ любого из них может привести к остановке всего механизма.

Контроль состояния механизма на практике осуществляется следующими датчиками: контроля станции натяжения ленты; температуры смазки редуктора; заштыбовки (застывание горной массы); скорости вращения головного барабана; контроля схода ленты.

Указанные датчики не могут в полной мере охватить весь спектр аварийных ситуаций. В этой связи разработка дополнительной методики контроля является актуальной задачей. Решить поставленную задачу возможно, контролируя электрические параметры сопряженного с механизмом приводного электродвигателя.

Работа любого механизма сопровождается непрерывным процессом преобразования одного вида энергии в другой. В механизме конвейера электрическая энергия источника, посредством электродвигателя преобразуется в механическую. Поэтому любая неисправность в механической части конвейера приводит к изменениям тока приводного электродвигателя вследствие отклонения механического момента на валу [3]. Теоретической основой метода является, описание приводного асинхронного электродвигателя с помощью метода круговых диаграмм [2]. В основу построения этой диаграммы положена упрощенная схема замещения с вынесенным намагничивающим контуром, представленная на рисунке 2 [2].

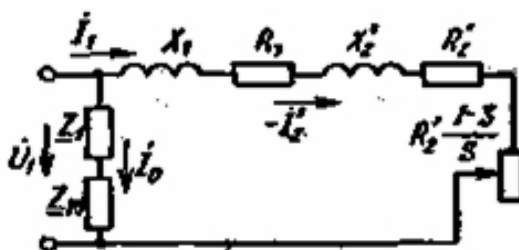


Рисунок 2 – Схемы замещения асинхронной машины

В данной схеме ток намагничивающего контура неизменен:

$$\dot{I}_0 = \dot{U}_1 / (Z_m + Z_1) \approx \text{const}, \quad (1)$$

Круговая диаграмма двигателя показана на рисунке 3. Вектор \dot{I}_0 отстает от вектора напряжения \dot{U}_1 на угол φ_0 (рисунок 3, а), причем

$$\text{tg } \varphi_0 = (X_r + X_1) / (R_m + R_1). \quad (2)$$

Поскольку $X_r + X_1 > R_m + R_1$ угол φ_0 близок к $\pi/2$. Ток I_2 замыкается по контуру, называемому рабочим (рисунок 2).

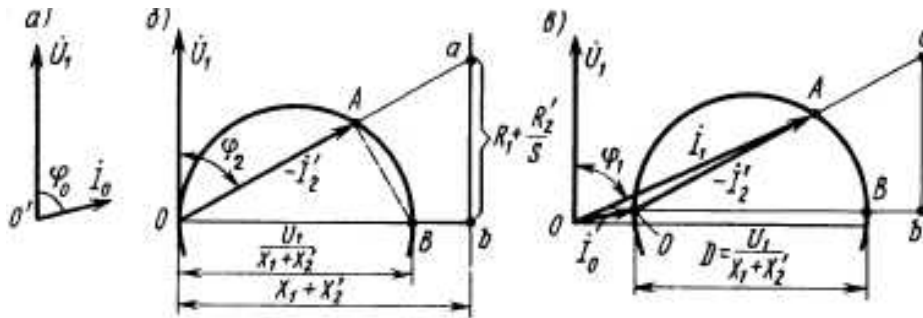


Рисунок 3 – Упрощенные круговые диаграммы асинхронной машины

В этом контуре индуктивные сопротивления X_1 и X_2 неизменны, а переменное активное сопротивление равно $(R_1 + R_2'/s)$, поэтому ток рабочего контура изменяется при изменении скольжения. Ток $-I_2$ принимает максимальное значение при некотором скольжении, соответствующем сопротивлению рабочего контура $R_1 + R_2'/s = 0$. При этом ток $-I_2$ реактивный и его значение определится.

$$I_2 \text{ max} = U_1 / (X_1 + X_2). \quad (3)$$

Контролируя ток статора можно контролировать состояния двигателя, и в частности величины активной мощности и момента на валу. Методика контроля работы рассмотрена на примере конвейера главного углеприема обогатительной фабрики «Краснобродская-Коксовая». Влияние механических неисправностей конвейера на величины момента и тока двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние механических неисправностей на параметры электродвигателя и силу тока

Вид неисправности	Изменение параметров э.д.	Возможная величина отклонения тока
-Ослабление -Обрыв станции натяжения.	$M \uparrow; I \uparrow; n \uparrow$	13-17 % 32-39 %
Порыв ленточного полотна (возможно так же отслоение в месте вулканизации ленты).	$M \downarrow; I \downarrow; n \uparrow$ до n_0	54-58 %
Заклинивание, вылет или поломка, опорного или поддерживающего ролика.	$M \uparrow; I \uparrow; n \downarrow$	3-6 %
Заклинивание ленточного полотна вследствие обрыва ленты или механического заклинивания.	$M \uparrow; I \uparrow; n \downarrow$	68-74 %
Поломка соединительных муфт.	$M \downarrow; I \downarrow; n \uparrow$ до n_0	64-72 %

Окончание таблицы 1

Вид неисправности	Изменение параметров э.д.	Возможная величина отклонения тока
Поломка редуктора (заклинивание в результате неправильной эксплуатации и заводского брака).	$M \uparrow ; I \uparrow ; n \downarrow$	Достигнет пусковых значений
Неисправность опорных подшипников в редукторе и электродвигателе.	$M \uparrow ; I \uparrow ; n \downarrow$	22-35 %
Поломка электрогидравлического механизма торможения.	$M \uparrow ; I \uparrow ; n \downarrow$	45-56 %

Анализ полученных данных показывает, что контролируя ток статора двигателя можно идентифицировать аварийные режимы и техническое состояние механизма. Устройства контроля можно реализовать на базе микропроцессорных устройств, предусмотренных в штатных схемах автоматики и управления конвейером. Алгоритм работы устройства контроля показан на рисунке 4.

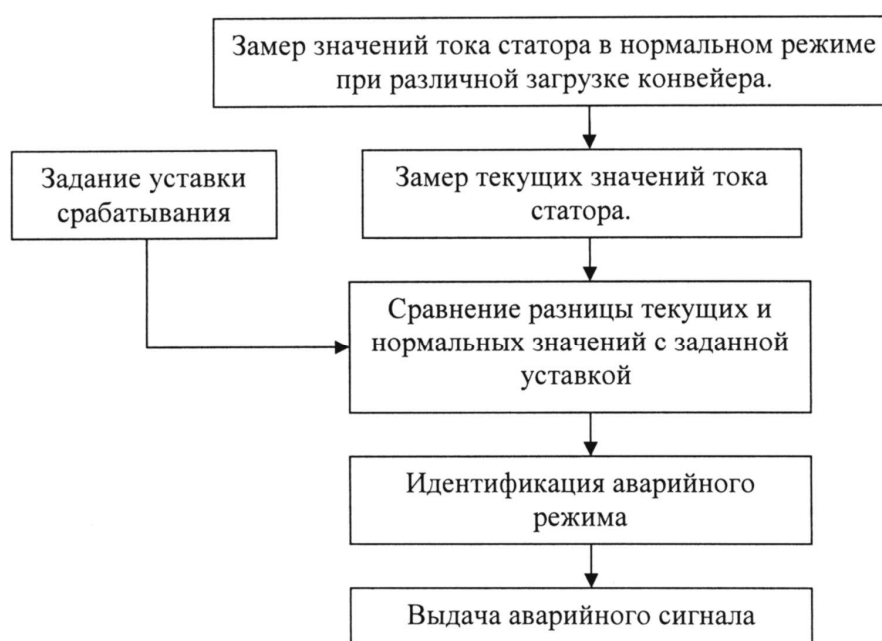


Рисунок 4 – Алгоритм работы схемы защиты

Таким образом, контролируя энергетические параметры механизма в целом на наиболее доступном для точных замеров участке можно распознать и предупреждать аварийные режимы работы.

Библиографический список

1. Большаков А.С. Углеобогащительные и брикетные фабрики. – Л.: Углеметтехиздат, 1992. – 240 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений- 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
3. Кипервассер М.В. Методика автоматического распознавания аварийных ситуаций механического оборудования, сопряженного с электрической машиной / Сб. трудов IV Всерос. науч. практ. конф. СибГИУ, Новокузнецк, 2010. – С. 245 – 247.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАССЫ ЖИДКОЙ СТАЛИ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ

Мышляев Л.П., Агеев Д.А., Чернявский С.В., Петрунин М.В.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Решению проблемы идентификации объектов управления посвящено большое количество работ. Однако их практическая реализация, как правило, предполагает использование упрощенных моделей [1, 2], в частности не учитывающих времени запаздывания по различным каналам, изменения динамических свойств и других особенностей функционирования объекта идентификации.

При параметрической адаптации моделей различных объектов управления может быть использован известный рекуррентный алгоритм [2]

$$k_j(i) = k_j(i-1) + \frac{y(i) - \sum_{j=1}^J k_j(i-1)u_j(i)}{\sum_{j=1}^J u_j^2(i)}, \quad (1)$$

где k_j – адаптируемые коэффициенты модели (1); $y(i)$ – выходная величина объекта идентификации; u_j – значение j -ого входного воздействия на объект; i – шаг дискретизации; j – число входов, а так же различного рода его модификации [2-4].

В работе [5] была выполнена постановка задачи и синтез алгоритмов идентификации в виде замкнутых динамических систем. В данном сообщении эти алгоритмы были реализованы при параметрической адаптации коэффициентов модели объекта, функционирующего в замкнутом контуре. В качестве объекта идентификации использовался кислородный конвертер, агрегат для выплавки жидкой стали, эксплуатация которого осуществляется в условиях неполноты исходной информации и высоком уровне помех.

Важнейшим показателем процесса производства стали в конвертере, является масса жидкой стали. Для ее прогноза использовалась известная модель [6], основанная на концепции базового и возмущенного движений. Базовая составляющая описывалась на основании физических представлений [7] об объекте управления, а возмущенная на базе кибернетических [8].

Прогнозируемая величина массы жидкой стали [6] определялась по выражению

$$\hat{G}_{cm}(i) = \hat{G}_{cm}^b(i) + \delta \hat{G}_{cm}^k(i) + \delta \hat{G}_{cm}^n(i-1), \quad (2)$$

где: – $\hat{G}_{cm}^b(i)$ базовое значение массы жидкой стали, определяемое по базовым составляющим контролируемых факторов; $\delta \hat{G}_{cm}^k(i)$ – приращения массы жидкой стали относительно базовых (опорных) составляющих контролируемых факторов; $\delta \hat{G}_{cm}^n(i)$ – эффекты неконтролируемых факторов; i – шаг дискретизации равный 1 плавке.

Определение приращения массы жидкой стали $\delta \hat{G}_{cm}^k(i)$ осуществлялось по выражению

$$\begin{aligned}
\delta G_{cm}^k(i) = & k_1 [G_u(i-l_{G_u}) - G_u^\delta(i)] - k_2 [Si_u(i-l_{Si_u}) - Si_u^\delta(i)] - k_3 [Mn_u(i-l_{Mn_u}) - Mn_u^\delta(i)] - \\
& - k_4 [P_u(i-l_{P_u}) - P_u^\delta(i)] - k_5 [Si_u(i-l_{Si_u}) - Si_u^\delta(i)]^2 + k_6 [Si_u(i-l_{Si_u}) - Si_u^\delta(i)] [G_l(i-l_{G_l}) - G_l^\delta(i)] - \\
& - k_7 [Mn_u(i-l_{Mn_u}) - Mn_u^\delta(i)] [G_{un}(i-l_{G_{un}}) - G_{un}^\delta(i)] + k_8 [C_{cm}(i-l_{C_{cm}}) - C_{cm}^\delta(i)] + \\
& + k_9 [P_{cm}(i-l_{P_{cm}}) - P_{cm}^\delta(i)] + k_{10} [G_l(i-l_{G_l}) - G_l^\delta(i)] + k_{11} [Mn_{cm}(i-l_{Mn_{cm}}) - Mn_{cm}^\delta(i)] + \\
& + k_{12} [G_{л.л.}(i-l_{G_{л.л.}}) - G_{л.л.}^\delta(i)] - k_{13} [G_{изв.}(i-l_{G_{изв.}}) - G_{изв.}^\delta(i)] - k_{14} [G_o(i-l_{G_o}) - G_o^\delta(i)] + \\
& + k_{15} [G_{c.д.}(i-l_{G_{c.д.}}) - G_{c.д.}^\delta(i)] - k_{16} [G_{un}(i-l_{G_{un}}) - G_{un}^\delta(i)]
\end{aligned} \tag{3}$$

где $G_u(i)$, $G_u^\delta(i)$; $Si_u(i)$, $Si_u^\delta(i)$; $Mn_u(i)$, $Mn_u^\delta(i)$; $P_u(i)$, $P_u^\delta(i)$; $C_{cm}(i)$, $C_{cm}^\delta(i)$; $P_{cm}(i)$, $P_{cm}^\delta(i)$; $Mn_{cm}(i)$, $Mn_{cm}^\delta(i)$; $G_l(i)$, $G_l^\delta(i)$; $G_{л.л.}(i)$, $G_{л.л.}^\delta(i)$; $G_{un}(i)$, $G_{un}^\delta(i)$; $G_{изв.}(i)$, $G_{изв.}^\delta(i)$; $G_o(i)$, $G_o^\delta(i)$; $G_{c.д.}(i)$, $G_{c.д.}^\delta(i)$ – соответственно фактические и базовые массы чугуна, содержания кремния в чугуне, содержания марганца в чугуне, содержания фосфора в чугуне, содержания углерода в стали, содержания фосфора в стали, содержания марганца в стали, массы используемого лома, массы легковесного лома, массы плавикового шпата, массы извести, массы доломита, массы сырого доломита; $l_{G_u, Si_u, Mn_u, P_u} = 0-1$ плавка- время запаздывания по химанализу чугуна и его массе; $l_{C_{cm}, P_{cm}, Mn_{cm}} = 1-2$ плавки - время запаздывания по химанализу стали перед выпуском из конвертера; $l_{G_l, G_{л.л.}, G_{un}, G_o, G_{c.д.}} = 0$ – плавков время запаздывания, соответственно, по массе лома, виду лома, массе плавикового шпата, массе обожженного доломита, массе сырого доломита.

Как видно из выражения (3), его отличительной особенностью является учет времени запаздывания по всем входным воздействиям, чего нет в уравнении (1). Было установлено, что выражением (3) можно объяснить до 55 % колеблемости фактически получаемой массы жидкой стали в конвертере.

Для параметрической адаптации были выбраны коэффициенты (k_1, k_4, k_8, k_{11}) при тех факторах, которые, исходя из физико-химических моделей, оказывают наибольшее влияние на изменение массы жидкой стали. Параметрическая адаптация выбранных коэффициентов уравнения (3) осуществлялась после окончания продувки, перед выпуском металла из конвертера.

Алгоритм идентификации, был построен на основе замкнутой динамической системы и заключался в выполнении следующих операций:

1. Отбор информативных участков по данным нормальной эксплуатации объекта идентификации.

Осуществлялся отбор плавков с использованием метода инструментальной переменной [9]. В качестве такой переменной применялась марка изготавливаемой стали, в данном примере - «3 СП». Отбор и усреднение полученных данных осуществлялись по существующей методике [10].

2. Расчет фактически реализованного эквивалентного параметрического управления $k_p^{экв.}$.

2.1. Принимая во внимание тот факт, что входные воздействия ($G_u, P_u, Mn_{cm}, C_{cm}$), являются величинами различной размерности, а влияние массы чугуна на ошибку прогнозирования наиболее значимым, было произведено нормирование этих величин относительно $\delta G_u(i) = [G_u(i) - G_u^\delta(i)]$.

$$\begin{aligned}
k_{p, G_u}^{экв.}(i) = & (k_{G_u}(i) [G_u(i-l_{G_u}) - G_u^\delta(i)] + k_{P_u} [P_u(i-l_{P_u}) - P_u^\delta(i)] + k_{C_{cm}} [C_{cm}(i-l_{C_{cm}}) - C_{cm}^\delta(i)] + \\
& + k_{Mn_{cm}} [Mn_{cm}(i-l_{Mn_{cm}}) - Mn_{cm}^\delta(i)] / [G_u(i-l_{G_u}) - G_u^\delta(i)]
\end{aligned} \tag{4}$$

2.2 Расчет ошибки регулирования

$$\varepsilon(i) = G_{cm}(i) - \hat{G}_{cm}(i) \quad (5)$$

где $G_{cm}(i)$ фактическая масса жидкой стали, $\hat{G}_{cm}(i)$ - прогнозируемая масса жидкой стали, перед выпуском из конвертера.

2.3. Оценивание идеального эквивалентного параметрического управляющего воздействия

$$k_{p,Gч}^{ид.экв.}(i-l_{Gч}) = k_{p,Gч}^{экв.}(i-l_{Gч}) + \delta k_{p,Gч}^{ид.экв.}(i-l_{Gч}), \quad (6)$$

$$\delta k_{p,Gч}^{ид.экв.}(i-l_{Gч}) = \delta k_{p,Gч}^{ид.экв.}(i-l_{Gч}-1) + a_p \varepsilon(i), \quad (7)$$

где $a_p = 0,027$ – настроечный коэффициент регулятора, значение которого было определено экспериментально-статистическим путем.

2.4. Экстраполяция идеального эквивалентного параметрического управляющего воздействия на интервалы времени запаздывания в различных каналах преобразования внешних воздействий, в частности «простой сдвижкой»

$$\hat{k}_{p,Gч}^{ид.экв.}(i) = k_{p,Gч}^{ид.экв.}(i-l_{Gч}) \quad (8)$$

2.5. Расчет параметрического управляющего воздействия, с учетом фактически реализованных управляющих воздействий, а также операцией восстановления исходной размерности для каждого j -ого канала

$$k_{p,j}(i+l) = \alpha_j \left[\hat{k}_{p,Gч}^{ид.экв.}(i) - \frac{\sum_{n=l, n \neq j}^N k_{p,n}(i) [u_n(i-l_n) - u_n^{\hat{}}(i)]}{[G_{ч}(i-l_{G_{ч}}) - G_{ч}^{\hat{}}(i)]} \right] \frac{[G_{ч}(i-l_{G_{ч}}) - G_{ч}^{\hat{}}(i)]}{[u_j(i-l_j) - u_j^{\hat{}}(i)]} \quad (9)$$

где α_j – весовой коэффициент, учитывающий важность каждого j фактора, $\sum \alpha_j = 1$

Расчеты производились на выборке из 830 плавов, сформированных по данным нормальной эксплуатации конвертера № 1 кислородно-конвертерного цеха ЧерМК ОАО «Северсталь», в период с 12.01.2010 по 04.03.2010.

Полученные результаты сравнивались с результатами адаптации коэффициентов модели прогноза массы жидкой стали (2) по известному алгоритму (1), на тех же натуральных данных.

Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

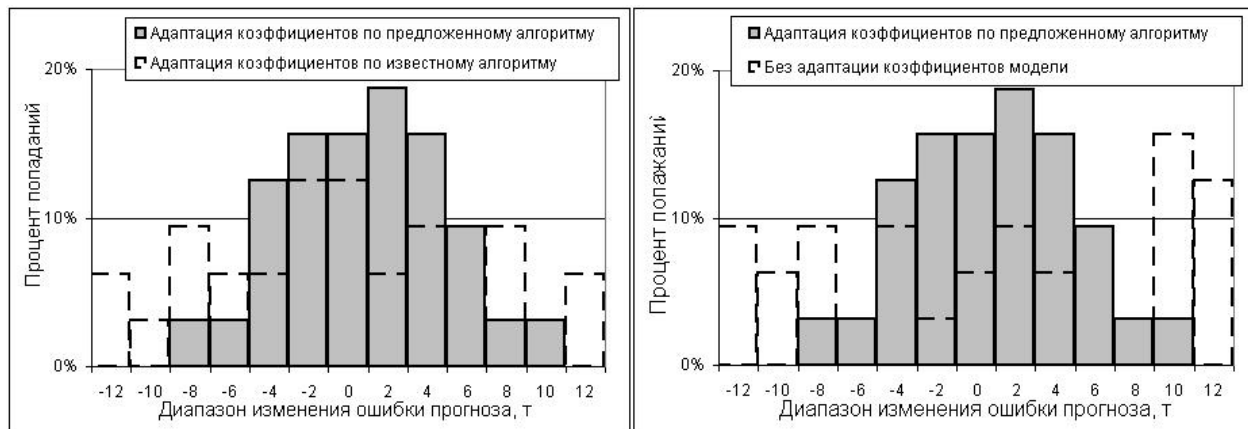


Рисунок 1 – Гистограмма распределения ошибок прогнозирования G_{cm}

Как видно из рисунка 1, в диапазон ± 4 т. по предложенному алгоритму попадает 78 % прогнозируемых величин массы жидкой стали, по известному алгоритму – 47 %, без адаптации – 34 %. Установлено, что при точности прогноза ± 4 т. по массе жидкой стали, с использованием известной модели прогноза [6], обеспечивается точность попадания в заданный химанализ ($\pm 0,02$ %) при раскислении металла в ковше, что является хорошей предпосылкой для получения требуемых характеристик готовой стали.

Библиографический список

1. Кошелев А.Е. Методы и алгоритмы робастной адаптации в автоматизированных системах управления металлургическим производством: Автореф. / МИСиС. – М., 1992. – 34 с.: граф. – Библиограф.: С.31. (39 назв.)
2. Райбман Н. С. Построение моделей процессов производства / Н. С. Райбман, В. М. Чадеев. - М.: Энергия, 1975. - 376 с.
3. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления / П. Эйкхофф. - М.: Мир, 1975. - 683 с.
4. Гроп П. Методы идентификации систем / П. Гроп. - М.: Мир, 1979. - 302 с.
5. Синтез идентификаторов в виде замкнутых динамических систем / Л. П. Мышляев, Д.А. Агеев, К.Г. Венгер, С.В. Чернявский // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2010. – № 12. – С. 60 – 62.
6. Способы расчета масс материалов конвертерного процесса / Авдеев В.П., Айзатулов Р.С., Мышляев Л.П., Петрунин М.В., Сарапулов Ю.А. – М.: Металлургия, 1994, 192 с.
7. Туркенич Д.И. Управление плавкой стали в конверторе / Д.И. Туркенич. – М.: Металлургия, 1971. – 360 с.
8. Летов А. М. Динамика полета и управление / А. М. Летов. - М.: Наука, 1969. – 359 с.
9. Кендэл М., Стюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
10. Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф. Прогнозирование в системах управления: Монография / СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – 348 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ»

Халимов В.А., Линков А.А., Киселев С.Ф.

*Научно-исследовательский центр систем управления
г. Новокузнецк*

Автоматизированная система управления нового технологического комплекса приема, подготовки и складирования рядовых углей, доставляемых на ЦОФ автотранспортом, входит в структуру системы автоматизированного управления (САУ) производственным комплексом обогатительной фабрики в качестве функциональной подсистемы.

Данная подсистема предназначена для централизованного контроля и управления технологическими агрегатами и оборудованием технологического комплекса, включая:

– технологический комплекс приемки и подготовки рядового угля, обеспечивающий прием угля автотранспортом, предварительную классификацию, дробление, транспортировку и загрузку угля на напольный склад рядового угля, состоящего из двух штабелей;

– оборудование выгрузки из штабелей (низ склада рядового угля) и транспортировки рядового угля до сборных конвейеров существующего закрытого склада рядовых углей, принимающего уголь, доставляемый железнодорожным транспортом;

– вспомогательное оборудование и системы, обеспечивающие вентиляцию, аспирацию, дымоудаление при пожаре и откачку дренажных вод.

Необходимые средства мониторинга и управления автоматизированными системами размещаются в операторском пункте.

Для контроля количества поступающих на фабрику рядовых углей предусматриваются:

- автоматические системы непрерывного измерения расхода рядовых углей реализуемые на базе конвейерных тензометрических весов;
- автоматические системы отбора из потоков и разделки проб рядовых углей для последующего химического анализа.

Цели создания системы:

1. Обеспечение эффективного управления технологическим комплексом за счёт:
 - оперативного формирования информации об изменениях условий, режимов функционирования и состояниях технологических агрегатов и оборудования;
 - соблюдения регламента эксплуатации и взаимодействия технологического оборудования и агрегатов по технологическому комплексу;
 - сокращения простоев технологического оборудования и затрат на ремонтно-восстановительные работы.
2. Сокращение затрат на текущее обслуживание системы за счёт:
 - применения современных технических средств автоматического контроля, анализа и диагностики состояния технологического оборудования;
 - использования в качестве технической базы на нижнем уровне системы современных микропроцессорных контроллеров, обладающих высокой надёжностью, большими сроками наработки на отказ, простотой замены вышедших из строя элементов, расширения технической структуры, модификации математического и программного обеспечения.
3. Сокращение временных и материальных затрат на модификацию функций системы и алгоритмов контроля и управления при изменениях технологического регламента и взаимных блокировок механизмов и агрегатов в процессе пуско-наладки и эксплуатации технологических комплексов, поскольку решение указанных задач осуществляется путем корректировки программного обеспечения системы.

Рассматриваемая САУ представляет собой двухуровневую систему контроля и управления (рисунок 1).

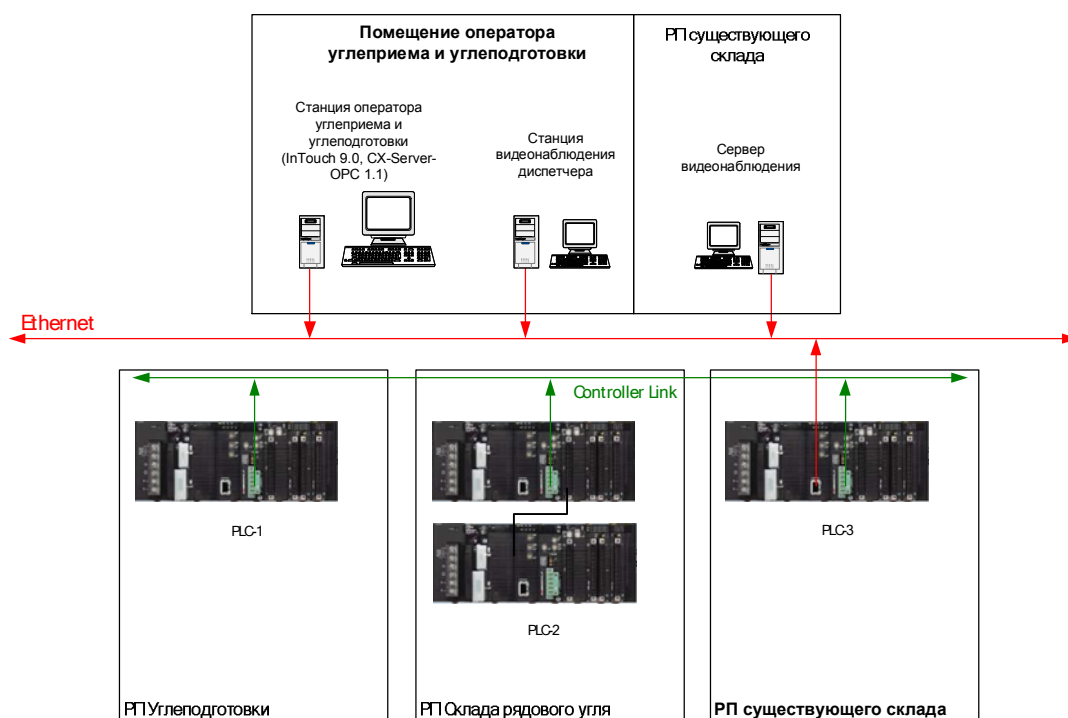


Рисунок 1 – Техническая структура автоматизированной системы управления складом ЦОФ «Березовская»

Уровень технологического управления (нижний уровень системы) состоит из двух автономных подсистем управления основного технологического комплекса:

- подсистема автоматизации управления технологическим комплексом углеприема и углеподготовки;

- подсистема автоматизации управления технологическим комплексом транспортировки рядового угля до сборных конвейеров;

Подсистема управления каждым технологическим комплексом предназначена для решения задач взаимосвязанного управления агрегатами этого технологического комплекса. Это автоматическое управление агрегатами с соблюдением технологического регламента планового пуска/останова и аварийных блокировок агрегатов. Предусмотрены следующие режимы функционирования комплексов:

- местный (наладочный) режим, когда управление отдельными агрегатами и оборудованием осуществляется посредством только локальных систем с местных постов управления;

- дистанционное управление, когда системой автоматизации реализуются все информационные функции, но управление каждым агрегатом (включение/выключение, изменение заданий на технологические режимы) выполняется оператором через рабочую станцию посредством специального человеко-машинного интерфейса;

- автоматическое управление, когда реализуются все информационные функции по командам оператора, осуществляется автоматический запуск/останов технологической линии с соблюдением необходимой последовательности и временного регламента включения/выключения взаимосвязанных агрегатов и оборудования.

Каждая подсистема управления технологическим комплексом реализуется на микропроцессорном программируемом логическом контроллере и обеспечивает:

- прием и обработку дискретных сигналов о состоянии оборудования и агрегатов, формирование дискретных сигналов управления агрегатами, реализуя функции местного, дистанционного и автоматического управления оборудованием агрегата;

- прием и обработку сигналов измерительной информации от локальных весовых систем; предусматривается возможность приема стандартных аналоговых сигналов, дискретных сигналов;

- обмен данными между контроллерами по специализированной контроллерной сети Controller Link;

- обмен данными по информационной сети Ethernet с компьютером рабочей станции верхнего уровня САУ;

- автоматическое или по командам диспетчера формирование команд пуска/останова агрегатов в соответствии с текущим состоянием процесса и требованиями регламента.

Отображение информации оператору осуществляется в виде мнемосхемы, представленной на жидкокристаллическом мониторе с диагональю 40” рабочей станции оператора, отражающей все основные компоненты технологического комплекса и их связи в технологической цепи. Мнемосхема монитора рабочей станции оператора представлена на рисунке 2.

Детальная информация о текущем состоянии агрегата, причинах его неготовности или аварии дается в виде текстовых сообщений на всплывающих диагностических окнах (рисунок 3), вызываемых по команде оператора.

Формирование команд дистанционного управления любым агрегатом осуществляется нажатием на изображение соответствующей клавиши диагностического окна этого агрегата.

Кроме отображения информации на мониторе операторской станции, предусматривается оповещение оператора о возникновении критических и аварийных ситуаций посредством звуковой и световой сигнализации.

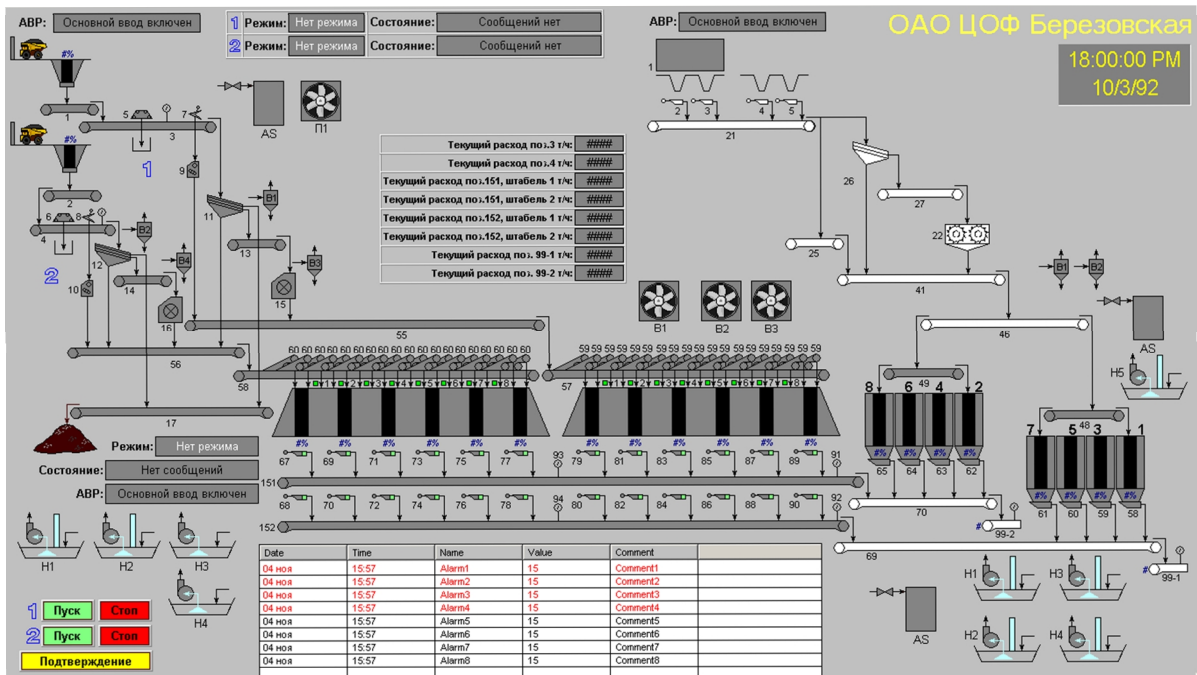


Рисунок 2 – Основной видеокادر станции оператора

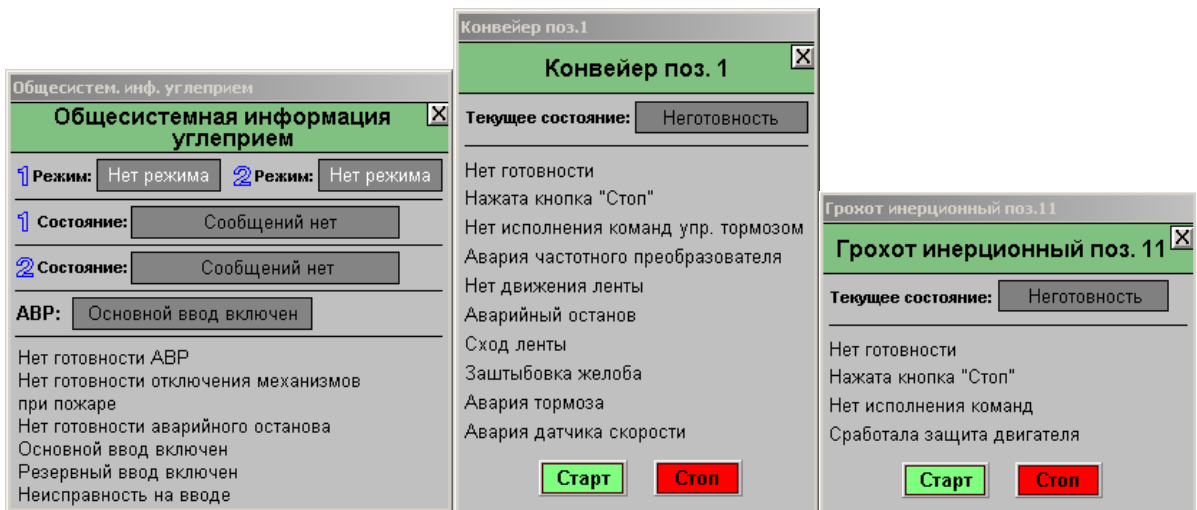


Рисунок 3 – Видеокادر с диагностическими окнами

Основой информационного обеспечения операторской станции служит базовое программное обеспечение, в качестве которого используется SCADA система InTouch. InTouch поддерживает стандартные протоколы обмена данными (DDE, OLE, OPC) и внедрение объектов ActiveX, что обеспечивает гибкость и возможность расширения системы.

На монитор оператора выведена информация о работе существующего оборудования комплекса приема угля железнодорожным транспортом (вагоноопрокидыватель), которая находится в правой части мнемосхемы (рисунок 2). Таким образом, система автоматизированного управления комплексом по приему угля автотранспортом является, одновременно, системой визуализации комплекса углеприема железнодорожного транспорта. [1].

Разработка прикладного программного обеспечения, настройка и техническое обслуживание контроллеров Omron осуществляется с использованием инструментального пакета CX-One, который позволяет создавать, настраивать и программировать все сети и программируемые контроллеры.

Данная система управления успешно функционирует с момента ввода в эксплуатацию в 2008 году и по настоящее время.

Библиографический список

1. Киселев С.Ф. Автоматическая система управления агрегатами комплекса углеподготовки ЦОФ «Березовская» / С.Ф. Киселев, В.С. Сазыкин, В.А. Халимов, А.А. Линков // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной области: Тр. Третьей Всерос. науч.-практ. конф.-и. – Новокузнецк, СибГИУ, 2006. – С. 282 – 284.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННОЙ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ)*

Мышляев Л.П., Халимов В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Научно-исследовательский центр систем управления
г. Новокузнецк*

Динамическая оптимизация современных технологических процессов требует широкого внедрения средств и систем автоматизации. Как правило, в небольшом числе случаев при проектировании промышленных комплексов закладываются возможности оптимизации только непосредственно самих процессов переработки сырья и энергии. В то же время широкие возможности для повышения эффективности производства открываются при вовлечении в объекте оптимизации складских помещений для корректировки показателей качества готовой продукции. [1].

При этом, конечно, необходимо проектировать склады таким образом, чтобы была возможность отдельного складирования продукции с различными показателями качества и формирования отгружаемой продукции с заданными свойствами.

Для этого случая, структура объекта исследования и оптимизации «ТП-С» представлена на рисунке 1, где приняты следующие обозначения: $U^{ТП}$, $U^С$ – векторы управляющих воздействий на технологический процесс производства продукции (ТП) и складских операций (С), соответственно; $W^{ТП}$, $W^С$ – вектора внешних воздействий на ТП и С, соответственно; $Y^{ТП}$, Y – векторы выходных воздействий ТП и всего комплекса, соответственно.

В общем виде постановка задачи оптимизации производства продукции Y в комплексе «ТП-С» может быть представлена следующим образом.

Дано:

1. Модель преобразования технологического процесса

$$Y^{ТП} = \Phi^{ТП}[W^{ТП}, U^{ТП}, S^{ТП}, t], \quad (1)$$

где $S^{ТП}$ – состояние ТП; t – время.

2. Модель преобразования (перемещения) материала на складе

$$Y = \Phi[Y^{ТП}, W^С, U^С, S^С, t], \quad (2)$$

где $S^С$ – состояние С.

3. Ограничения на $U^{ТП}$, $U^С$, $Y^{ТП}$, $S^{ТП}$, $S^С$.

4. Задание Y^* на свойства Y , в частности, на диапазон допустимых значений химического состава материала.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а.

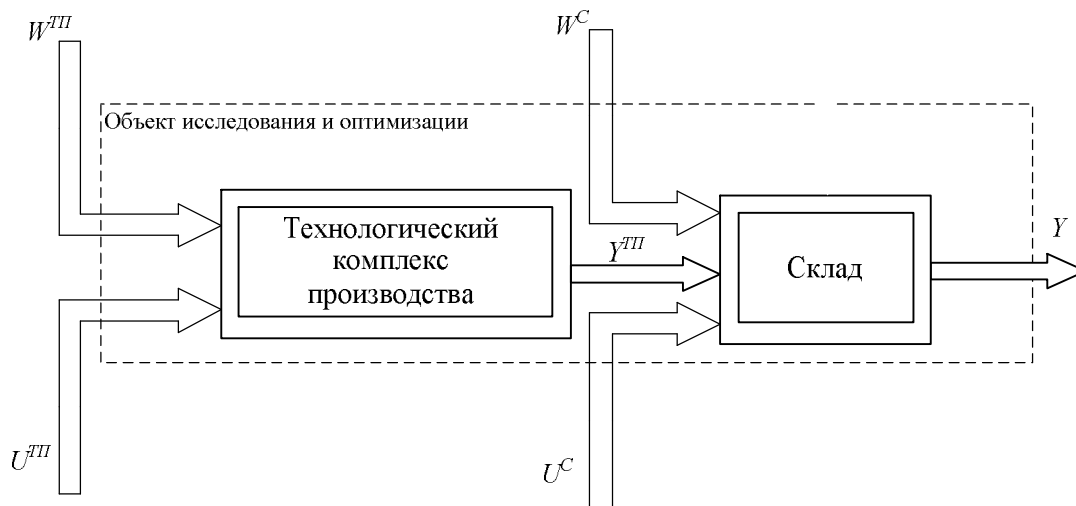


Рисунок 1 – Структурная схема объекта исследования и оптимизации

5. Критерий оптимизации

$$Q = q[W^{III}, W^C, U^{III}, U^C, S^{III}, S^C, Y^{III}, Y^C, Y^*]. \quad (3)$$

Требуется: оптимизировать технико-экономические показатели в комплексе «ТП-С».

Для пояснения поставленной задачи приведем модельные расчеты на примере современной углеобогащательной фабрики.

Модель производства представлена в виде

$$y^i(t) = y^*(t) + \varepsilon(t), \quad (4)$$

где $y^*(t)$ – базовое значение показателя качества, например зольность угольного концентрата, $const=1,0$; $\varepsilon(t)$ – случайный сигнал, изменяющийся в диапазоне $[-0,2; +0,2]$.

Цена на продукцию устанавливается в зависимости от ее качества таким образом, что продукция высокого качества продается за свою полную стоимость, а низкого, по значительно меньшей стоимости, и представлена выражением

$$\zeta(t) = \begin{cases} \zeta^*, & \text{при } y^i \leq [y^*]; \\ C \cdot \zeta^*, & \text{при } y^i > [y^* + 0,1]; \end{cases} \quad (5)$$

где ζ^* – цена качественной продукции, $const=1,0$; C – постоянный коэффициент, $C=0,8$.

За критерий эффективности комплекса «ТП-С» в данном примере принят аналог прибыли, рассчитываемый по формуле:

$$Q = \sum_{t=0}^T \zeta(t) - \sum_{t=0}^T Z(t), \quad (6)$$

где ζ – цена продукции; Z – затраты на ее производство; T – интервал времени оптимизации.

Рассмотрим для сравнения два варианта расчета:

– когда затраты на производство постоянны и на складе не производится корректировка показателей качества продукции;

– когда затраты не постоянны и на складе производится корректировка показателей качества продукции.

Пример динамики аналога прибыли представлен на рисунке 2.

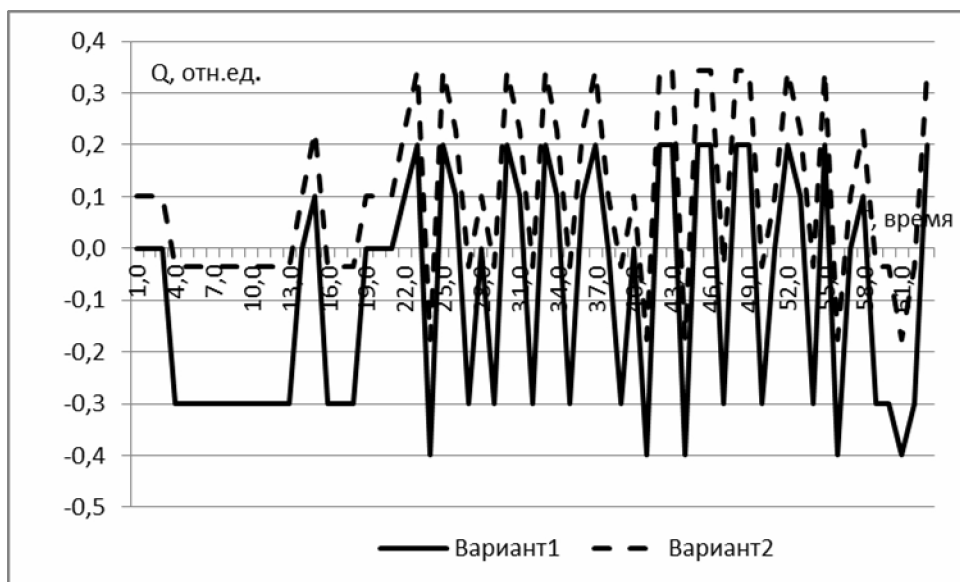


Рисунок 2 – Диаграммы изменения аналога прибыли

Значение аналога прибыли Q за рассматриваемый промежуток времени по первому варианту: $Q^I = -3,2$ отн. ед., а по второму: $Q^{II} = 3,3$ отн. ед.

Таким образом, приращение эффективности производства в системе «ТП-С» выше по второму варианту не менее чем на 10 %.

Библиографический список

1. Волкова Л.И. Математическая модель динамики штабеля сыпучих материалов во время разгрузки (на примере напольного склада) / Л.И. Волкова, В.А. Халимов, С.Ф. Киселев, С.В. Прокофьев // Вестник РАЕН (ЗСО). 2008.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В ООО «УК РАЗРЕЗ СТЕПНОЙ»

Пинаев К.В., Ляховец М.В., Халимов В.А., Березин Д.Г.
 ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
 г. Новокузнецк

Увеличение уровня добычи рядового угля и требования к повышению качества и стабильности характеристик конечного продукта приводит к необходимости дополнительной переработки сырьевого материала, что в свою очередь вынуждает вводить в эксплуатацию новый обогатительный модуль, а так же производить модернизацию уже существующих участков ООО «УК Разрез Степной». Вновь вводимый обогатительный модуль должен быть интегрирован в уже существующую технологическую схему, с учетом производительности действующего оборудования и ориентирован на переработку угля с определенной зольностью, влажностью и гранулометрическим составом (рисунок 1).

Оборудование существующего и вновь строящегося комплексов, оснащалось современными техническими средствами контроля и автоматизации, что существенно снижает риски появления аварийных ситуаций. Для повышения эффективности управления, локальные системы автоматизации объединялись в автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом фабрики.

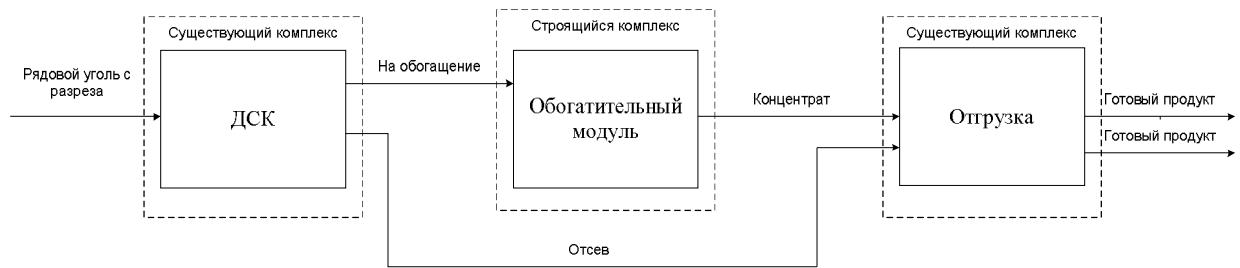


Рисунок 1 – Упрощенная схема транспортных потоков материала на обогатительной фабрике ООО «УК Разрез Степной»

Автоматизированная система должна решать следующие задачи:

- централизованный контроль, анализ и отображение информации о состоянии производственных и технологических процессов и оборудования технологического комплекса;
- управление технологическими процессами и оборудованием технологического комплекса обогатительной установки.

Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом обогащения представляется, как распределенная двухуровневая система, объединяющая в себе, системы управления дробильно-сортировочным участком, установкой по обогащению, и пунктом отгрузки концентрата (рисунок 2).

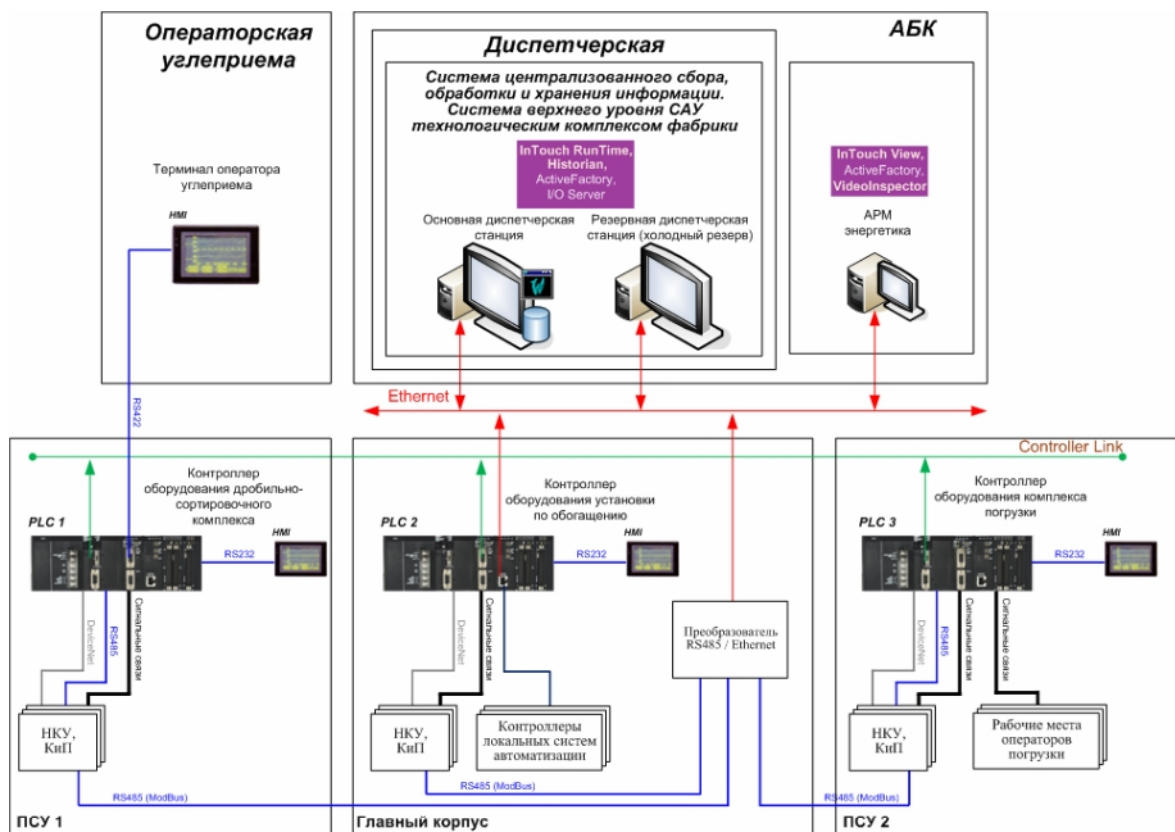


Рисунок 2 – Схема укрупненной технической структуры АСОДУ ТК

Системы автоматизации нижнего уровня строятся на базе модульных микропроцессорных контроллеров CJ1 и программируемых терминалов NS5. Контроллеры укомплектованы всеми необходимыми модулями для приема входных аналоговых сигналов измерительной информации и дискретных сигналов состояния оборудования, и выдачи управляю-

щих сигналов, а так же коммуникационными модулями связи. Обмен данными между контроллерами PLC1, PLC2 и PLC3, на базе которых реализуется нижний уровень системы управления технологическим комплексом фабрики, реализуется по средствам промышленного сетевого стандарта Controller Link, информационный обмен с верхним уровнем системы осуществляется по сети Ethernet. Для удобства эксплуатации каждый шкаф контроллера снабжен программируемым терминалом, с помощью которого обслуживающий персонал имеет возможность посмотреть информацию о состоянии локальной системы автоматизации, данная информация также дублируется на диспетчерской станции оператора комплекса.

Верхний уровень системы представлен диспетчерской станцией оператора фабрики, на которой развернута SCADA-система, отображающая мнемосхему всего комплекса в целом, включая внутрисистемные аварийные сигналы, а также детальную информацию о текущем состоянии любого выбранного оператором агрегата. Данная система предоставляет возможность оператору управлять оборудованием, формируя команды, пересылаемые непосредственно контроллеру.

В процессе внедрения вышеописанной системы были выявлены некоторые отличительные особенности.

Процесс ввода нового обогатительного модуля фабрики был сильно растянут во времени, и пусконаладочные работы проходили в два этапа. Такого рода задержки были вызваны необходимостью останавливать существующие участки фабрики, а значит, и останавливать отгрузку товара конечному потребителю. Останов существующего комплекса длительное время откладывался из-за договорных обязательств владельца фабрики.

При проектировании технологии обогащения не в полной мере было учтено, что материально-техническая база существующих комплексов морально и физически устарела. Например, производительность питателя рядового угля, располагающегося в самом начале технологической цепи, не позволяла вывести фабрику на проектную мощность. Также не были достигнуты требуемые условия функционирования отсадочной машины, в связи с тем, что дробилка не справлялась с нагрузкой, и на отсадку поступал уголь фракцией превышающей 200 мм. Это приводило к аварийным ситуациям, устранение которых требовало человеческих, временных и финансовых ресурсов.

Проектные решения не учитывали совместимость современных технических средств автоматизации электропривода с существующей технической базой. В результате чего электропривод основной дробилки перегревался при запуске, работал не стабильно, и это часто приводило к срабатыванию средств защиты и аварийному отключению агрегата.

Из-за отсутствия аккумулирующих бункеров на входе обогатительного модуля, отказ одного из агрегатов дробильно-сортировочного комплекса приводил к прекращению подачи сырья для обогащения и происходил аварийный останов всей фабрики.

В процессе пусконаладочных работ приходилось вносить изменения, как в рабочую документацию, так и в программное обеспечение АСОДУ. Это вызвано принятием руководством фабрики несогласованных с проектировщиком-технологом изменений в технологическом процессе. Кроме того, поставленное на фабрику оборудование не в полной мере соответствовало проектным решениям. Это относится практически ко всем агрегатам и узлам обогатительного модуля. Например, можно сказать о насосах зумпфов питания наиболее важных элементов водно-шламовой схемы. По проекту учитывалось их резервирование, и в случае возникновения аварийной ситуации с одним из насосов, автоматизированная система немедленно должна ввести в схему резервный насос и исключить из схемы аварийный участок цепи. Это должно происходить без участия человека. Но в связи с тем, что были закуплены не электрифицированные запорные механизмы для этих узлов водно-шламовой схемы, не было возможности автоматически изменять структуру комплекса.

Также стоит отметить отсутствие квалифицированных кадров со стороны фабрики, которые должны были с самого начала строительства перенимать опыт, знакомиться с оборудованием и протекающими технологическими процессами. Отсутствие такого персонала

приводило к тому, что приходилось частично выполнять функции по обслуживанию фабрики. Технический персонал был набран в период окончания пусконаладочных работ, таким образом, параллельно приходилось проводить его обучение.

В настоящее время фабрика введена в эксплуатацию и успешно функционирует. Внедрение АСОДУ ТКО позволило:

- оперативно формировать и анализировать информацию об изменениях режимов функционирования и состоянии технологических процессов, агрегатов и оборудования;
- оперативно и согласованно выдавать задания на режимные параметры технологических процессов;
- оперативно реализовывать управляющие решения и регулирование технологических параметров;
- контролировать, учитывать и анализировать нарушения технологической и производственной дисциплины, а также эффективности управления.

Результатом модернизации стало повышение эффективности производства, на выходе которого получается не рассортированный по классам рядовой уголь, а концентрат заданного качества.

НОРМАТИВНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЛИЗАМИ И РАЗВЕРТЫВАНИЕМ ИТ-СЕРВИСОВ

Левченко С.П., Зимин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Введение. Одной из ключевых систем управления вводом ИТ-сервиса в эксплуатацию является система управления релизами ИТ-сервиса и их развертыванием (УРР), которая обеспечивает «встраивание» нового или изменяемого сервиса в эксплуатационную ИТ-среду. В статье рассматриваются элементы нормативной модели системы УРР: цели, задачи, структура и механизмы управления.

Цели системы управления релизами и их развертыванием:

- оптимизация соотношения времени и ресурсов, необходимых для создания и развертывания релизов, с рисками разрушения компонентов ИТ-среды (используемых ИТ-сервисов, применяемых ИТ-процессов, включая процессы внешних ИТ-провайдеров);
- максимизация удовлетворенности клиентов, пользователей и ИТ-персонала функционированием системы УРР.

Задачи управления релизами и их развертыванием:

- планирование развертывания релизов, которое позволяют всем участникам развертывания, в том числе пользователям ИТ-сервиса и бизнесу, привести свою деятельность в соответствие со сформированными планами;
- управление формированием, сборкой, инсталляцией, тестированием, развертыванием релизов и пакетов релизов в эксплуатационной ИТ-среде в соответствии с утвержденными планами;
- управление начальным периодом эксплуатации ИТ-сервиса (управление отклонениями от его нормативного функционирования);
- регулярная оптимизация системы управления релизами и их развертыванием.

Область определения системы УРР включает все релизы и все пакеты релизов, специфицированные в проектом пакете сервисов (SDP) [1], подготовленном стадией жизненного цикла сервиса «Проектирование», и предназначенные для ввода в эксплуатацию нового или изменяемого ИТ-сервиса или актива.

Формирование множества релизов. Релиз представляет собой подмножество компонентов ИТ-сервиса, инфраструктуры или любого другого ИТ-актива [2], которое подде-

жит «встраиванию» в ИТ-среду за один прием. Задача формирования множества релизов для заданного ИТ-сервиса состоит в том, чтобы, учитывая структуру сервиса, найти наилучшее, в смысле сформулированных выше целей, разбиение множества ИТ-компонентов сервиса: определить количество подмножеств и состав ИТ-компонентов каждого подмножества. При этом каждое подмножество ИТ-компонентов представляет собой отдельный релиз, а все они вместе – полный ИТ-сервис.

Типовые модели развертывания. Метод «большого взрыва» и поэтапный подход. «Большой взрыв» соответствует случаю, когда новый или изменяемый сервис развертывается в полном объеме для всех пользователей одновременно. Поэтапный подход предполагает, что сервис сначала развертывается для части пользователей, а затем операция повторяется для других подмножеств пользователей. Поэтапное развертывание релизов возможно в том случае, если старая и обновленная версия ИТ-сервиса могут функционировать одновременно.

Развертывание методами «размещения и перемещения». Так называют подходы, при которых процесс развертывания компонентов ИТ-сервиса осуществляется из некоторого центра в отношении целевых периферийных мест. Поставка обновленных компонентов сервиса пользователям (при «большом взрыве» или при поэтапном подходе) соответствует «размещению», если новый или изменяемый ИТ-сервис «встраивается» в ИТ-среду за один раз и без согласования с пользователями. «Перемещающий» подход применяется для программных релизов, когда программное обеспечение является доступным в центре обслуживания, но пользователи свободны в выборе времени перемещения ПО на свою рабочую станцию.

Автоматизированное и ручное обновление ИТ-активов. Автоматизация отдельных работ гарантирует воспроизводимость и согласованность всех выполняемых операций. Однако не всегда имеется время и другие ресурсы для разработки эффективного автоматизированного механизма. Если используется ручной механизм, необходимо регулярно контролировать результаты множества ручных операций (зачастую многократно повторяемых), поскольку они во многом неэффективны и подвержены ошибкам. Слишком большой объем ручной работы замедляет работу группы формирования и развертывания релизов и создает проблемы с ресурсами или их мощностью.

Формирование нового базового состояний ИТ-среды. На рисунке 1 приведена принципиальная схема изменения текущих базовых состояний сервисных активов ИТ-среды на состояния, соответствующие их новому базовому уровню, посредством развертывания релизов, обновляющих эти состояния. Персонал системы УРР должен иметь адекватное представление о текущей и целевой архитектуре, чтобы планировать, формировать, компоновать и тестировать релизы для поддержки нового или измененного сервиса.

Процедура планирования развертывания пакета релизов предусматривает оперативное удаление отдельной единицы релиза, если в результате развертывания этот релиз вызывает проблемы. Формирование допустимых (удовлетворяющих заданным ограничениям) вариантов развертывания требует предварительной оценки схем развертывания единиц релизов и размещения этих единиц в соответствующей ИТ-среде.

Планирование сборки пакета релизов включает:

- Анализ и акцептование оценочных критериев для контроля входов/выходов отдельных этапов процесса сборки.
- Информирование участников процесса сборки о продвижении процесса и организация коммуникаций.
- Обучение персонала и организацию занятий по обмену опытом.
- Планирование инсталляции ИТ-сервисов и сервисных активов (заключение необходимых соглашений и контрактов).
- Согласование графиков выполнения каждого изменения активов, завершения логических операций, связанных с поставкой ИТ-компонентов, распределения ресурсов для целевых сред.

- Расширение функциональных возможностей ИТ-процессов.
- Оценку готовности целевой группы развертывания (клиентов, пользователей и персонала эксплуатации) к внедрению релиза;
- Определение и акцептование критериев завершения процесса сборки.

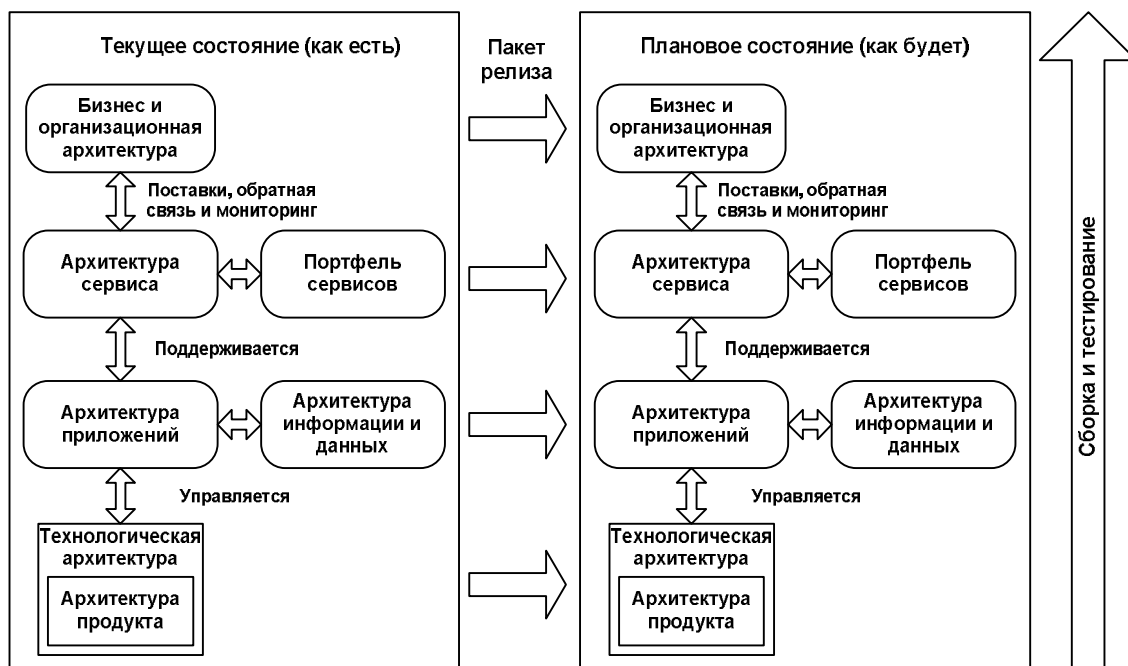


Рисунок 1 – Схема перехода от текущих базовых состояний ИТ-среды к новым базовым состояниям

Планирование развертывания пакета релизов. Планирование логистики поставок ИТ-компонентов. Для подготовленной общей схемы сборки пакета релиза разрабатывается логистика и планы поставок. Логистика включает, в том числе, списывание, распределение, обновление и реализацию высвобождаемых ИТ-активов. Как только логистика и планы поставок сформированы, они предоставляются всем участникам развертывания пакета релизов, которые официально подтверждают получение планов. Получение заказанных ИТ-компонентов и размещение их на складе не является достаточным. Успешная логистика требует проверки того, что поставленные компоненты выполняют функции в соответствии с согласованной спецификацией.

Финансовое/коммерческое планирование. Финансовые и коммерческие аспекты процесса развертывания всегда должны находиться под постоянным контролем, в особенности при каждом изменении планов развертывания (например, достаточно ли оборотных средств, имеются ли все необходимые контракты и лицензии).

Тестирование ИТ-сервиса. Цель тестирования состоит в обосновании достаточной степени убежденности в том, что ценность ИТ-сервиса (соответствие требованиям полезности и применимости) после окончательного акцепта по итогам выполнения пилотного проекта/репетиции и начальной эксплуатации, будет удовлетворять клиентов и пользователей. Эта убежденность базируется на разработке стратегии испытаний и предположении о возможности реализации необходимых изменений ИТ-сервиса по результатам этих испытаний. Критерии приемки и условия тестирования ИТ-сервиса отражают ожидаемые обстоятельства, при которых он будет эксплуатироваться и приносить выгоду. Основные цели тестирования операционной готовности сервиса включают:

- Подтверждение готовности сервиса и его основных компонентов к развертыванию в эксплуатационной ИТ-среде.

- Подтверждение работоспособности интерфейсов (SPIs) с бизнес-процессами, клиентами, пользователями и ИТ-провайдерами [1] .
- Подтверждение готовности групп эксплуатации сервиса обеспечить поддержку функционирования сервиса с использованием системы управления сервисами (ИТ-процессами).

Пилотные проекты применяются для тестирования основных требований к ИТ-сервисам ограниченным количеством пользователей (до предоставления сервисов всему пользовательскому семейству). Предметная область пилотного проекта задается подмножеством функций сервисов (функциональный объем проекта), подлежащих тестированию, и множеством пользователей (географический объем проекта), которые используют эти сервисы. Задание двух этих множеств определяет содержание пилотного проекта. Пилотный проект часто выполняют в качестве единственного испытания перед полным развертыванием сервиса для всех пользователей. Однако, находит применение и подход со многими пилотными проектами (например, пилотные проекты для каждой географической области). Выбор количества пилотных проектов определяется обстоятельствами и оптимальным соотношением между пользой от них и соответствующими затратами. Для пилотного проекта должны быть сформулированы ясные цели, например:

- Установить значения некоторых метрик для ИТ-сервисов и процессов и добиться того, чтобы заданные значения удовлетворялись с приемлемой точностью.
- Оценить фактические выгоды и затраты на основе выполнения пилотного проекта в сравнении с показателями экономического обоснования.
- Акцентовать новые процессы и способы работы с пользователями и поставщиками.
- Определить, оценить и уменьшить некоторые риски, связанные с полным развертыванием сервиса в продуктивной среде.

Как правило, по результатам пилотного проекта вносятся изменения в проектные решения, которые будут встроены в релиз перед полным развертыванием. Необходимо согласовать финансирование этих изменений. Также важно добиться общего понимания всеми участниками пилотного проекта того, как, когда и при каких условиях должен быть завершен пилотный проект.

Репетиции ИТ-сервиса - метод тестирования, при котором моделируется все возможные условия функционирования сервиса. Репетиция - окончательная форма тестирования, последний этап перед пользовательским применением сервиса. Однако репетиции являются сложными, трудоёмкими и относительно дорогими по подготовке, проведению и документированию. При организации репетиции необходимо найти оптимум между ожидаемой стоимостью репетиции и риском не обнаружить неработающие компоненты. Репетиция проводится перед развертыванием сервиса в продуктивной среде. Если репетицию провести слишком рано, то велика вероятность, что условия (среда, технологии, персонал или законодательство), при которых проводилась репетиция, изменятся и лишат законной силы ее результаты. Если репетицию провести слишком близко к заявленной дате начальной эксплуатации, то можно не успеть устранить проблемы, которые будут выявлены во время репетиции.

Итоги репетиции включают заключение, что сервис соответствует критериям приемки без серьезных замечаний, или, что сервис не соответствует критериям на данном этапе и его необходимо вернуть на стадию проектирования и/или внедрения для доработки.

Планирование итогового развертывания. Формирование плана итогового развертывания должно сопровождаться подготовкой всех служб к организационным изменениям. Для полного развертывания разрабатывается план, который включает, в том числе, персональные назначения для выполнения определенных работ. Исходные критерии, на основе которых группа развертывания осуществляет планирование и подготовку продуктивной среды, включают:

- Убежденность участников развертывания в достаточном тестировании релизов

ИТ-сервиса, что позволяет им развернуть релизы в соответствии с пониманием всех аспектов развертывания.

– Приверженность участников развертывания проведению работ по выполнению развертывания.

– Акцептование старшим менеджментом, клиентами, бизнесом и ИТ-провайдером затрат на развертывание, схемы управления развертыванием, функций персонала, распределения функций между организациями.

Передача финансовых активов. Передача стадии эксплуатации ответственности за финансовые активы (контракты и платежи по ним), связанные с внедряемыми ИТ-сервисами, выполняется на завершающем этапе процесса развертывания.

Организационные преобразования. Преобразование бизнес-подразделения или сервисного подразделения, связанные с внедрением сервисов, является изменением организации. Работы, которые выполняются при организационном изменении, включают:

Прекращение действия прежней организационной структуры, должностей и обязанностей.

Формальное объявление об изменениях в структуре организации и в обязанностях персонала.

Содействие адаптации персонала к новым условиям, которое предусматривает хорошее информационное обоснование принятых решений, а также изложение новых требований, связанных с внедряемым сервисом (например, лучшее использование активов компании).

Содействие, по крайней мере, принятию, а, предпочтительнее, активной поддержке персоналом осуществляемых изменений.

Развертывание информационных ИТ-активов. Выполнение этой функции связано с публикацией материалов, подготовленных для персонала, который вовлечен в проводимые изменения в бизнес-процессах и в ИТ-организации (например, для пользователей и команд эксплуатации – инструкции и регламенты выполнения и поддержки новых или изменяемых сервисов и процессов). Необходимо определенное время, чтобы обученный персонал освоил новые процессы и процедуры, в особенности, если развертывание является масштабным и затрагивает большое количество людей.

Развертывание возможностей ИТ-процессов. На этом шаге вводятся в эксплуатацию новые или измененные процессы, системы и инструменты для команд ИТ-провайдера, которые несут ответственность за обслуживание. При этом проверяется, что все компоненты процессов надежно функционируют, команды поддерживают и управляют ИТ-сервисами в соответствии с нормативной моделью сервисов и процессов.

Вывод из эксплуатации ИТ-сервиса и утилизация сервисных активов. Процедуры, необходимые для удаления, передачи другому владельцу или для повторного развертывания сервисных активов, должны учитывать безопасность, конфиденциальность, особенности лицензирования, экологические, договорные и другие требования.

Проверка развертывания. По завершении развертывания необходимо убедиться, что пользователи, персонал служб эксплуатации, другие участники имеют возможность использовать ИТ-сервисы в реальных условиях. Успешное завершение проверки развертывания является триггером, инициирующим запуск процесса поддержки сервиса на начальном этапе его эксплуатации (ELS) [1].

Начальный этап эксплуатации ИТ-сервиса. Поддержка начальной эксплуатации (ELS) сервиса персоналом стадий стратегии, проектирования и внедрения создает условия для плавной передачи ответственности за новый или измененный сервис службе эксплуатации с тем, чтобы она могла освоить поддержку сервиса. Этап ELS должен быть обеспечен необходимыми ресурсами, чтобы разрешать эксплуатационные проблемы и проблемы поддержки на всех организационных уровнях (от пользователей до старшего менеджмента).

На начальном этапе эксплуатации (ELS), команда развертывания релизов решает задачу оптимизации функционирования сервисных активов и разрешает текущие инциденты

и проблемы с целью стабилизации обслуживания. Персонал развертывания постепенно, по мере стабилизации эксплуатации сервиса, уменьшает дополнительную помощь службам эксплуатации и поддержки. Цель команды развертывания состоит в стабилизации обслуживания сервиса и функционирования продуктивной среды настолько быстро и эффективно, насколько возможно.

На этапе начальной поддержки сервиса оцениваются проблемы и риски, в особенности те, которые влияют на планы передачи ответственности за эксплуатацию сервиса и затраты. Стадия внедрения сервиса (команда развертывания в том числе) контролирует работу нового или измененного сервиса на этапе ELS до тех пор, пока не будут достигнуты согласованные значения выходных критериев (SAC).

Библиографический список

1. OGC-ITIL V3-3 – Service Transition, London: TSO 2007. – 270p.
2. Зимин В.В., Кулаков С.М., Зимин А.В. Активы ИТ-провайдера как объекты ситуационно-динамического управления / Изв. вузов. Черная металлургия. – № 2. – 2011. – С. 47 – 53.

**СЕКЦИЯ 3.
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

УЧЕБНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА ДИСКРЕТНЫХ АВТОМАТОВ

Аристов В.В.

Омский государственный технический университет

г. Омск

Особенностью современного автоматизированного производства является наличие комплексной системы управления. Такая система интегрирует в одно целое различные по своей целевой направленности компоненты, во-первых, элементы автоматического управления и регулирования физических параметров процессов, во-вторых, функции дискретного логического управления, задачей которого является реализация процессов защиты, блокировки, координации и обеспечения взаимодействия автономных процессов технической системы.

Характерной особенностью дискретной логической системы управления является то, что все происходит не в реальном времени, а дискретно, по причине свершения определенных событий, моменты наступления которых определяются фактом окончания выполнения каких-либо действий. При этом механизм смены состояний системы управления также основан на дискретных событиях.

Основной целью проектирования автомата, реализующего функции логического управления, является разработка принципиальных схем «жесткой» логики или разработка программ для «гибких» устройств логико-программного управления на базе программируемых контроллеров. Дискретное устройство, описываемое моделью конечного автомата, имеет конечное число входов x и выходов y , при этом с каждым из них сопоставляются соответственно двоичные входные и выходные переменные, способные принимать два альтернативных значения (0 и 1). Выходные функции, как известно, определяются внутренним состоянием автомата и совокупностью входов $y_v = \lambda(q_v, x_v)$. Здесь λ – функция выхода, q – внутреннее состояние автомата, определяемое его памятью. Основной задачей синтеза следует считать определение всех выходных функций и памяти автомата в зависимости от входных переменных уравнениями булевой алгебры, т.н. *булеана*. Понятно, что для их определения используются методы преобразования и минимизации на основании известных законов логики Буля.

С целью закрепления навыков по проектированию дискретных логических систем управления на практических занятиях по дисциплине «Основы теории конечных автоматов» [1] была создана учебная мультимедийная система автоматизированного синтеза дискретных автоматов с возможностью анимационного контроля автоматного цикла. Система разработана в рамках студенческой НИР и позволяет получить булеан для системы управления технологической установкой, работающей по линейному циклу. Для минимизации логических функций использовался хорошо известный метод Квайна МакКласки. Система представляет собой усовершенствованный мультимедийный программный продукт, описанный в работе [2], с расширением функциональных возможностей.

При запуске программы открывается главное окно (рисунок 1), которое содержит файловое меню, панель управления и всю основную информацию. Его основной частью являются шесть окон отображения механизмов. Таким образом, программа предусматривает синтез СУ технологической установки, имеющей до шести рабочих органов, наименование которых определено прописными буквами латинского алфавита А, В, С, D, E и F. Выбор типа механизма производится с помощью выпадающего меню, которое находится под каждым окном отображающим данный механизм. Всего запрограммировано 12 типов механизмов возвратно-поступательного и вращательного действия с путевым или силовым контролем. При выборе механизмов автоматически производится сквозная нумерация всех входных и выходных элементов от А до F. После выбора механизмов устанавливается их

исходное прямое или инверсное положение (А или nA).

Когда определены все механизмы, производится ввод алгоритма их работы. Окно ввода алгоритма (рисунок 2) появляется вследствие нажатия кнопки «Ввод», и содержит строку ввода алгоритма, кнопки задания прямого и инверсного идентификатора каждого механизма и кнопку «тире» – необходимого разделителя.

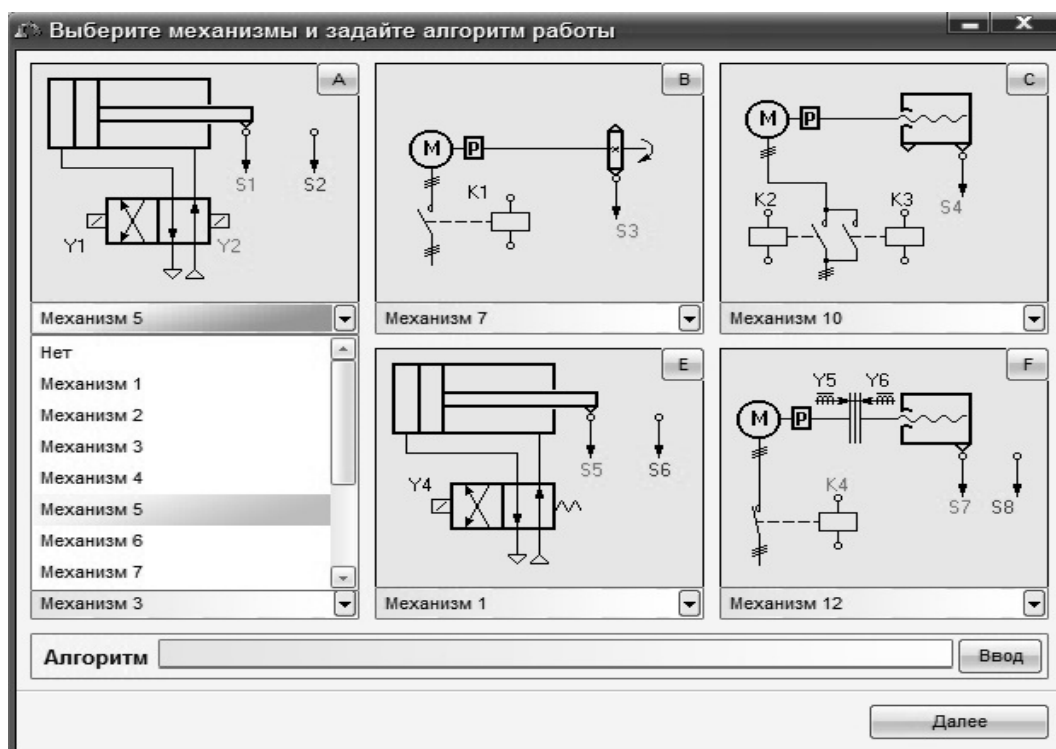


Рисунок 1 – Главное окно

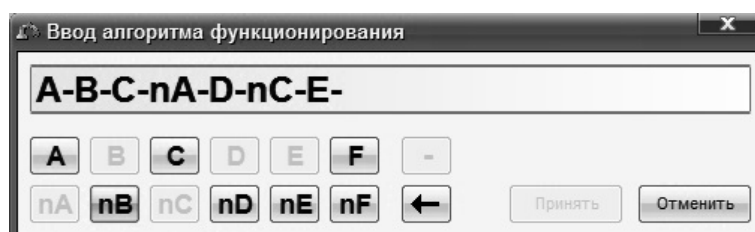


Рисунок 2 – Окно ввода алгоритма

По окончании ввода алгоритма следует нажать кнопку «Далее», после чего высвечивается окно с математической моделью автомата в виде булеана для всех выходов и элементов памяти, что собственно и является результатом синтеза (рисунок 3).

Кроме того, программа предусматривает возможность визуализации полученного результата синтеза. При нажатии кнопки «Далее» вновь открывается основное окно со схемами всех механизмов и возможностью включения циклического или тактового режима анимации всего цикла работы. При необходимости можно произвести полный останов и возврат механизмов в исходное положение.

Программа имеет два режима работы: «Автоматизированный синтез» и «Контроль результатов синтеза». Вход в первый режим работы программы предусматривает ввод пароля, который известен лишь преподавателю. В учебном процессе программа используется для контроля самостоятельной работы студентов. Как правило, предлагается произвести

синтез и спроектировать дискретный автомат, состоящий из нескольких силовых механизмов с заданным алгоритмом работы [1]. В процессе проверки работы программа устанавливается в режим «Контроль результатов синтеза». При этом аналогично производится выбор механизмов и ввод алгоритма работы, но дополнительно необходимо еще ввести количество элементов памяти и все булевы уравнения определяющих выходные функции автомата и элементы памяти, полученные заранее аналитическим путем.

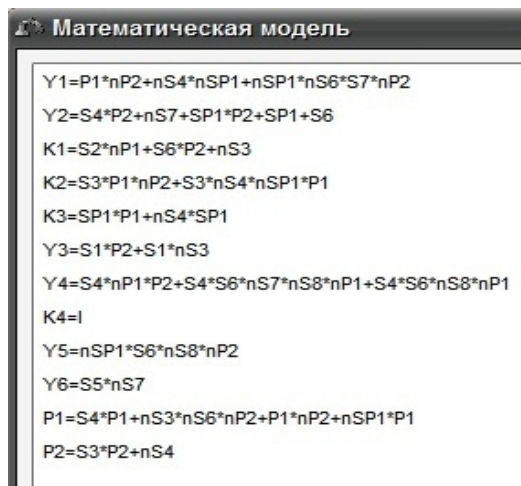


Рисунок 3 – Результат синтеза

После ввода заданного алгоритма работы запускается режим анимации (рисунок 4), и если уравнения определены и введены верно, то после отработки цикла всплывает окно «Заданный алгоритм успешно реализован» Полученный результат можно сохранить, выбрав опцию в меню «Файл» – «Сохранить».

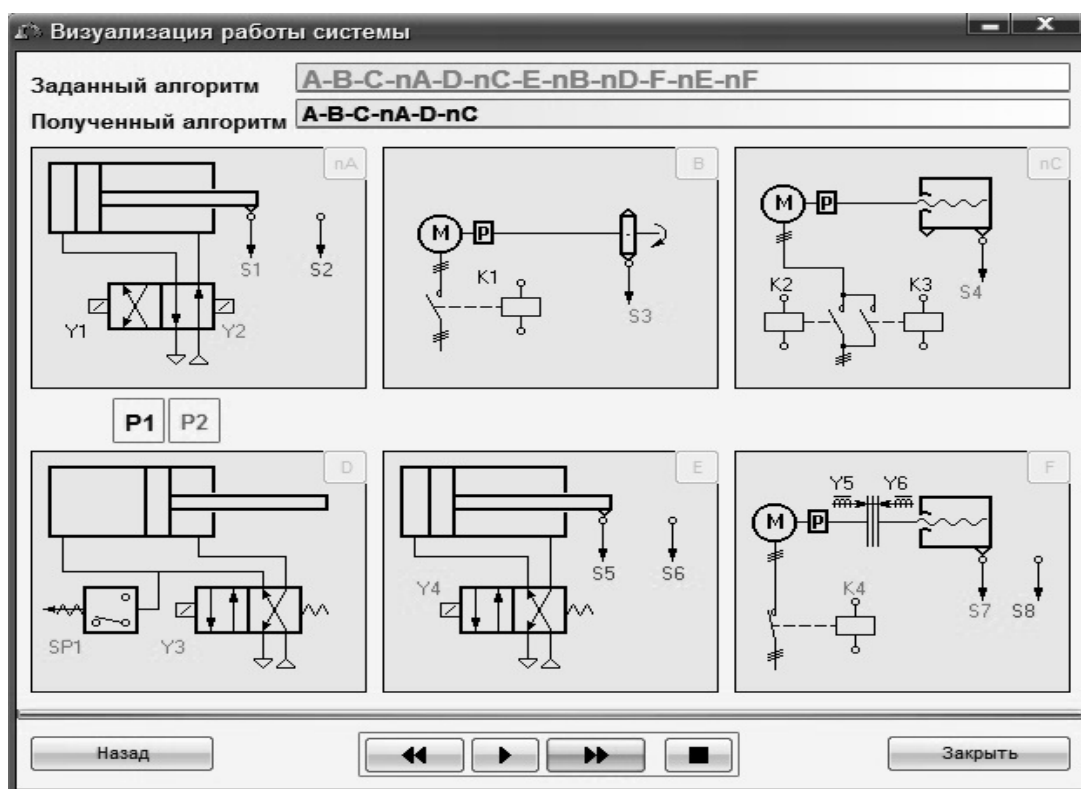


Рисунок 4 – Анимационный режим

Библиографический список

1. Аристов В.В. Использование моделей и методов конечных автоматов при проектировании дискретных систем управления: Метод. указания для практ. занятий и самостоятельной работы. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 36 с.
2. Аристов В.В., Гудинов В.Н. Мультимедийный программный продукт для практических работ по синтезу дискретных автоматов. В кн: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2009. Труды VII Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: Издательский центр ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», 2009. – С. 275 – 279.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Батищев А.В.

*Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
(ФГОУ «Госуниверситет-УНПК»)
г. Орел*

При реализации образовательного процесса студентов заочной формы обучения с применением дистанционных образовательных технологий возникает проблемы ритмичности выполнения студентом, предусмотренных учебным планом, учебных мероприятий, активизации их самостоятельной работы, контроля и оценки ее результативности. Причинами этого в основном являются отсутствие: 1) мотивирующих стимулов у студента к систематическому изучению дисциплины (курса), 2) формализованного и эффективного инструмента контроля и оценки учебной деятельности студента у преподавателя. В качестве решения данной проблемы на факультете дистанционного обучения (далее – ФДО) ФГОУ «Госуниверситет-УНПК» используется интегрированная в электронную систему дистанционного обучения (далее – ЭСДО) балльно-рейтинговая система оценки учебной работы студентов заочной формы.

Балльно-рейтинговая система оценки учебной работы студентов (далее – БРС) является инструментом управления образовательным процессом, обеспечивающим мотивацию студентов к систематической учебной работе в течение семестра и автоматическое ранжирование студентов по результатам кумулятивной оценки их персональных достижений в учебной деятельности.

БРС – это комплексная автоматизированная оценка в баллах качества учебной работы студентов при освоении ими основных образовательных программ (далее – ООП) высшего профессионального образования.

Рейтинг устанавливает уровень подготовки студента относительно других студентов в сопоставимых условиях.

Целью БРС является повышение уровня образовательного процесса за счет:

- объективности оценки результатов обучения студентов путем выставления оценок в баллах с более широким диапазоном;
- систематизации выполнения всех видов учебной работы в течение семестра путем стимулирования этой деятельности.

Организация учебного процесса с использованием БРС направлена на решение следующих задач:

1. Повысить уровень организации образовательного процесса на ФДО путем получения четкой и дифференцированной оценки знаний, умений и навыков студентов, а также обеспечения объективности и прозрачности этой оценки.
2. Рационально планировать учебный процесс по каждой учебной дисциплине и другим видам учебной работы, управлять процессом усвоения каждым студентом и учебной группой в целом изучаемого материала и своевременно вносить коррективы в организацию

учебного процесса по результатам текущего контроля.

3. Дать каждому студенту стимул к регулярной самостоятельной работе посредством обеспечения возможности получения оценки рубежного контроля без сдачи экзаменов и зачетов, повысить конкурентность, состязательность студентов в процессе обучения.

4. Позволить каждому студенту своевременно оценивать состояние своей работы по изучению учебной дисциплины, выполнению всех видов учебной нагрузки до начала экзаменационной сессии, четко понимать систему формирования оценок по учебным дисциплинам и другим видам учебной работы, что позволит исключить конфликтные ситуации при получении итоговых оценок.

5. Обеспечить взаимозачет оценок при реализации внутренней и международной мобильности студентов.

Реализация БРС на ФДО направлена на выполнение следующих основных функций:

– контролирующей – обеспечение контроля за освоением компетенций (знаний, умений, навыков), закрепленных за каждой учебной дисциплиной.

– стимулирующей – поощрение студентов за ритмичную работу в семестре, что обеспечивает возможность получения оценки рубежного контроля без сдачи экзаменов и зачетов.

– информационно-аналитической – автоматизированное формирование рейтинга студентов группы, курса, за семестр, за учебный год, за время изучения учебной дисциплины; рейтинга студентов группы, курса, факультета по всем учебным дисциплинам за семестр, за учебный год, за время обучения, что позволяет деканату получить информацию о качестве текущей учебной работы студента.

БРС предполагает постоянную оценку учебной работы студента в течение учебного семестра в баллах.

Нормативное количество баллов, которое может получить студент по одной дисциплине или иному виду работы (выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР) или прохождения практики) по итогам учебной работы в семестре – 100.

Учебная работа студента контролируется и оценивается в ходе образовательного процесса в семестре (текущая работа), организованного в форме учебных занятий, а также в ходе самостоятельной работы с учебным материалом и выполнении индивидуальных заданий (контрольных и расчетно-графических работ, типовых расчетов, рефератов и т.д.) – до 60 баллов, а также оценивается на рубежном контроле в виде экзамена или зачета (далее – РК) – до 40 баллов.

Активно и инициативно работающий в течение семестра студент может набрать достаточное для получения высокой положительной оценки количество баллов без сдачи рубежного контроля, так как при оценке работы студента в течение семестра за активность и инициативу при выполнении текущей работы, досрочную сдачу контрольных заданий преподаватель имеет право сверх нормативных 60 баллов начислять студенту дополнительные баллы творческого рейтинга (приложение А) (всего не более 40), которые добавляются к набранным баллам текущей успеваемости студента.

Минимальной единицей усвоения учебного материала и достижения практических навыков, умений студента во время учебных занятий и в результате самостоятельной работы, является учебный модуль (далее – УМ) дисциплины. УМ включает контроль уровня усвоения учебного материала и достижения практических навыков, умений на определенном этапе образовательной деятельности студента – модульный контроль (далее – МК). МК осуществляется после изучения отдельных разделов (тем) УМ и является необходимым условием допуска студента к РК.

Текущий рейтинг складывается из следующих составляющих:

– баллы за качество выполнения и защиты контрольных, расчетно-графических работ, курсовых работ, рефератов, типовых расчетов;

– баллы за качество выполнение курсовой работы;

– баллы за качество выполнение курсового проекта;

– баллы за МК;

– баллы за досрочную сдачу контрольной, расчетно-графической работы, типового расчета, реферата;

- баллы за досрочное получение допуска к защите курсовой работы;
- баллы за досрочное получение допуска к защите курсового проекта;
- баллы за досрочную сдачу МК.

Студент может ознакомиться с текущим рейтингом в разделе «Рейтинг» ЭСДО.

Рубежный контроль – это оценка качества освоения студентом учебной дисциплины по завершении отдельных этапов ее изучения (семестра). Рубежный контроль проводится в виде экзамена или зачета в соответствии с учебным планом ООП.

Студент не допускается к рубежному контролю по учебной дисциплине при невыполнении на день проведения рубежного контроля контрольных работ, рефератов, типовых расчетов, расчетно-графической или курсовой работы (проекта), предусмотренных учебным планом ООП.

Набранная студентом итоговая (семестровая) сумма баллов по учебной дисциплине или иному виду работы, переведенная в систему «зачет/не зачет» или четырехбалльную систему, проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента (кроме отрицательной оценки) по завершении рубежного контроля.

В случае пропуска студентом рубежного контроля сумма баллов итогового рейтинга формируется без учета рубежного контроля.

Бальная шкала и итоговая оценка

Если в семестре в качестве рубежного контроля предусмотрена сдача зачёта, то по результатам работы в семестре и рубежного контроля студент может получить оценку:

– «Зачтено» – 60 баллов и выше (при условии выполнения всех мероприятий учебного плана);

– «Не зачтено» – менее 60 баллов.

Если в семестре в качестве рубежного контроля по данному виду работы предусмотрена сдача экзамена или дифференцированного зачета, то по результатам работы в семестре и рубежного контроля студент может получить оценку:

– «Отлично» – от 86 баллов и выше – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

– «Хорошо» – от 71 до 85 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

– «Удовлетворительно» – от 60 до 70 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

– «Неудовлетворительно» – менее 60 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

Ликвидация задолженностей

В случае пропуска студентом контрольных мероприятий, предусмотренных графиком учебного процесса, по уважительной причине, преподаватель должен предоставить студенту возможность отработать контрольные мероприятия в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Уважительность пропуска студентом контрольных мероприятий подтверждается деканатом.

Если студент отрабатывает контрольные мероприятия, предусмотренные учебным планом после рубежного контроля, то набранные студентом баллы проставляются в экзаменационную ведомость «ликвидационная» и учитываются в сумме баллов, набранных в течение семестра при сдаче зачёта/экзамена.

Порядок применения БРС при контроле качества освоения учебной дисциплины

Баллы, характеризующие трудоемкость выполненной работы и служащие оценкой текущей успеваемости студента по учебной дисциплине (модулю), набираются им в течение семестра в соответствии с графиком, представленном в РП.

Распределение баллов между определенными темами и видами работ осуществляется ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине строго в соответствии с приложением А.

Отраженные в РП требования к оценке успеваемости студента безусловно исполняются каждым преподавателем, задействованным в преподавании учебной дисциплины.

Порядок применения БРС при контроле качества выполнения курсового проекта или работы

Если по учебной дисциплине учебным планом предусмотрена курсовая работа или проект (КП/КР), то трудоемкость ее выполнения выделяется из общей трудоемкости учебной дисциплины, и по ней выставляется отдельная оценка. Защита КП/КР относится к разряду рубежного контроля и проводится, как правило, в конце семестра.

При оценке качества выполнения этапов курсового проектирования и уровня защиты работы целесообразно руководствоваться следующим:

– должны быть, безусловно соблюдены требования к работе - соответствие содержания и качества оформления работы методическим указаниям по курсовому проектированию, отсутствие принципиальных ошибок. Руководитель работы не может подписывать и выпускать на защиту работу, не удовлетворяющую указанным требованиям;

– нормативная сумма баллов текущего рейтинга и рубежного контроля при выполнении КП/КР составляет 100 и распределяется следующим образом:

для текущего рейтинга:

– качество рукописи и графической части работы (допуск к защите КП/КР) – 60 баллов;

– досрочное получение допуска к защите КП/КР – до 15 баллов;

для рубежного контроля:

– качество ответов на вопросы – до 25 баллов.

При оценке качества рукописи и графической части работы принимается к сведению наличие ошибок непринципиального характера, логичность и последовательность построения работы, правильность выполнения и полнота расчетов, соблюдение стандартов, аккуратность исполнения и грамотность работы.

При оценке качества ответов на вопросы принимается во внимание правильность и полнота ответов, степень ориентированности в материале, рациональность предложений по возможным вариантам решений и исправлению ошибок.

После защиты КП/КР набранные студентом баллы переводятся в оценку по 4-балльной шкале для проставления в итоговую ведомость и зачетную книжку.

Порядок применения БРС при контроле качества прохождения практики

Максимальная сумма баллов по практике (учебной, производственной, преддипломной) равна 100, из которых 60 баллов отводятся на мероприятия, выполняемые в ходе практики (текущий контроль), а 40 баллов – на рубежный контроль, который сводится к оценке качества отчетной документации и защите отчёта по практике.

После защиты отчета по практике набранные студентом баллы переводятся в оценку для проставления в итоговую ведомость и зачетную книжку.

При оценке качества прохождения практики преподаватель имеет право начислять студенту дополнительные бонусные баллы творческого рейтинга.

Обязанности преподавателя

В течение учебного семестра преподаватель обязан осуществлять постоянную оценку учебной работы студента в баллах.

Преподаватель обязан разместить тесты в ЭСДО для модульного контроля не позднее месяца с начала учебных занятий семестра.

Преподаватель несет личную ответственность за конфиденциальность персональных данных каждого студента в рамках балльно-рейтинговой системы.

Обязанности факультета

Факультет обязан осуществлять постоянный контроль реализации РП на учебный семестр каждым студентом факультета, а также за своевременностью и полнотой данных, вносимых в систему преподавателем.

На основании решения Ученого совета ФДО лучшим выпускникам, набравшим максимальное количество баллов, вручается дополнительно к диплому Почетная грамота с указанием рейтинга выпускника по соответствующему направлению обучения.

Факультет несет ответственность за конфиденциальность персональных данных каждого студента в рамках балльно-рейтинговой системы.

Рейтинг студента

Рейтинговая система строится на основе накопительной оценки успеваемости студентов на протяжении всего периода обучения.

Рейтинг каждого студента определяется в конце семестра и учебного года путем суммирования баллов, начисленных по каждой учебной дисциплине, изученной в данном семестре (году) и сданной в ходе экзамена или зачета, а также баллов, полученных за курсовую работу/проект, практику.

Рейтинговое место студента в группе и на курсе определяется по среднему баллу.

Итоговый годовой рейтинг объявляется студентам после окончания летней сессии.

Ежегодно в начале учебного года студентам объявляется их совокупный академический рейтинг по итогам обучения за все предыдущие годы. Совокупный академический рейтинг определяется путем суммирования итоговых рейтингов за предыдущие годы.

При повторном обучении студента на том же курсе для определения совокупного академического рейтинга берутся баллы, набранные при повторном обучении.

По итогам академического рейтинга за весь период обучения деканат готовит рекомендации для зачисления студентов, в магистратуру или аспирантуру.

Пример методики расчета рейтинга.

По некоторой учебной дисциплине, согласно учебному плану ООП:

- 2 контрольные работы и 2 типовых расчета;
- 2 модульных контроля в виде тестов;
- зачет (экзамен).

Таблица 1 – Нормативы трудоемкости учебной работы студента

Виды СРС	Трудоемкость, баллов
Выполнение и защита контрольной, расчетно-графической работы, типового расчета, реферата – на одну работу по одной дисциплине	от 10 до 40, но не более 40 на дисциплину в семестр
Выполнение курсовой работы (КР): качество рукописи и графической части работы соответствует требованиям, курсовая работа может быть допущена к защите	60
Выполнение курсового проекта (КП): качество рукописи и графической части проекта соответствует требованиям, курсовой проект может быть допущен к защите	60
Защита курсового проекта, курсовой работы	до 25
Модульный контроль посредством интернет-тестирования	до 20 на дисциплину в семестр
Рубежный контроль (зачет, экзамен)	до 40
Баллы за досрочное получение допуска к защите курсового проекта, курсовой работы	до 15
Баллы за досрочную сдачу контрольной, расчетно-графической работы, типового расчета, реферата – за все работы по одной дисциплине	до 24
Баллы за досрочную сдачу модульного контроля	до 16 на дисциплину в семестр

ЭСДО автоматически распределит на каждую контрольную работу и на каждый типовой расчет по 10 баллов; на каждый модульный контроль 10 баллов.

Баллы за досрочную сдачу контрольных работ и типового расчета ЭСДО выставит баллы следующим образом:

- за досрочную успешную сдачу контрольной работы или типового расчета в сентябре-октябре в осеннем семестре (феврале-марте в весеннем семестре) – $0,6 \times 10Б = 6$ баллов;
- за досрочную успешную сдачу контрольной работы или типового расчета в ноябре в осеннем семестре (апреле в весеннем семестре) – $0,35 \times 10Б = 3,5$ балла;
- за досрочную успешную сдачу контрольной работы или типового расчета в декабре в осеннем семестре (мае в весеннем семестре) – $0,1 \times 10Б = 1$ балл.

Баллы за досрочную сдачу модульного контроля ЭСДО выставит баллы следующим образом:

- за досрочную успешную сдачу модульного контроля в сентябре-октябре в осеннем семестре (феврале-марте в весеннем семестре) – $0,8 \times 10Б = 8$ баллов;
- за досрочную успешную сдачу модульного контроля в ноябре в осеннем семестре (апреле в весеннем семестре) – $0,5 \times 10Б = 5$ баллов;
- за досрочную успешную сдачу модульного контроля в декабре в осеннем семестре (мае в весеннем семестре) – $0,2 \times 10Б = 2$ балла.

Баллы за рубежный контроль выставляются автоматически ЭСДО на основе результатов интернет-тестирования студентов – до 40 баллов.

Итоговый рейтинг студента по дисциплине считается автоматически ЭСДО после завершения интернет-тестирования посредством суммирования текущего рейтинга и баллов, полученных на рубежном контроле (рисунок 1).

а) Студент не сдавал рубежный контроль

Весенний семестр	кр. 1	кр. 2	ТР 1	ТР 2	МК 1	МК 2	Баллы за выполнение кр. и ТР	Баллы за досрочность выполнения кр. и ТР	Баллы за сдачу МК	Текущий рейтинг по дисциплине	Баллы за РК	Итоговый рейтинг по дисциплине	Оценка по дисциплине
февраль							0	0	0	0	0 (не сдавал)	74,5	зачет или хорошо
март						0	0	0	0				
апрель	+					10	3,5	0	0	13,5			
май		+	+	+	+	30	9	10	2	64,5			
июнь						+	0	0	10	0			

б) Студент сдавал рубежный контроль

Весенний семестр	кр. 1	кр. 2	ТР 1	ТР 2	МК 1	МК 2	Баллы за выполнение кр. и ТР	Баллы за досрочность выполнения кр. и ТР	Баллы за сдачу МК	Текущий рейтинг по дисциплине	Баллы за РК	Итоговый рейтинг по дисциплине	Оценка по дисциплине
февраль							0	0	0	0	14	88,5	зачет или отлично
март						0	0	0	0				
апрель	+					10	3,5	0	0	13,5			
май		+	+	+	+	30	9	10	2	64,5			
июнь						+	0	0	10	0			

Сокращения: кр. - контрольная работа, ТР - типовой расчет, МК - модульный контроль, РК - рубежный контроль, "+" - контрольная работа (ТР) зачтена, курсовая работа (курсовой проект) допущена к защите.

Рисунок 1 – Пример расчета рейтинга по дисциплине

КОНЦЕПЦИЯ И ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ ИТ-ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНЫМИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Морозова В.А., Лисиенко В.Г., Еголаев В.В.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Современные автоматизированные системы управления характеризуются, как известно, наличием оператора в контуре управления. Роль оператора особенно возрастает при управлении сложными энергонасыщенными объектами и процессами. К таким объектам относятся многие агрегаты в металлургии, энергетике, химии и других отраслей промышленности, в авиации, космической технике и т.д. В этих случаях возрастает роль обучающих систем, тренажеров, к которым, конечно же, должны предъявляться определенные требования [1].

В современных условиях даже кратковременное нарушение работы таких сложных объектов и протекающих в них технологических процессов (отклонение технологии от оптимального режима) связано с большими потерями производства (в том числе огромными экономическими издержками). В этих условиях особенно важен уровень профессиональной подготовки персонала, определяющий своевременность выявления нарушений, предвидения причин их возникновения, принятия действенных мер для их ликвидации.

В этом плане в области металлургии накапливается определенный опыт, причем при этом используются материалы, касающиеся других, очень ответственных областей техники, в частности, космонавтики, разработки в области синергетики и т.д. [2 – 4].

В аспекте развития и совершенствования тренажерных систем имеет смысл дополнительно обращаться к концепциям построения ИТ-тренажеров – тренажеров, разработанных по принципам информационных технологий, развиваемых в ряде работ [5 – 8] применительно как раз к сложным энергонасыщенным объектам. Коротко отметим ряд требований и особенностей, предъявляемых к структуре тренажеров подобного рода, которые учитываются в проводимых нами совместно с коллегами разработках. Отметим, что эти положения с успехом могут развиваться и применительно к обычному педагогическому процессу. Например, представляет интерес концепция построения ИТ-тренажеров, развиваемая в работах [5, 6]. Суть ее состоит в том, что тренажер, как обучающее устройство, должен удовлетворять *целевой функции человеко-машинной системы* для подготовки персонала, а методология разработки тренажера должна соответствовать *системно-эргономическому подходу*.

Целевая функция человеко-машинной системы при обучении персонала на тренажере, определяющая принципиальные требования к тренажеру, состоит в следующем: обеспечение человеку-оператору адекватной информационной модели прототипа объекта управления; обеспечение возможности качественного и количественного анализа информации и принятия решений; формирование и совершенствование у оператора профессиональных навыков и умений при заранее заданных отклонениях (смещениях) модели относительно моделируемого прототипа, то есть погрешности моделирования, обеспечивающих необходимую эффективность обучения [6].

Системно-эргономический подход означает воспроизведение в имитируемом объекте результирующих функций, а также внешних и внутренних связей, соответствующих исходному объекту с такой точностью, которая достаточна для решения поставленных задач в необходимом объеме, при этом отличие результата от требуемого допуска должно лежать в поле назначенного допуска и обеспечивать: адекватность целей и условий; адекватность интерфейса (рабочих мест операторов промышленных объектов); адекватность информационных потоков; адекватность математического моделирования; эргономическую адекватность; психологическую адекватность [6].

На основании указанных требований производится анализ и синтез структур тренажера, как программно-технического комплекса, и практическое решение задач моделирования промышленного объекта-прототипа, его основных и вспомогательных подсистем. Такая *системная адекватность тренажера объекту-прототипу* и позволяет сконструировать дидактически совершенный тренажер, обеспечивающий правильное формирование у операторов навыков и умений.

Современное тренажеростроение, таким образом, при практической реализации решения задач моделирования объекта управления, анализа и синтеза подсистем тренажера, должно руководствоваться *системными принципами единства функционально-целевых и причинно-следственных отношений модели и объекта* с целью создания системы моделей и представлений, единых для разработчика тренажера и пользователя [6]. Причем принцип *единства функционально-целевых отношений* модели и объекта-прототипа означает реализацию целевой функции человеко-машинной системы – тренажера, а именно, *обеспечение возможности обучения человека-оператора*. Принцип *единства причинно-следственных отношений* модели и объекта характеризует методологию разработки тренажера, а именно, системно-эргономический подход, обеспечивающий *системную адекватность* тренажера объекту-прототипу. Принцип *единства представлений* означает возможность формирования у пользователя концептуальной модели объекта-прототипа адекватной модели, заложенной в проект разработчиком тренажера.

Таким образом, реализация в тренажере *трех системных принципов единства отношений: модели, объекта и представлений* позволяет сконструировать дидактический совершенный тренажер, обеспечивающий формирование у обучаемых адекватных управлению объектом моделирования и процессами в нем: знаний, навыков и умений.

Например, современный IT-тренажер включает шесть основных подсистем [7]: средства обучения оперативного персонала; средства контроля и анализа процесса обучения; средства поддержки обучаемых и инструктора; модель энергонасыщенного промышленного объекта; средства адаптации; служебные средства.

Средства обучения включают в себя [7]: набор заданий на тренировку, позволяющий проводить обучение управлению энергонасыщенным промышленным объектом в штатных ситуациях; набор аварийных ситуаций, служащий для подготовки оперативного персонала к парированию аварийных ситуаций; рабочее место оператора, адекватно имитирующее реальное рабочее место, на котором будет работать оператор при управлении оборудованием, с учетом его физической и психологической нагрузки. Для качественного обучения необходимо, чтобы рабочее место оператора имело точные копии средств управления энергонасыщенным промышленным объектом и системы отображения информации. Средства обмена данными обеспечивают взаимодействие рабочего места обучаемого оператора со средствами имитации работы технологического оборудования – моделью энергонасыщенного промышленного объекта.

Средства контроля позволяют инструктору следить за процессом обучения, анализировать причины ошибок оператора и давать соответствующие наставления и рекомендации. Средства контроля включают в себя [7]: систему протоколирования действий оператора, его ошибок и сообщений аварийной и предупредительной сигнализации; систему отслеживания изменений параметров объекта с возможностью представления этих изменений в виде графиков зависимостей параметров от времени; программу автоматической оценки действий оператора; пульт инструктора для наблюдения за ходом тренировки и ввода возмущающих воздействий для имитации аварийных ситуаций.

Интерактивная контекстная справочная система, система подсказок, система диагностических сообщений, специальные справочники и эксплуатационная документация составляют *средства поддержки пользователей* тренажера [7]. Они позволяют не только освоить и легко эксплуатировать тренажер, но, прежде всего, помогают оператору и инструктору принимать решения в сложных ситуациях.

Сложный энергонасыщенный промышленный объект-прототип, как правило, состо-

ит из системы управления, информационной системы, с которыми непосредственно взаимодействует оператор, и технологического оборудования, работу которого он контролирует [7]. Соответственно, *модель* ИТ-тренажера состоит из трех частей: модели системы управления, модели системы отображения информации и математической модели технологических процессов. Взаимодействуя между собой и с рабочим местом оператора, они осуществляют прием и обработку команд оператора, расчет параметров нового состояния объекта и генерацию сигналов для отображения этого состояния.

Средства адаптации позволяют корректировать интерфейс, информационное программное обеспечение тренажера, а также функционально-групповое регулирование при изменении их на реальной АСУ ТП энергонасыщенного промышленного объекта [7].

И, наконец, *служебные средства* решают многочисленные задачи обеспечения безопасности, совместимости и прочих требований, предъявляемых современным программно-техническим комплексам, каким является ИТ-тренажер энергонасыщенного промышленного объекта [7].

Производственная деятельность подразумевает наличие у ее участника профессиональных знаний о предмете, а также доскональное знание соответствующего регламента, которым предписывается выполнение технологических операций на оборудовании соответствующего промышленного объекта [8]. Профессиональные знания можно получить, изучая учебники. Но для обучения проведению технологических операций и доведения их до автоматизма требуется тренировка на соответствующем тренажере. Поэтому аспекты обучаемости должны решаться в самом начале разработки тренажера и учитываться учебно-технологическим заданием.

Учебно-технологические задания программно реализуются компьютером в рамках имитационной модели объекта [8]. Они «ведут» обучаемого по технологиям производственной деятельности, приучают к строгому порядку действий, слежению за временем выполнения операций, «наказывают» за отклонение от регламента. Задания по выполнению технологических операций положены в основу учебных занятий с использованием тренажера и подробно излагаются в сопутствующей документации.

Очень важно, чтобы тренажер имел как можно меньше ограничений при учете многообразия условий выполнения учебно-тренировочных заданий, так как это влияет на качество подготовки обучения [8]. Снабженный системой описаний множества начальных условий тренажер позволит инструктору проводить целевое обучение с учетом специфики, например, используемых сырьевых и топливных ресурсов, или при использовании специфического оборудования.

Упомянутые описания можно назвать сценарием учебно-тренировочной задачи. Для подготовки сценариев используют базы данных и объектную модель [8]. Использование баз данных увеличивает сложность программного обеспечения тренажера, но во многих случаях связано с приобретением сторонних коммерческих программных продуктов. Использование объектной модели допускает хранение описаний каждой составляющей сценария. В данном случае сценарий также является объектом, но более сложным. Таких сценариев может быть множество.

В ИТ-тренажерах, используемых для обучения персонала управлению энергонасыщенными промышленными объектами, а также для тестирования персонала, сценарии могут содержать определенные комбинации значений управляющих воздействий («рулей») при определенном состоянии модели [4]. При этом для работы со сценариями должна быть предусмотрена возможность запоминать отработанные сценарии или выбирать их для быстрой установки требуемой комбинации «рулевых» параметров.

В качестве примера рассмотрим особенности разработки сценариев учебно-тренировочных задач и ИТ-тренажеров применительно к таким сложным энергонасыщенным промышленным объектам, как доменная печь и агрегат ПЖВ [9, 10]. В этом плане авторами совместно с рядом организаций и коллег накапливается определенный опыт.

Доменный процесс характеризуется существенной зашумленностью информации,

а также диффузностью, которая представляет собой временную невоспроизводимость объекта и характеризуется протеканием процессов в объекте с хаотичностью параметров (микро- и макроколебания температуры (например, отходящих газов на колошнике), давления дутья, пульсации скорости схода шихты и т.п.). Кроме того, имеют место существенные неконтролируемые изменения характеристик топлива – кокса, железорудных материалов, смена целевых установок управления процессом (минимальный расход кокса, минимальная производительность). Все выше перечисленное должно быть отражено в сценариях (описаниях) учебно-тренировочных задач, создаваемых с целью обучения оптимальному управлению доменным процессом.

При разработке баз данных типовая технологическая информация, используемая при моделировании доменного процесса, может быть условно структурирована на подгруппы, характеризующие входные и выходные текущие параметры «верха» и «низа» доменной печи, а также ее конструктивные размеры. Например, типовая информация о доменном процессе, которая используется при моделировании фурменной зоны доменной печи, может быть структурирована следующим образом: 1) входные текущие параметры «верха» доменной печи (удельный кокс фактический; содержание золы, серы золы, летучих зол в коксе; расход извести, агломерата; содержание железа в шихте); 2) выходные текущие параметры «верха» доменной печи (содержание CO_2 , CO , N_2 в колошниковом газе; вынос пыли); 3) входные текущие параметры «низа» доменной печи (температура, давление, влажность дутья; содержание кислорода в дутье; расход природного газа); 4) выходные текущие параметры «низа» доменной печи (производительность; содержание кремния, серы, углерода в чугуне; выход шлака); 5) конструктивные параметры «низа» доменной печи (радиус горна; диаметр, высов, общее количество, число работающих фурм).

В ИТ-тренажере – экспертной системе мастера доменной печи объектами имитации являются [4, 9]: 1) содержимое печи (шихта), представляемое в виде столба последовательно сменяющихся сверху вниз слоев; при этом высота одного слоя, следовательно, и число слоев, определяется количеством материала, переплавляемого в чугун, за такт моделирования; 2) зона горения (горн), которая находится под столбом шихты и под которой накапливаются шлак и чугун; к горну подводится смесь вдуваемого воздуха, кислорода и природного газа; энергетическое состояние нижнего слоя оказывает влияние на энергетическое состояние горна; 3) газопроницаемость столба шихты в целом, которая формируется в зависимости от системы загрузки (Кокс – Руда – Кокс – Руда, Кокс – Кокс – Руда – Руда и пр.), осуществляемой сверху через засыпной аппарат. В результате модель доменной печи в данном случае включает пять компонент: энергетическая модель шихты, тепловая модель горна, модель каупера, модель перепадов давления, модель газораспределения. Для воссоздания производственной ситуации в данном логико-динамическом тренажере используется стратегическая логическая поведенческая модель доменной печи, которая формируется на основании технологической инструкции, опыта работы и данных математического моделирования и представляется в виде таблиц соответствия выходных параметров и управляющих воздействий [9]. В результате персонал доменной печи получает возможность обучения способам управления доменной печью (регулированию входных параметров (управляющих воздействий) с целью приведения выходных параметров доменной печи к требуемым) что, в свою очередь, способствуют усвоению и закреплению навыков управления в режиме реального времени, при возникновении нештатных ситуаций, снижению числа аварий и сбоев вследствие ошибок оператора обеспечивает повышение оперативности управления доменной печью.

В комплексном динамическом тренажере, разработанном на основе усовершенствованной математической модели Института металлургии УрО РАН, описанной в [9], ограничиваются включением в математическую модель доменного процесса следующих компонент – математических моделей: балансовой (равновесной) и двумерной, состоящей в свою очередь из моделей газодинамики, теплообмена, восстановления, зоны когезии. С помощью представленной математической модели доменного процесса производится расчетное опре-

деление влияния качественных характеристик железорудного сырья и кокса, параметров дутья, профиля печи и других входных параметров на характер протекающих явлений и технико-экономические показатели доменной плавки.

Новый бескоксовый процесс выплавки легированной ванадием стали – процесс ЛП (легирование прямое) состоит из трех основных агрегатов (агрегата жидкофазного восстановления (ПЖВ), шахтной печи для металлизации окатышей и электродуговой печи для выплавки стали), которые могут являться объектами имитации [10]. Процесс ЛП характеризуется большим числом наблюдаемых и управляющих параметров.

Для определения оптимальных условий протекания такого высокотемпературного энерготехнологического процесса, необходимых управляющих воздействий и оценки эффективности необходимы модели расчетов его материальных и тепловых балансов, которые могут быть основой компьютерных имитационных тренажеров.

При разработке баз данных о процессе ЛП (его агрегатах) использованы материалы исследований сотрудников Московского института стали и сплавов (проф. В.А. Роменца, проф. Ю.С. Юсфина, проф. А.Е. Паренькова, А.Б. Усачева, Ф.Л. Скуридина и др.). Базы данных содержат информацию о технологических показателях производства, данные для расчета материальных и тепловых балансов для различных условий протекания процесса (марки топлива – угля, степени дожигания газа и т.д.). В частности, для агрегата ПЖВ [10]: учтены данные об основных технологических показателях производства топливного газа для трех вариантов технологии; для расчета материального баланса рассчитаны массы каждого из компонентов используемого угля марки ОС (отощенные спекающиеся) Кузнецкого бассейна по составу угля, учтены данные о составе используемого железорудного концентрата качканарского ГОКа, данные о составе используемой в качестве флюса извести, представлены данные о составе горячих восстановительных газов (ГВГ) и др.; для расчета теплового баланса ПЖВ учтены данные, необходимые для расчета тепловых эффектов реакций, теплосодержания шихты ПЖВ, тепла ГВГ, чугуна, шлака и пыли ПЖВ и др.

В основу тренажера процесса ПЖВ (разработка МИСиС совместно с ИМАШ УрО РАН и АИН им. А.М. Прохорова) положена качественная модель с использованием нечетких логических значений. Процесс выплавки чугуна в агрегате РОМЕЛТ (процесс жидкофазного восстановления железа), разработанный в МИСиС под руководством В.А. Роменца, характеризуется большим числом наблюдаемых и управляющих параметров [9]. В логической модели РОМЕЛТА поведение основных параметров, определяющих состояние шлаковой ванны и протекание ПЖВ (содержание в шлаке FeO, углерода и его температуры), логически связано с изменением косвенных параметров (состав и температура отходящих газов, температура охлаждающей воды по высоте печи и др.).

Тренажер процесса ПЖВ может быть использован, например, для обучения методам управления процессом РОМЕЛТ в условиях Балхашского металлургического завода (Казахстан), двухванным процессом Ванюкова на Южно-Уральском никелевом комбинате (г. Орск, Россия) и т.д. Тренажер, в основе которого лежит логическая модель процесса РОМЕЛТ, снабжен сценариями, в которых отражены технологические нарушения нормального хода процесса и методы ликвидации аварийных ситуаций. При этом принято, что ход плавки может нарушаться из-за отклонения управляющих параметров от заданных нормальных значений. При моделировании используются около 30 наблюдаемых и 10 управляющих параметров, а также приняты следующие основные нарушения технологического процесса: недостаток угля в шлаковой ванне; избыток угля в шлаковой ванне; разогрев шлаковой ванны; охлаждение шлаковой ванны; повышение температуры воды на сливах из кессонов; наличие CO и H₂ в отходящих газах после котла-утилизатора; повышение температуры газа перед газоочисткой свыше 220 °С.

Авторами, помимо активного участия в создании и усовершенствовании описанных тренажеров логического плана, проводится работа по включению в логические модели количественной компоненты, т.е. по созданию логико-количественных экспертных систем и тренажеров.

В заключение следует отметить, что разработка IT-тренажеров для обучения управлению сложными энергонасыщенными промышленными объектами имеет большую значимость особенно при подготовке и повышении квалификации персонала, занятого на опасных участках производства и там, где цена ошибки существенно выше расходов на обучение.

Совершенствование подобного рода тренажеров, конечно, в первую очередь, связано с возможностями применения для их надежного функционирования логических или математических моделей. Однако вопросы структуры и последовательности этапов, заложенных в программу работы тренажера, конечно же, играют не последнюю роль, и от этого во многом зависит эффективность тренажера как обучающей операторов управлению системы, как своеобразного преподавателя-робота.

Библиографический список

1. Технологии и продукты. Интерактивные технические руководства, компьютерные тренажеры [Электронный ресурс] // Научно-производственная группа «Планета»: [сайт]. [2002 – 2010]. URL: <http://www.mediaplanet.ru/technologies/ITR> (дата обращения 12.04.2010).
2. Возможности экспертного управления сложными объектами на примере доменного процесса: учебное пособие / А.Е. Пареньков, В.Г. Лисиенко, В.Д. Малюгин, В.А. Морозова, Е.Б. Иванов, Ф.Л. Скуридин; под ред. В.Г. Лисиенко. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 67 с.
3. Цымбал В.П. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях: учебное пособие для вузов. Ч. 3. Примеры реализации идей и принципов самоорганизации / В.П. Цымбал, С.П. Мочалов, С.Н. Калашников; под ред. В.П. Цымбала. Новокузнецк: СибГИУ, 2005. – 264 с.
4. Компьютерный тренажер для операторов технологических процессов доменного производства / В.П. Чистов, Г.Б. Захарова, И.А. Кононенко, В.Г. Титов // Программные продукты и системы. – 2002. – № 3. – С. 42 – 45.
5. Музыка Л.П. Энергобезопасность и современный подход к тренажерной подготовке оперативного персонала [Электронный ресурс] / Л.П. Музыка, С.И. Магид // Надежность и безопасность энергетики. № 3. Декабрь 2008. URL: <http://www.sigma08.ru/jur3-4.htm> (дата обращения 11.07.2011).
6. Магид С.И. Проблемы современного энергетического тренажеростроения через призму терминологии / С.И. Магид, И.Ш. Загретдинов, Е.Н. Архипова, Л.П. Музыка // Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации. – 2007. – № 1. – С. 35 – 51.
7. Магид С.И. Проблемы и приоритеты проектирования тренажеров для подготовки персонала энергообъектов, оснащенных современными автоматизированными системами управления [Электронный ресурс] / С.И. Магид, Е.Н. Архипова, Л.П. Музыка, А.В. Машков // Надежность и безопасность энергетики. № 2. Сентябрь 2008. URL: <http://www.sigma08.ru/jur2-5.htm> (дата обращения 11.07.2011).
8. Шраго И.Л. Тренажеры для обучения управлению промышленными объектами [Электронный ресурс] // Промышленные ведомости. – 2009. – № 9 – 10. URL: <http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=1749&nomer=61> (дата обращения 12.04.2010).
9. Развитие трехуровневых АСУ ТП в металлургии (коксовые и бескоксовые процессы): Учебное пособие / В.Г. Лисиенко, Е.Л. Суханов, В.А. Морозова, А.Н. Дмитриев, С.А. Загайнов, А.Е. Пареньков / Под ред. В.Г. Лисиенко. М.: Теплотехник, 2006. – 328 с.
10. Лисиенко В.Г. Альтернативная металлургия: проблема легирования, модельные оценки эффективности / В.Г. Лисиенко, Н.В. Соловьева, О.Г. Трофимова; под ред. В.Г. Лисиенко. М.: Теплотехник, 2007. – 440 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В СРЕДЕ MOODLE

Морозова Ю.В.

*Томский университет систем управления и радиоэлектроники
г. Томск*

В связи с модернизацией вузовского образования и внедрения новых государственных образовательных стандартов увеличилось время и объём материала, выносимого на самостоятельную работу. На сегодняшний день остро стоит проблема слабой организации самостоятельной работы студентов в вузах [1]. Применение информационных технологий позволяет расширить возможности самостоятельной работы студентов. С этой целью необходимо разработать технологию создания требуемого количества учебных и методических материалов, которые должны обеспечить самостоятельную работу студентов под руководством и контролем преподавателя с заданным графиком обязательных, системных и предметных контрольно-оценочных мероприятий с упором на индивидуальный подход к обучению.

Одним из способов решения этой проблемы является создание компьютерной самостоятельной работы (КСР) на основе генератора тестовых заданий [2]. Использование генераторов дает возможность получать уникальное задание из одного и того же класса задач. Это позволяет студенту тренироваться, решая неоднократно подобную задачу. Чем больше и разнообразнее студент решит задач за время прохождения курса, тем легче он овладеет теорией, и тем глубже будут его знания. Поскольку генератор получает огромное число тестовых вопросов и заданий, то стало возможным предъявлять студенту не только индивидуальное задание, но и его решение [3].

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия КСР со студентом. Эта схема базируется на предъявлении студенту корректирующей информации или разъяснений при неправильном ответе на задание. Таким образом, обратная связь может быть консультативная,

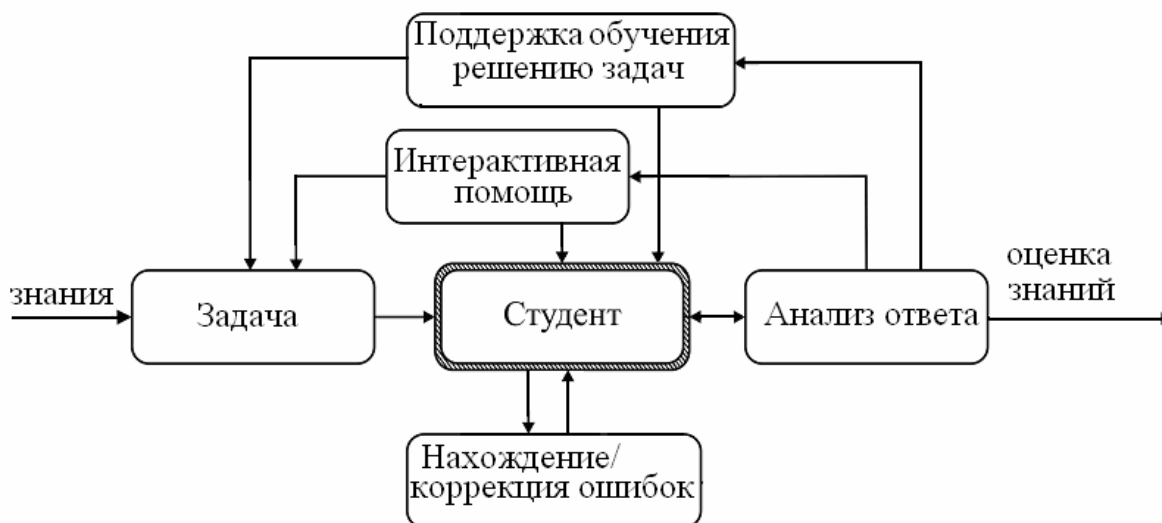


Рисунок 1 – Схема взаимодействия КСР со студентом

которая заключается в выдаче на каждом шаге обучения по результатам решения задачи интерактивной помощи, либо результативной в виде поддержки обучения решению задачи. Эта информация предназначена для нахождения и коррекции ошибок, допущенных в решении задания. Это дает возможность студенту сделать осознанный вывод об ошибочности

учебной деятельности, помогает оценить и скорректировать дальнейшие действия. При этом все множество заданий разбивается на подмножества по классам сложности, каждое из которых содержит близкие по содержанию задания. Таким образом, происходит управление познавательной деятельностью студентов с целью формирования у них знаний, умений и навыков в предметной области.

Введем понятие КСР, основанной на генераторах тестовых заданий, которая при малых затратах труда в интерактивном режиме:

- обеспечивает индивидуальными элементами самоконтроля (генерирует оптимальную выборку тестовых заданий из базы знаний разного класса сложности в зависимости от требуемого и реального уровня знаний);
- проводит интеллектуальный анализ ответа (анализирует результат решения студента с эталонным ответом из базы знаний);
- организывает интерактивную помощь (выдает подсказки и теорию к каждому заданию);
- предоставляет поддержку обучения решению задач (предлагает правильный метод решения задачи и разобранное решение);
- оценивает уровень знаний;
- детализирует результаты выполнения самостоятельной работы.

На рисунке 2 представлена обобщенная структура КСР, состоящая из базы знаний, генератора, решателя, советчика и планировщика. Планировщик делает выборку заданий

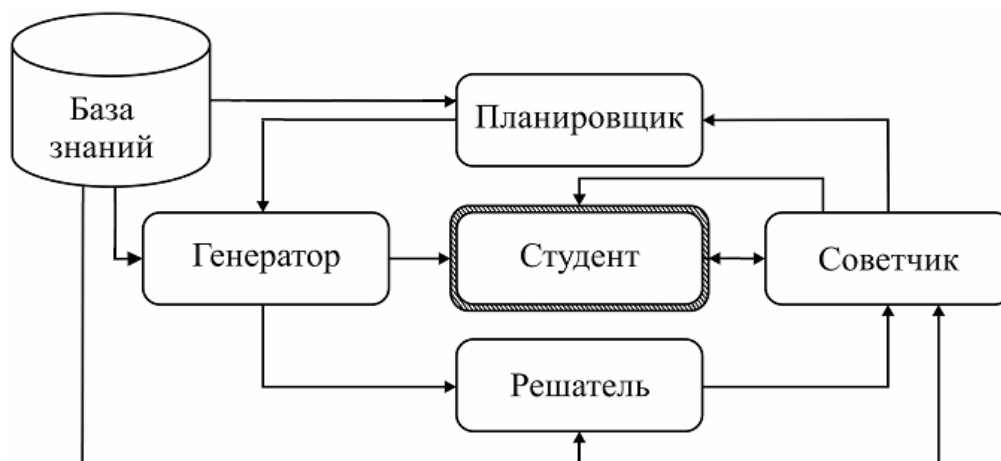


Рисунок 2 – Структура КСР, основанной на генераторах тестовых заданий

сложностью, которая позволит достичь требуемого уровня знаний. Генератор обеспечивает построение некоторого обучающего воздействия (тестовое задание, подсказки, решение), которое выдается студенту и решателю. Решатель обеспечивает стандартное выполнение задания. Результаты выполнения задания студентом и решателя поступают на вход советчика. Он обеспечивает анализ результатов решения учебного задания студента и решателя и выдает сообщение верно/неверно решил задание студент планировщику. Планировщик решает дать студенту, в случае неверного ответа, правильный метод решения или подсказки, затем генерируется новое задание из этого класса, или, в случае верного ответа, генерируется следующее задание. Таким образом, получаем новый класс компьютерных учебных программ, позволяющих в интерактивном режиме организовывать самостоятельную работу и управлять ею, генерировать задачи разного класса сложности, анализировать результат решения задачи студентом, организовывать интерактивную помощь в виде рекомендаций и подсказок, выдавать решение задачи, оценивать реальный уровень знаний. Используя эти возможности, в процессе самостоятельной работы студенту дается возможность за опти-

мальное количество шагов достигнуть требуемого уровня знаний, повысить его, изучить решение задачи и найти ошибки в своем решении в случае затруднения. Это особенно важно при обучении студентов по дистанционной технологии в условиях отсутствия преподавателя.

Такие КСР применялись в локальной версии обучающей системы, что в настоящее время является недостатком. Поэтому было принято решение перевести КСР в online версию. Блочная структура КСР позволяет получать из базы знаний в зависимости от цели и стратегии тестирования необходимый участок учебного контента: тестовые задания для компьютерного или письменного контроля знаний, эталонные ответы к тестовым заданиям для проверки знаний, подсказки и поддержку обучения решению задач для организации самостоятельной работы студентов. Мобильность КСР позволяет конвертировать базу знаний в различные среды. Появилась возможность базу знаний, полученную из КСР, применять в системе MOODLE. Система дистанционного обучения MOODLE – довольно мощная система, которая позволяет гибко организовать процесс преподавания в зависимости от поставленных целей, а также проводить занятия в частично-дистанционном и дистанционном режимах [4]. Она ориентирована, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, хотя удобна и для организации традиционных дистанционных курсов и поддержки очного обучения. В качестве базы контента интерактивного курса будет выступать база заданий с подсказками и решениями в формате IMS QTI.

Для реализации КСР в системе MOODLE был разработан уникальный тип вопроса. В общем виде этот тип вопроса ничем не отличается от стандартных вопросов закрытой формы (вопроса с несколькими ответами) и открытой формы, но в нем имеются дополнительные поля для подсказок и решения. При нажатии на кнопку «Подсказка» в теле вопроса появляется блок теории, при этом система тестирования должна запомнить факт использования подсказки и отобразить это в протоколе сессии тестирования. Факт использования подсказки никак не влияет на итоговую оценку, но в дальнейшем возможно алгоритм вычисления оценки изменится. Пользователю доступна навигация по билетам и кнопка подтверждения решения. Нажатие кнопки «Проверить» подтверждает выбранное пользователем решение. Если ответ верен, то на экран выводится текст «Решение верно» на зеленом фоне, иначе «Ошибка» и правильное решение на красном фоне. Текст правильного решения берется из предусмотренного для этого разметкой IMS QTI блока, а не из декларации правильного ответа. После нажатия кнопки «Проверить» все управляющие элементы внутри вопроса блокируются, а сама кнопка «Проверить» становится неактивной, т.е. посмотреть вопрос и результат решения пользователь всегда может, а изменить ответ – нет.

Способ представления вопроса может быть любым, но общие принципы работы, описанные выше, должны соблюдаться:

- Наличие возможности воспользоваться подсказкой к вопросу.
- Факт использования подсказки по каждому вопросу сохраняется в протокол.
- После подтверждения решения, изменить его уже нельзя.
- Если решение неверно, на экран выводится текст правильного решения.
- Текст правильного решения берется из специального блока разметки IMS QTI.

На рисунке 3 показана реализация КСР по дисциплине «Высшая математика» в системе MOODLE.

В настоящее время реализовано 25 КСР по разделам дисциплины «Высшая математика», в которых реализовано 315 шаблонов. Эти КСР позволяют получить $1.01E+82$ уникальных вариантов заданий на самостоятельную работу студентам. Они внедрены в дистанционную технологию обучения студентов факультета дистанционного обучения ТУСУР. Также разрабатывается пакет КСР по дисциплине «Устройства СВЧ и антенны». На рисунке 4 показана экранная форма задания из КСР по разделу «Прямоугольные волноводы». Таким образом, студент в системе MOODLE может не только проходить контроль знаний, но и готовится к нему. Применение навыков самостоятельной работы на практике повышает эффективность обучения, так как позволяет студенту в удобное для него время осваивать

и повторять учебный материал, помогает научиться пользоваться разнообразной учебной литературой и компьютерными технологиям. Применение КСР уменьшает нагрузку на преподавателя и позволяет им более гибко организовывать и контролировать самостоятельную работу студентов в среде MOODLE, осваивая новую культуру общения со студентами.


Просмотр Логарифмическая функция 'Высшая математика'

[Начать заново](#)

Страница: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (Далее)

1 [Показать теорию](#)

Баллов: 0/1



Указание 4.9.1: Пусть числа $a > 0$, $b > 0$. Логарифмом числа b по основанию a называется показатель степени c , в которую нужно возвести основание a , чтобы получить b . Обозначают $\log_a b = c$. Это по определению означает, что $a^c = b$. Отсюда получаем основное логарифмическое тождество $a^{\log_a b} = b$.

Примеры.

$\log_2 16 = 4$, так как $2^4 = 16$,

$\log_{0,64} 4 = -2$, так как $(0,64)^{-2} = \left(\frac{1}{4}\right)^{-2} = 4$,

$\log_2 8 = 3$, так как $2^3 = 8$.


Указание 4.9.2: Если логарифмы двух чисел по общему основанию равны, то равны и эти числа. $\log_a x = \log_a y$, значит $x=y$.

Найдите решение уравнения $\log_2(2x + 11) = \log_2 7$.

Ответ: ✖

[Проверить](#)

[Показать решение](#)



Решение этой задачи будет следующим. Найдите решение уравнения $\log_2(2x + 11) = \log_2 7$. Следуя Указанию 4.9.2, получим уравнение $2x+11=7$. т.е. уравнение $2x+4=0$.

Решая его, получаем $x=-2$.

Неверно

Баллов за ответ: 0/1.

[Сохранить, но не отправлять](#)
 [Отправить страницу](#)
 [Отправить всё и завершить тест](#)

Рисунок 3 – Экранная форма реализации КСР в MOODLE


12 [Показать теорию](#)

Баллов: 0/1

Длина волны λ_B в прямоугольном волноводе при работе на основном типе волны составляет 1.1 [см]. Размеры поперечного сечения волновода $a \times b$. Найдите частоту передаваемых колебаний при: $a=22$ мм и $b=4$ мм. Ответ дайте в ГГц, округлив до одного знака после точки. В качестве разделителя целой и дробной части используйте точку.

Ответ: ✖

[Показать решение](#)



Из формулы для длины волны в волноводе (П.9) из Указания выражается f_0 .

Получаем $f_0 = \frac{c}{\sqrt{\left(\frac{\lambda_B^2}{4a^2} + \frac{4b^2}{\lambda_B^2}\right)}} = 28.1 \cdot 10^9$ Гц или $f_0 = 28.1$ ГГц, где c - скорость света.

Неверно

Баллов за ответ: 0/1.

Рисунок 4 – Экранная форма задания из КСР по разделу «Прямоугольные волноводы»

Библиографический список

1. Ефремова Н.Ф. Проблемы формирования фондов оценочных средств вузов // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 3. – С. 17 – 21.
2. Кручинин В.В. Генераторы в компьютерных учебных программах. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2003. – 200 с.
3. Кручинин В.В., Магазинников Л.И., Морозова Ю.В. Модели и алгоритмы компьютерных самостоятельных работ на основе генерации тестовых // Известия ТПУ. – 2006. – № 8. – С. 258 – 262.
4. Система дистанционного обучения MOODLE [Электронный ресурс]. – <http://www.moodle.org>

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО КУРСУ «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Лавров В.В., Спириин Н.А., Бурыкин А.А., Храмцов К.А., Ерофеев М.М.

*Уральский федеральный университет имени
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

На кафедре «Теплофизика и информатика в металлургии» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ) проводится работа по созданию электронных образовательных ресурсов для методического обеспечения основных образовательных программ подготовки дипломированных специалистов (бакалавров, магистров) по двум направлениям – 150100 «Металлургия» (профиль «Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей») и 230400 «Информационные системы и технологии» (профиль «Информационные системы и технологии в металлургии»). Реализация этих проектов осуществляется в соответствии с Программой развития УрФУ на 2010 – 2020 годы в рамках следующих мероприятий:

– модернизация образовательного процесса («Разработка конкурентноспособных образовательных программ», «Создание системы подготовки элитных кадров высшей квалификации», «Формирование информационно-технологической обеспечения образовательного процесса»);

– модернизация научно-исследовательского процесса и инновационной деятельности («Развитие исследовательской инфраструктуры и материально-технической базы научных исследований»);

– развитие кадрового потенциала и формирование качественного контингента обучающихся («Привлечение талантливой молодежи к обучению в университете, научной и инновационной деятельности, подготовка к успешной карьере»).

В докладе отражен опыт разработки и использования электронного образовательного ресурса по дисциплине «Компьютерное моделирование технологических процессов», подготовленный коллективом авторов на основе имеющихся на кафедре учебно-научной лаборатории «Механика движения жидкостей и газов» и аппаратно-программных средств научно-учебной лаборатории «Компьютерное моделирование и исследование теплофизических процессов». Дисциплина включена в учебный план подготовки магистров по направлению «Металлургия» (профиль «Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей»).

Цель курса – научить пользоваться методами компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента с использованием современных информационных технологий и лабораторной базы для исследования технологических процессов.

В основу создания образовательного ресурса положены следующие принципы:

- наглядность представления материала;
- полнота;
- универсальность;
- расширяемость.

Принцип наглядности реализован путем использования анимационных, интерактивных и графических данных, позволяющих более содержательно отразить разделы курса и усилить их восприятие студентами. В состав ЭОР вошли следующие разделы:

- теоретический материал, представляющий собой базовый лекционный курс по информационным технологиям и использованию компьютерного моделирования в инженерной практике и научно-исследовательской работе с иллюстративным сопровождением в виде презентационных слайдов;

- комплекс интерактивных видеороликов с представлением последовательности выполнения лабораторных работ по изучению закономерностей движения сплошной среды в канале переменного сечения методами компьютерного моделирования и лабораторного эксперимента;

- дополнительный материал, содержащий сведения о наиболее распространенных пакетах компьютерного моделирования технологических процессов;

- справочный материал, включающий таблицы и номограммы физико-химических свойств различных веществ для обеспечения проведения инженерных расчетов и научных исследований теплофизических процессов;

- примеры решения задач по теплообмену;

- задания для самоконтроля, в который вошли вопросы для самоконтроля, варианты задач для самостоятельного решения, блок тестирования.

Принцип универсальности относится к способу распространения ресурса. В частности, существуют локализованные версии данного ресурса в виде:

- мультимедийной электронной книги (исполняемый exe-файл);

- файла справочной помощи Windows (формат chm);

- web-документа в формате html;

- документа pdf.

Кроме этого, образовательный ресурс интегрирован во внутривузовскую электронную сетевую среду обучения «Глобус». В этом случае заложенный в разработку *принцип расширяемости* позволяет преподавателю, который владеет данным ресурсом легко дополнять и развивать данный ресурс. Например:

- оперативно изменять контент ресурса в соответствии с развитием научных и методических достижений в области компьютерного моделирования технологических процессов;

- предоставить студентам доступ к обширным объемам справочных данных, касающихся специфики изучаемого объекта;

- дополнять блоки самоконтроля студентов новыми вопросами;

- самостоятельно формировать блоки тестовых заданий из имеющегося набора вопросов;

- проводить тестирование студентов при наличии у них индивидуальных реквизитов доступа (логина и пароля), которые выдаются по запросу администратором системы «Глобус».

Использование сетевой версии ресурса снижает требования к вычислительной мощности компьютера в процессе проведения обучения, поскольку вся работа производится в корпоративной сетевой среде и отображается на компьютере студента в странице браузера.

В основу формирования образовательной траектории электронного ресурса положен опыт преподавания магистрантам учебной дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов». Поэтому итоговая структура электронного ресурса выполнена с учетом требований государственного стандарта, рабочих планов и учебно-методического

обеспечения данной учебной дисциплины.

Подготовка информационных текстовых фрагментов выполнена на основе существующего рабочего конспекта дисциплины, обзора современного состояния теории и практики проведения компьютерного моделирования технологических процессов с привлечением средств библиотечного и электронного поиска в сети Интернет, а также консультаций ведущих специалистов в области систем компьютерного инженерного анализа Группы компаний «ПЛМ Урал - Делкам-Урал» (г. Екатеринбург) [1]. Реализация конспективных фрагментов выполнена в программе Adobe Acrobat Professional.

Создание графического сопровождения (рисунков, схем, диаграмм и пр.) выполнено в программе Microsoft Visio, в дальнейшем графические объекты конвертированы в форматы Microsoft Office Word и Adobe Acrobat Reader. Разработка интерактивных анимационных фрагментов включала в себя:

- создание схем лабораторного оборудования в программе Microsoft Visio и конвертирование их в формат графических файлов (bmp);
- доработку графических схем с целью создания анимационных объектов в программе Macromedia Flash MX Rus и конвертирование их в формат flash-файлов (swf);
- формирование звукового сопровождения анимационных фрагментов в программе Dexter Audio Editor и реализация его в виде набора звуковых файлов (wav);
- финальную компоновку интерактивных анимационных фрагментов в программе Adobe Captivate: наложение изображений, видео- и звуковых фрагментов, высвечивание пояснений, синхронизация всех объектов презентации, запись с экрана методики проведения лабораторных исследований. Результаты конвертированы в формат flash-файлов (swf).

Финальная компоновка образовательного ресурса в виде локализованной версии программного продукта произведена в программе Help & Manuals Professional Edition. В ходе реализации получены файлы мультимедийной электронной книги (исполняемый exe-файл), справочной помощи Windows (формат chm) и документа pdf.

Одним из практических примеров решения научных и в особенности технических задач в процессе изучения дисциплины является исследование течений жидкостей по каналам переменного сечения (трубопроводам), в ходе которого магистранты определяют величину гидравлических потерь методами компьютерного моделирования и лабораторного эксперимента. Под термином «гидравлические потери» принято понимать величину потерь энергии (напора), затрачиваемой на преодоление сопротивления движению жидкости различных конструктивных включений (заслонки, резкие сужения, расширения, и пр.) [2]. Механизмы действия сил сопротивления в конкретных системах трубопроводов очень сложны и практически не поддаются аналитическому описанию. Поэтому при расчетах потерь напора используют, как правило, эмпирические соотношения, полученные в ходе проведения физических экспериментов.

На рисунке 1 представлен фрагмент экрана компьютерной интерактивной лабораторной работы для изучения процесса движения воздуха в каналах переменного сечения и расчета гидравлических потерь трубопровода. Компьютерная лабораторная работа, реализованная в среде программирования Microsoft Visual Studio .NET на языке C#, используется студентами и магистрантами для самостоятельной подготовки и отработки методики выполнения физических экспериментов в кафедральной лаборатории «Механика движения жидкостей и газов». В основу алгоритмического обеспечения компьютерной лабораторной работы положены эмпирические зависимости распределения давлений и скоростей движения потока воздуха от его расхода, полученные в ходе проведения физических экспериментов.

Освоение практических навыков компьютерного моделирования проводится магистрантами с использованием программного комплекса FlowVision (разработчик – компания ТЕСИС [3]), который предназначен для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах, а также визуализации этих течений методами компьютерной графики. Моделируемые течения включают в себя стационарные и неста-

ционные, сжимаемые, слабосжимаемые и несжимаемые потоки жидкости и газа. Использование различных моделей турбулентности и адаптивной расчетной сетки позволяет моделировать сложные движения жидкости, включая течения с сильной закруткой, горением, течения со свободной поверхностью [4].

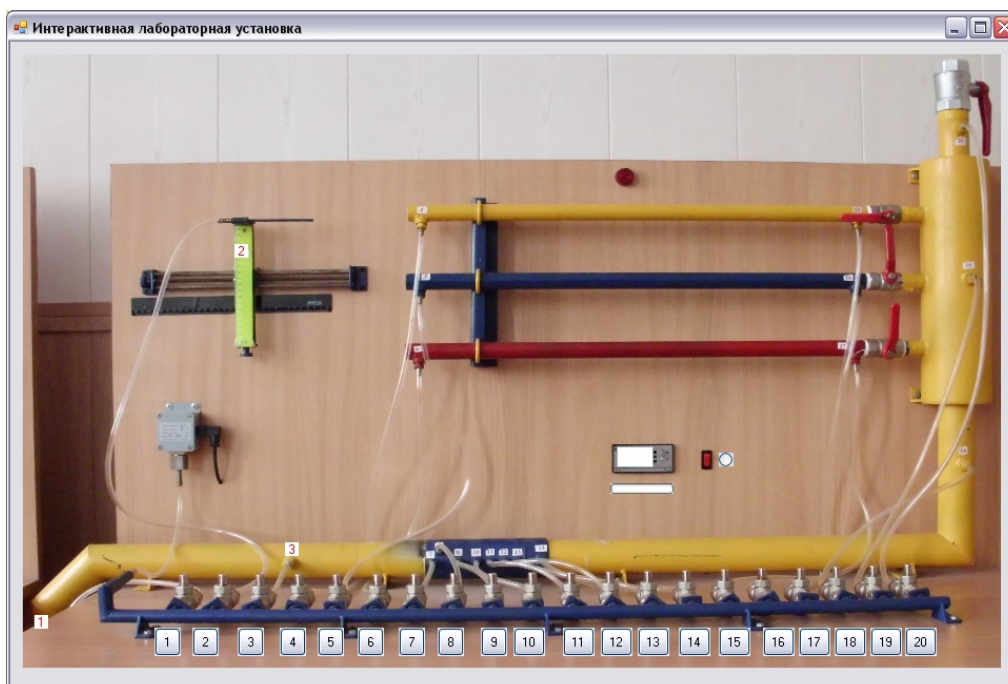


Рисунок 1 – Фрагмент экрана интерактивной лабораторной работы

FlowVision основан на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики и использует прямоугольную адаптивную сетку с локальным измельчением. Для аппроксимации криволинейной геометрии с повышенной точностью FlowVision использует технологию подсеточного разрешения геометрии. Эта технология позволяет импортировать геометрию из систем САПР (SolidWorks, AutoCAD и др.) и обмениваться информацией с системами конечно-элементного анализа. Использование этой технологии позволило решить проблему автоматической генерации сетки – чтобы сгенерировать сетку, достаточно задать всего лишь несколько параметров, после чего сетка автоматически генерируется для расчетной области, имеющей геометрию любой степени сложности.

FlowVision построен на базе единой интегрированной среды, в которой препроцессор, решатель и постпроцессор объединены и работают одновременно. В функциональное назначение *препроцессора* входит импорт геометрии расчетной области из систем геометрического моделирования, задание модели среды, расстановка начальных и граничных условий, генерация или импорт расчетной сетки и задание критериев сходимости. В систему FlowVision можно импортировать геометрию из любой CAD системы трехмерного моделирования. При импортировании FlowVision поддерживает как широко распространенные форматы IGES, STL (Stereo Lithography) и VRML (Virtual Reality Model Language), так и специальные форматы NASTRAN, DEFORM, ABAQUS, и некоторые другие, используемые программами конечно-элементного анализа.

После этого управление передается *решателю*, который начинает процесс счета. При достижении требуемого значения критерия сходимости процесс счета может быть остановлен.

Результаты расчета непосредственно во время счета доступны для *постпроцессора*, в котором производится обработка данных – визуализация результатов и сохранение их во внешние форматы данных.

Алгоритм проведения компьютерного моделирования в пакете FlowVision следующий:

- 1) физико-математическая постановка задачи: выбор математической модели (набора уравнений); ввод физических параметров; ввод граничных условий; ввод начальных условий с помощью фильтра;
- 2) подготовка к численному моделированию: построение расчетной сетки; ввод параметров численного расчета; 3) моделирование с помощью решателя: расчет задачи; возвращение расчета в начальное состояние;
- 4) подготовка к визуализации результатов: работа в постпроцессоре; создание (объекта) плоскости; создание (объекта) линии;
- 5) визуализация скалярных полей: изображение распределения переменной в плоскости методом цветовой (тоновой) заливки; создание двумерного графика; создание «графика вдоль кривой»; создание графика теоретической зависимости методом введения новой переменной;
- 6) визуализация векторного поля скорости: построение направлений скорости методом векторов; построение линий тока методом группы частиц;
- 7) визуализация отдельных числовых значений: вычисление интегральных характеристик (осредненных по сечению значений переменных); фиксация значений переменной в точке методом характеристик; вычисление сил и моментов, действующих на объект.

На рисунке 2 представлен фрагмент визуализации вектора скорости потока воздуха и графика сходимости решения, полученного в ходе компьютерного моделирования в пакете FlowVision гидравлических потерь в трубопроводе типа «плавный поворот».

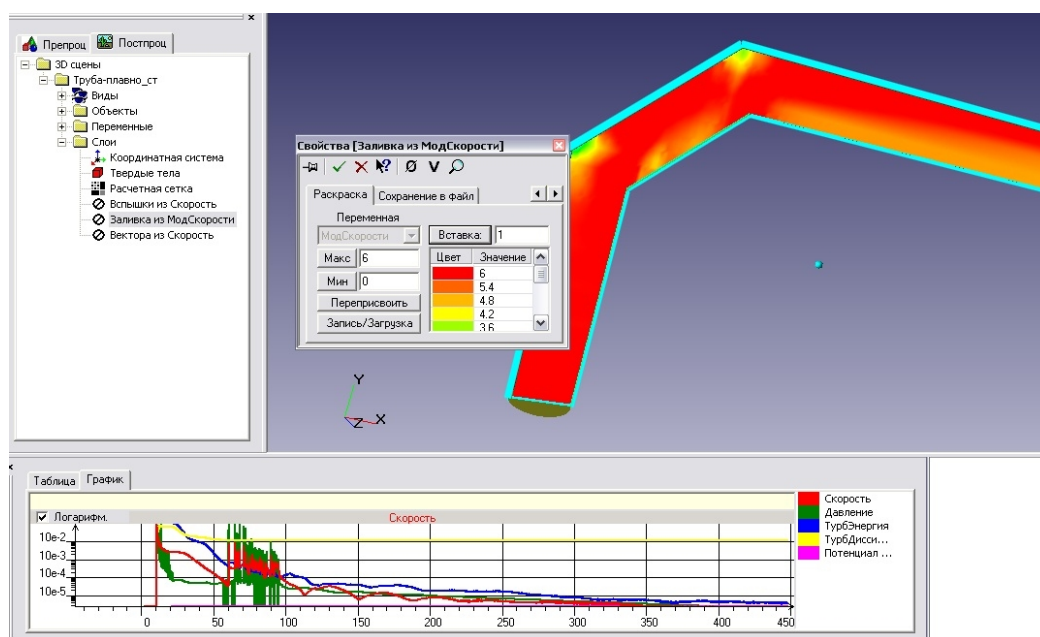


Рисунок 2 – Фрагмент визуализации вектора скорости потока воздуха и графика сходимости решения в пакете FlowVision

Таким образом, разработанный электронный образовательный ресурс позволяет в наглядной форме отразить лекционный материал, практически познакомить магистрантов с методикой изучения и средствами компьютерного моделирования технологических процессов и теплофизических явлений, проверить у них уровень усвоения полученных знаний. ЭОР рекомендуется использовать в качестве дополнительной формы преподавания учебного материала и как одной из форм итогового контроля успеваемости студентов.

Библиографический список

1. www.delcam-ural.ru.
2. Механика жидкости и газа / В.С.Швыдкий, Ю.Г.Ярошенко, Я.М.Гордон [и др.]. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 464 с.
3. www.flowvision.ru.
4. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа: учебное пособие / Т.В. Кондранин [и др.]. – М.: МФТИ, 2005. – 104 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ КОНЦЕРНА «SIEMENS»

Шагалиев Р.В., Гольцев В.А.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Активное развитие промышленности в нашей стране и проводимая модернизация производственной базы сопровождается внедрением информационных технологий на всех этапах производства. Это требует наличия на рынке труда специалистов, которые обладают актуальными знаниями и имеют навыки работы в сфере информатизации и автоматизации. В такой ситуации перед вузами встает задача разработки учебных курсов, предусматривающих получение знаний о современных достижениях и технологиях в этих сферах, а также прохождения практических занятий на современном оборудовании с использованием нового инструментального программного обеспечения.

Целью данной работы является создание программного комплекса, которое позволит осуществить следующие задачи:

- получать значения температуры в объекте управления;
- выполнять функции ПИД-регулирования;
- осуществлять сбор, хранение и представление данных;
- представлять данные в табличном и графическом виде;
- оповещать о нештатных ситуациях, которые позволяют отслеживать рабочее состояние системы;
- производить генерацию и вывод на печать отчета;
- обеспечить контролируемый доступ к системе.

Лабораторный стенд представляет собой модель системы АСУ ТП. Можно явным образом выделить следующие уровни:

- уровень ввода-вывода (Input/Output), представленный датчиком измерения температуры и исполнительными механизмами;
- уровень управления (Control), реализованный на программируемом логическом контроллере (ПЛК);
- уровень диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), функции которого выполняет SCADA-система.

Стенд позволяет студентам получить наглядное представление о составе и функциях элементов АСУ ТП.

Структура лабораторного стенда представлена на рисунке 1.

Прикладное программное обеспечение ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 для работы лабораторного стенда должно выполнять следующие задачи:

- получение значения температуры в объекте управления;
- выполнение функции ПИД-регулирования (или производных) при установленном флаге, определяющем режим работы контроллера в качестве ПИД-регулятора температуры.

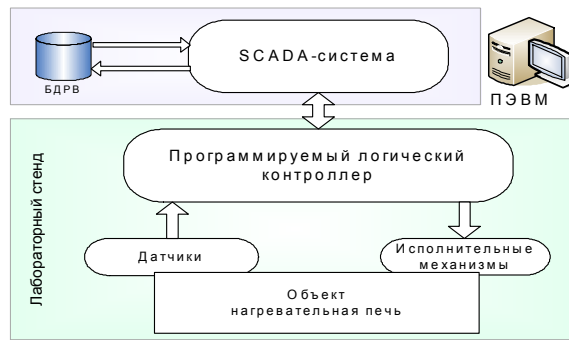


Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного стенда

Для реализации прикладного программного обеспечения ПЛК создан проект Stand_Control в среде STEP7 Professional (рисунок 2).

Для контроллера определена конфигурация (рисунок 3) и произведено параметрирование.

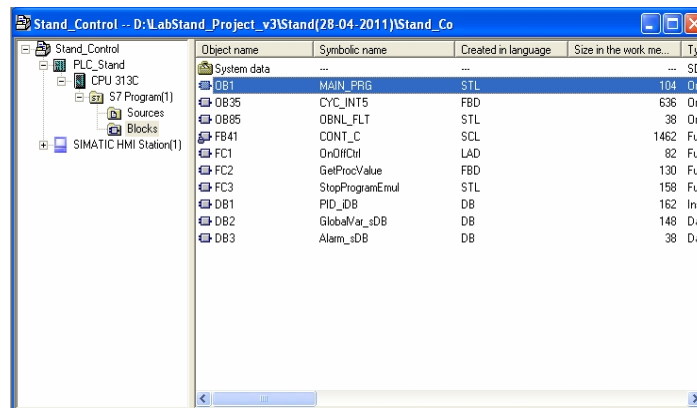


Рисунок 2 – Проект Stand_Control в SIMATIC Manager

Slot	Module
1	PS 307 2A
2	CPU 313C
2.2	DI24/DO16
2.3	AI5/AO2
2.4	Count
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1	PS 307 2A	6ES7 307-1BA00-0					
2	CPU 313C	6ES7 313-5BE0V2.0		2			
2.2	DI24/DO16				124...126	124...125	
2.3	AI5/AO2				752...761	752...755	
2.4	Count				768...769	768...769	
3							
4							
5							

Рисунок 3 – Конфигурация контроллера

Программа в ПЛК состоит из различных блоков. Структура взаимосвязи блоков программы показана на рисунке 4.

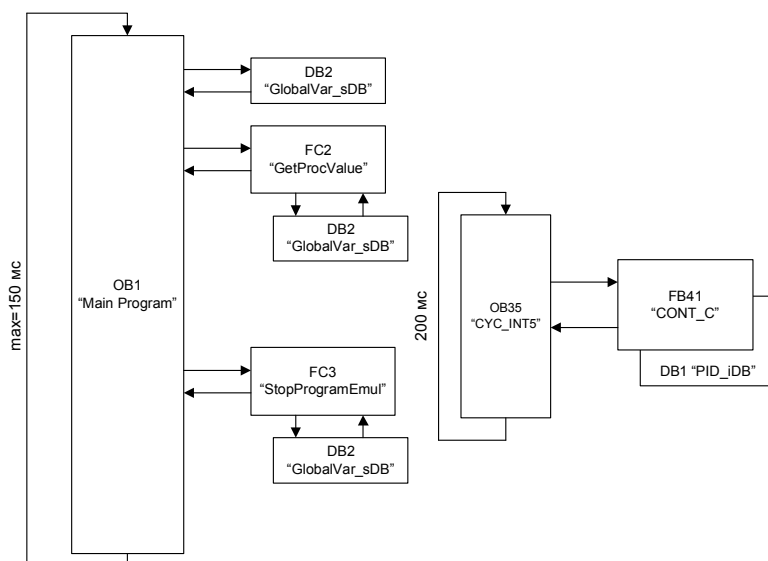


Рисунок 4 – Структура взаимодействия блоков программы

Организационный блок OB1 «Main_Program№ является основным (обязательным) блоком программы. Он выполняется циклически, поэтому в нем выполняются следующие задачи:

- вызов функции получения действительного значения температуры в объекте FC2 «GetProcValue»;
- если активирована работа ПИД-регулирования и установлен соответствующий флаг, замыкается реле для подачи питающего напряжения на устройство ШИМ.
- Блок OB1 написан на языке STL.

Изображение кода в блоке OB1 «Main_Program» приведено на рисунке 5.

Задача получения обработанного значения текущей температуры выполняется функцией FC2 «GetProcValue».

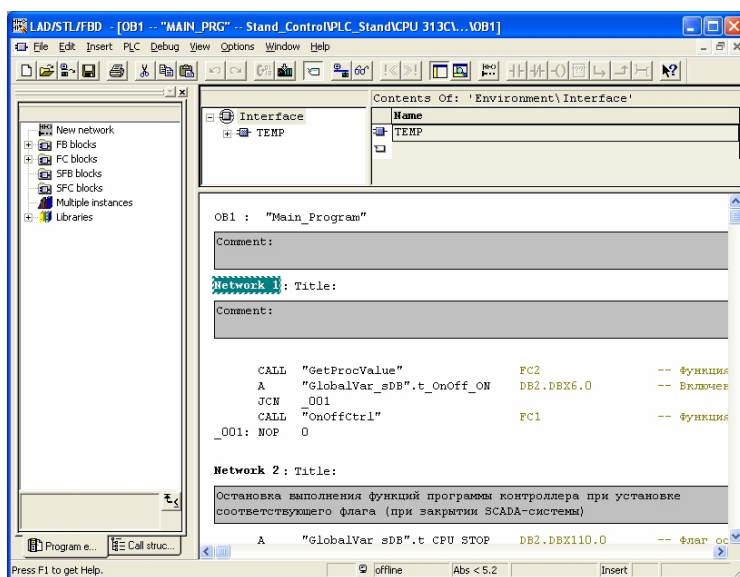


Рисунок 5 – Блок OB1 в редакторе LAD/STL/FBD

Последовательность шагов получения значения температуры:

- если активирована работа, значение в формате WORD извлекается из памяти отображения входов-выходов и преобразуется в формат DWORD;
- значение в формате DWORD преобразуется в формат REAL;
- значение в формате REAL делится на 10, в результате получается действительное значение температуры [12].

Функция FC2 «GetProcValue» написана на языке FBD.

ПИД-регулирование программно реализовано с использованием функционального блока FB41 «CONT_C» из стандартной библиотеки STEP7. Как и для всякого функционального блока, для FB41 создан экземплярный блок данных DB1 «PID_iDB».

Функции сбора, хранения и представления данных, полученных от ПЛК, на лабораторной установке осуществляет SCADA-система «Лабораторный стенд «Изучение законов регулирования температуры в агрегате». Система развернута на базе компонента Runtime пакета WinCC v6 SP4.

Соединение системы с контроллером осуществляется по средствам драйвера для MPI-интерфейса из набора SIMATIC S7 Protocol Suite (рисунок 6). Соединение «MPI / PID_regulator» производится к устройству с MPI адресом 2, стойке 0, слоту 2 (соответствует месторасположению CPU).

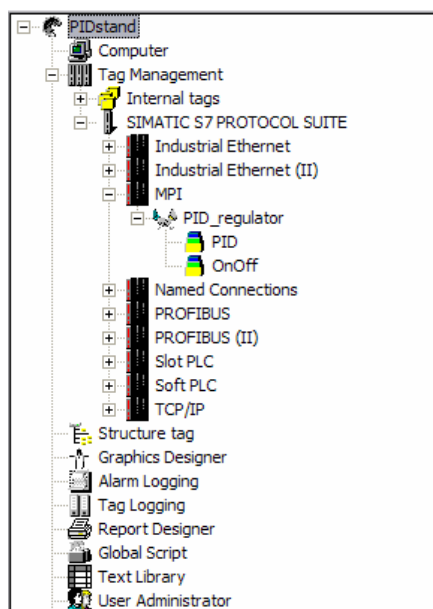


Рисунок 6 – Дерево проекта SCADA-системы

Для удобства работы с тегами их объединяют в группы. В рамках созданного соединения создана группа внешних тегов «PID» – группа тегов для параметров работы ПИД-регулятора. Для сохранения значений процесса, поступающих от ПЛК, в системе сконфигурирован архив «ProcValueArch». Значения всех внешних тегов сохраняются в этом архиве с периодичностью в 1с (быстрый архив). Представление данных в системе «Лабораторный стенд «Изучение законов регулирования температуры в агрегате» осуществляется с помощью кадров (окон) и размещенных на них элементов управления и отображения, связанных с тегами процесса напрямую или через скрипты.

Все кадры системы визуализации доступны пользователю через главный кадр системы (оболочка), изображенный на рисунке 7.

Для просмотра архивных значений параметров в виде тренда в каждой работе предусмотрен кадр, предоставляющий такую возможность. На рисунке 8 показан кадр тренда для работы по изучению ПИД-регулирования.

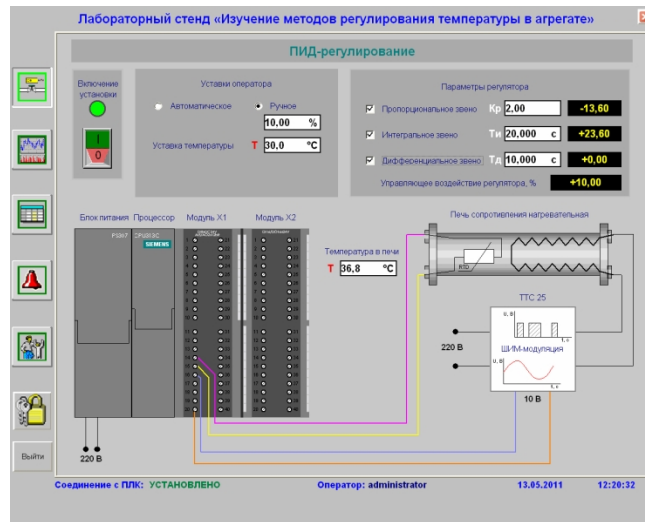


Рисунок 7 – Кадр с мнемосхемой работы по изучению ПИД закона регулирования

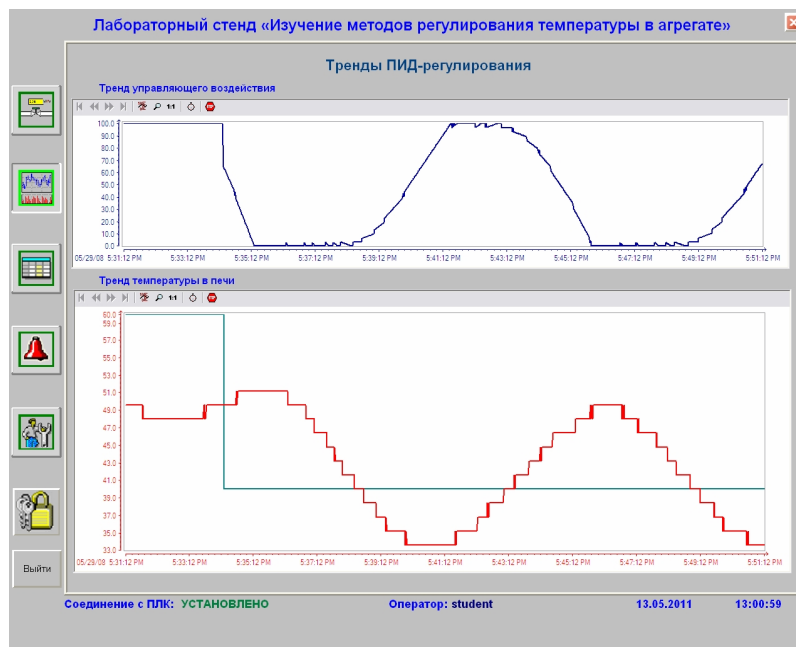


Рисунок 8 – Кадр с трендом для ПИД-регулирования

Тренд обновляет значения в реальном времени, но при необходимости обновление можно остановить нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов. Когда обновление тренда приостановлено, имеется возможность перехода к ранним данным с помощью соответствующих кнопок навигации. Также на панели инструментов имеется кнопка для изменения масштаба кривой (лупа).

Инструмент Time Range предоставляет возможность изменения временного диапазона, для которого отображается изменение параметров.

Также есть возможность просматривать архивные данные о значении параметров в табличном виде, для чего в системе имеется соответствующий кадр. На рисунке 9 приведено изображение кадра с таблицей для работы по ПИД-регулированию.

С помощью системы Alarm Logging созданы сообщения, которые позволяют отслеживать рабочее состояние SCADA-системы. Перечень сообщений приведен в таблице 1.

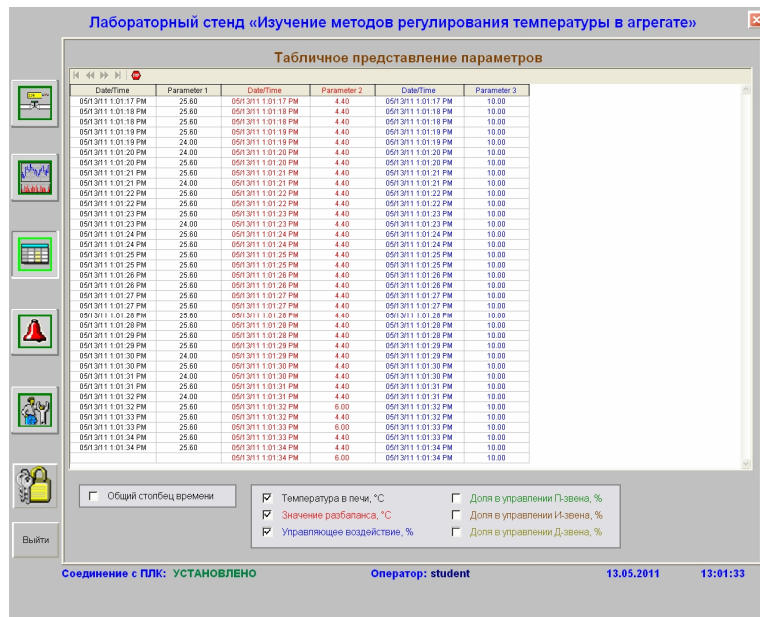


Рисунок 9 – Кадр с таблицей для ПИД-регулирования

Таблица 1 – Сообщения, созданные в системе

Номер сообщения	Класс сообщения	Тип сообщения	Описание сообщения
1	Error	Alarm	Обрыв связи между системой автоматизации и SCADA-системой
2	System, without ack	Process control system	Достигнуто верхнее граничное значение температуры
3	System, without ack	Process control system	Достигнуто нижнее граничное значение температуры
4	Error	Failure	Неверно задана уставка верхней границы
5	Error	Failure	Неверно задана уставка нижней границы

Отображение и квитирование сообщений осуществляются на кадре «Сообщения и тревоги». Таблица сообщений имеет панель инструментов для управления отображения сообщений.

Для обеспечения контролируемого доступа к системе, а также для разграничения доступа пользователей с разными правами, в SCADA-системе предусмотрена функция авторизации пользователя. Окно, с помощью которого реализуется функция авторизации, изображено на рисунке 10.

В приведенном окне также доступны функции системы User Administrator: создание и удаление пользователя, смена пароля. Добавление и удаление пользователя доступно только тем пользователям, которые имеют права администратора.

При реализации лабораторного стенда для изучения законов регулирования было сделано следующее:

- создано прикладное программное обеспечение для контроллера Siemens SIMATIC S7-300;
- разработана и реализована в пакете WinCC v6 SCADA-система для стенда;
- проведены испытания работоспособности стенда.

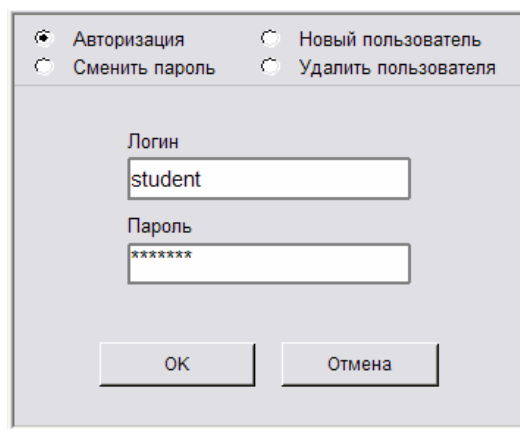


Рисунок 10 – Окно авторизации пользователя в системе

Ознакомление студентов с продуктами для систем автоматизации фирмы Siemens позволит наглядно продемонстрировать структуру, функциональность таких систем. Лабораторные занятия с программными пакетами SIMATIC WinCC и STEP 7 позволят получить практические навыки работы с такими программными инструментами.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТНО-АДАПТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «ВАРИАНТ»

Плещёв В.В.

*Уральский государственный экономический университет (УрГЭУ)
г. Екатеринбург*

Правительственной программой модернизации Российского образования провозглашен лично ориентированный и компетентностный подходы при подготовке специалистов с обязательным учетом требований работодателей. Исходя из этой программы, автором была разработана и реализована следующая научно-педагогическая концепция. В концепции приняты следующие определения:

– *компетенция* – это совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов, необходимых для продуктивной деятельности по отношению к ним;

– *компетентность* – это деятельные индивидуальные способности и качества личности, владеющей компетенциями, определяющие возможность личности принимать правильные решения, творчески и эффективно решать задачи, которые возникают перед ней в процессе продуктивной деятельности, а также умение ориентироваться в организационной среде;

– *потенциальная компетентность* – компетентность, формируемая в процессе обучения, существующая в скрытом виде и проявляемая в практической деятельности (новое понятие);

– *компетентностный подход к построению учебного процесса* – ориентация всех компонентов процесса на приобретение будущим специалистом максимально возможной при заданных условиях обучения потенциальной компетентности и компетенций.

Совмещение обоих подходов с целью оптимизации процесса подготовки специалистов неизбежно приводит к необходимости оперативного построения множества образовательных траекторий формирования потенциальной компетентности. Решение этой задачи возможно через использование, предлагаемого в данной статье, нового класса методических систем обучения – *адаптивных методических систем формирования компетентности (АМСФК)* (рисунки 1 – 5).

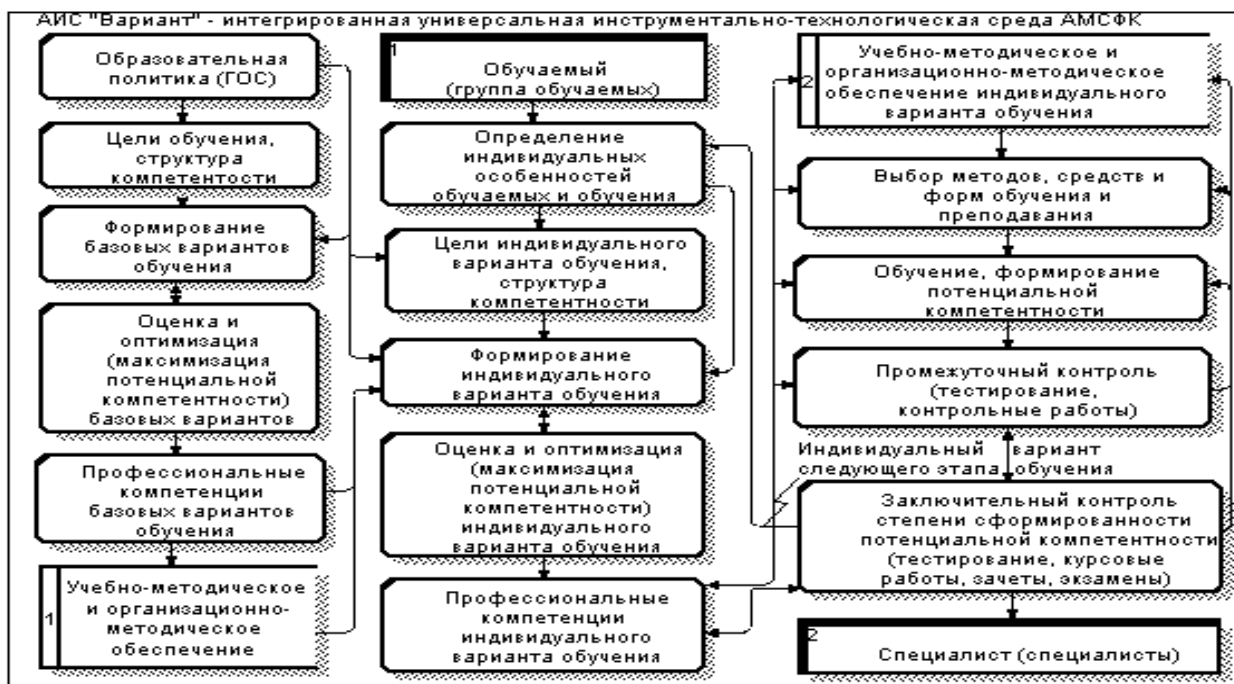


Рисунок 1 – Концептуальная функциональная модель АМСФК

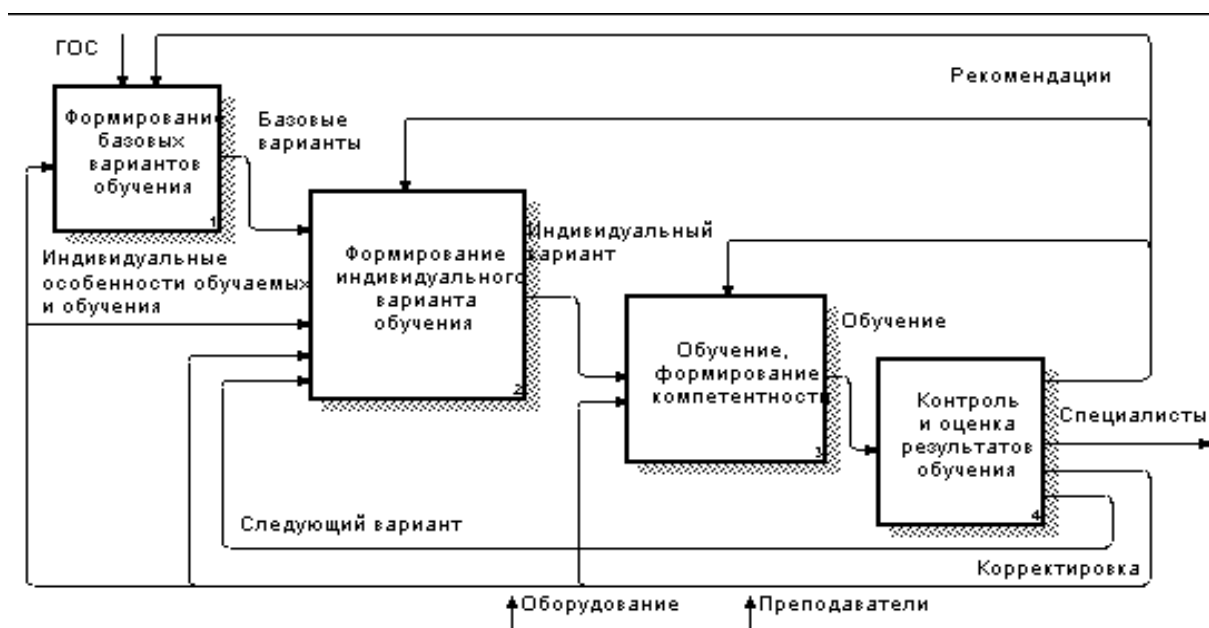


Рисунок 2 – Функциональная модель формирования АМСФК и обучения

Предполагаются два типа адаптации:

- *фиксированная* – для обучаемого фиксируется один вариант обучения на весь период обучения;
- *динамическая* – процесс обучения делится на этапы, и по его результатам текущего этапа корректируется вариант обучения или составляется новый вариант для следующего этапа обучения.

Можно отметить следующие основные признаки АМСФК:

- объединение и взаимодополнение компетентностного и личностно ориентированного подходов к подготовке будущего специалиста;

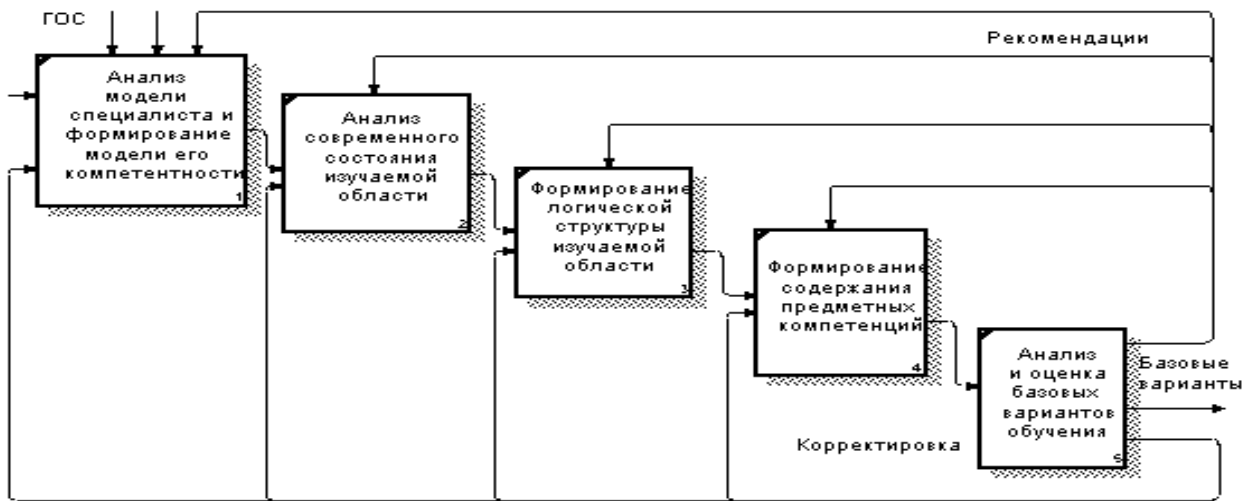


Рисунок 3 – Функциональная модель формирования базовых вариантов обучения

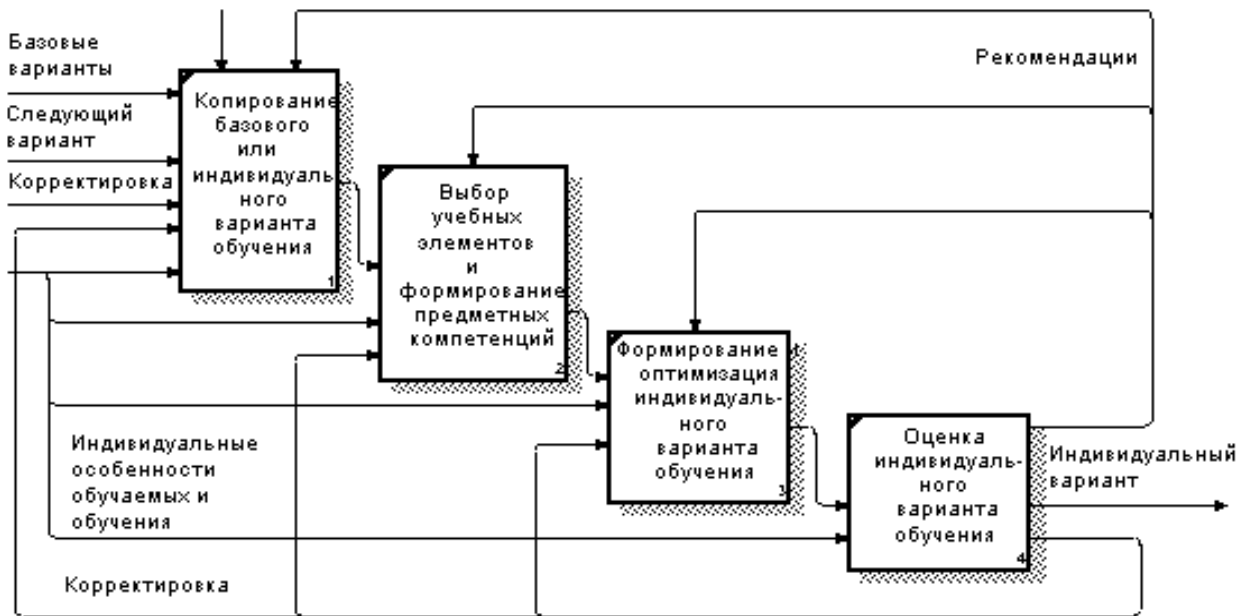


Рисунок 4 – Функциональная модель формирования индивидуального варианта обучения

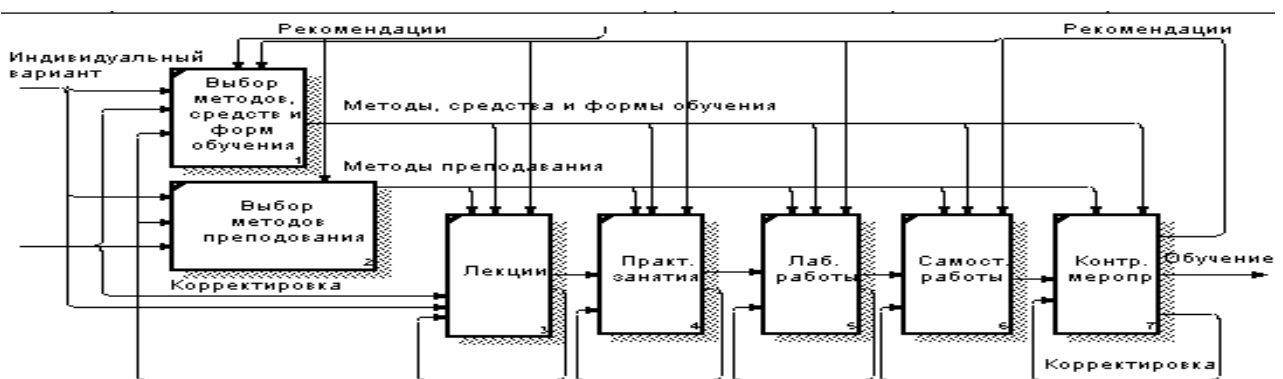


Рисунок 5 – Функциональная модель обучения и формирования компетентности

- информационной основой являются базовые (фундаментальные) варианты обучения, которые содержат максимальный объем учебно-методического материала;
- применение технологии автоматизированного визуального вариантно-ориентированного проектирования индивидуальных вариантов обучения из базовых или других вариантов обучения;
- наличие количественных показателей и методик оценки и математической модели оптимизации вариантов обучения.

Для дифференциации и оценки учебных элементов, вариантов и качества обучения в целом вводятся следующие основные показатели.

Уровни изучения учебных элементов, например, 1 – начальный (подготовительный), 2-основной (базовый, стандартный), 3 - углубленный (продвинутый, вариативный).

Условная цена учебного элемента – количественная оценка экспертами и работодателями (по десятибалльной системе) вероятности использования в практической работе полученных знаний, навыков и умений в результате изучения учебного элемента. Чем выше значение этого показателя, тем важнее для практической работы, получаемые обучаемым, после изучения учебного элемента, знания и умения. При оценке учебных элементов нужно учитывать и фактор учебного времени. Поэтому наравне с понятием условной цены автором вводятся следующие новые понятия (расчетные показатели), учитывающие учебное время и другие факторы.

Уровень учебной рентабельности – частное от деления условной цены на нормативное учебное время, затрачиваемое на изучение учебного элемента. Это понятие характеризует эффективность использования учебного времени с точки зрения получения новых знаний и навыков.

Потенциальная компетентность – произведение номера уровня изучения учебного элемента на значение его условной цены. Потенциальная компетентность является результатом обучения. Этот результат формируется из результатов изучения отдельных учебных элементов. Поэтому учебные элементы можно оценивать с точки зрения их значимости в формируемом процессе обучения как потенциальной возможности формирования компетентности будущего специалиста. Оценку этой значимости будем называть потенциальной компетентностью, формируемую учебным элементом. Логично предположить, что знания, получаемые на более высоких уровнях изучения, имеют большую ценность при формировании компетентности, так как они отражают их глубину (компетентный специалист имеет глубокие знания в некоторой области). Компетенцию в образовании можно рассматривать как составную часть компетентности, поэтому логично формулу расчета значения показателя оценки потенциальной компетентности распространить и на компетенцию.

Уровень потенциальной компетентности – частное от деления значения потенциальной компетентности на нормативное учебное время, затрачиваемое на изучение учебного элемента. Это понятие характеризует эффективность использования учебного времени с точки зрения получения потенциальной компетентности.

Существует еще около 60 производных показателей и итоговых рейтингов оценки вариантов обучения по самым различным критериям с целью формирования аналитических таблиц и оптимального варианта обучения.

Предлагается следующая модель оптимизации варианта обучения. Для изучения учебного элемента задается нормативное учебное время. В общем случае итоговое нормативное и планируемое учебное время по варианту не совпадают. Обычно планируемое время меньше нормативного. Это расхождение может быть устранено одним из следующих способов:

1. Фиксируется планируемое аудиторное учебное время, а учебное время для самостоятельной работы определяется как разность всего нормативного и планируемого аудиторного. Таким образом, сохранение нормативного времени обеспечивается за счет соответствующего изменения планируемого времени на самостоятельные работы.

2. Решается оптимизационная задача отбора наиболее ценных по критерию оптими-

зации учебных элементов (с учетом дидактических связей), при котором достигается максимальное значение целевой функции (обычно потенциальной компетентности или ее уровня) при плановых временных ограничениях. Для решения этой задачи может быть использован метод Гомори или эвристические алгоритмы, например: сортировка учебных элементов по убыванию критерия оптимизации и выбор первых наиболее ценных учебных элементов при условии соблюдения временных ограничений.

Автором предлагается следующая технология построения программы учебной дисциплины для базовых вариантов обучения с учетом требований работодателей на каждом этапе:

1. Формулируются принципы отбора и формирования содержания учебных дисциплин.

2. Производится анализ государственных образовательных стандартов (ГОС) подготовки специалистов с целью построения компетентностной модели специалиста, определения структуры профессиональных компетенций и блока профильных.

3. Анализируется современное состояние предметной области с целью построения графа науки.

4. Производится отбор из графа науки учебного материала с целью формирования содержания узкопрофессиональных компетенций без относительного распределения содержания учебного материала по конкретным учебным дисциплинам (формирование единого графа профессиональных компетенций на уровне дисциплин и тем).

5. Производится формирование из единого графа отдельных графов и содержания по каждой профильной учебной дисциплине с использованием метода функционального моделирования.

6. Далее, работа ведется с каждой учебной дисциплиной: темы декомпозируются, и формируется содержание дисциплин на уровне учебных элементов. Важно, что при формировании учебных элементов учитываются исходные профессиональные компетенции, заданные на уровне всей специальности. Таким образом, можно говорить о построении единой функциональной модели формирования профессиональных компетенций и соответствующего предметного содержания учебных дисциплин с учетом принципа межпредметной интеграции.

7. Для каждого учебного элемента определяется уровень изучения, условная цена и нормативное учебное время по видам занятий. Учебные элементы, тесты, демонстрационные примеры и контрольные задания загружаются в базу учебных модулей АМСФК. С помощью, автоматически формируемых аналитических таблиц производится отбор наиболее ценных по выбранным критериям (например, потенциальной компетентности и ее уровня) учебных элементов.

8. В автоматизированном и в визуальных режимах формируется базовый (фундаментальный, полный) вариант обучения, который, с точки зрения индивидуальных вариантов обучения, избыточен (по учебному времени в 2–4 раза). Эта избыточность устраняется в процессе формирования оптимального индивидуального варианта обучения. Описанная концепция реализована в автоматизированной обучающей системе «Вариант» (СУБД Access, SQL Server), которая имеет несколько уровней со своими меню.

Уровень «Студента» реализован в виде автономного универсального компетентно-адаптивного электронного учебно-методического комплекса (учебника, самоучителя) «Компас». Студент получает этот комплекс в базе данных, которой (с СУБД Access) содержится весь необходимый для обучения учебно-методический и дополнительный материал (тесты, примеры, контрольные и курсовые работы, экзаменационные вопросы, презентации и др.). Эта база формируется путем автоматического импортирования из общей базы данных нужных для студента индивидуальных вариантов обучения. Студент выбирает дисциплину и пункты варианта обучения по этой дисциплине. Для каждого учебного пункта студенту выводится учебный и контрольный материал для изучения и выполнения практических и любых других работ, предусмотренных учебными планами и программами. После

изучения студент самостоятельно тестируется. Варианты ответов в тесте и сами вопросы могут задаваться в виде объектов мультимедиа. Предусмотрено несколько типов анализаторов ответов - выбор одного или нескольких верных из списка предложенных или ввод ответа. Имеются средства шифрования, анализа и контроля тестов, сбора и статистической обработки результатов тестирования. По результатам тестирования студенту выводится содержание пунктов плохо усвоенного учебного материала для повторного изучения и т.д.

Для оперативности и эффективности формирования индивидуальных вариантов перед началом или по текущим результатам обучения студентов, особенно при дистанционном или заочном обучении, предлагается другая, более эффективная модель с использованием Интернета. Студенту передается на твердом носителе комплекс с базовыми вариантами обучения. Преподаватель перед обучением или по текущим результатам обучения студента готовит новые подварианты обучения. Эти подварианты, сохраняется у преподавателя для контроля студента. Далее, подварианты экспортируются в виде (пожеланию преподавателя) текстового файла, таблиц Excel или Access, документа HTML. Практически, этот файл содержит учебные программы новых вариантов (подвариантов) обучения. Учебные программы выставляются на сайте или передаются электронной почтой студенту. Объем этих учебных программ всего несколько десятков килобайт (они не содержат учебно-методических материалов и другой информации). Студент получает по почте или скачивает с сайта учебные программы на магнитный диск, запускает комплекс и специальной командой импортирует учебные программы и формирует варианты обучения с новыми, полученными от преподавателя, учебными программами, по которым он учится далее.

На уровне «Преподавателя» на основе ГОСов, требований работодателей и учебных планов по специальностям преподавателями создаются базовые учебные программы (в которых для каждого детального учебного элемента (пункта программы) указываются: учебное время по видам занятий, номер уровня изучения и условная цена) и базовые электронные УМК (учебные пособия, презентации, тесты, экзаменационные вопросы и др.), а из них в автоматизированном режиме формируются далее оптимальные индивидуальные рабочие программы и электронные УМК для отдельных студентов или группы для различных форм обучения. Для дополнительного анализа и оценки качества учебных программ и планов формируются аналитические таблицы. По результатам анализа можно скорректировать индивидуальный вариант обучения в нужном направлении. Учебные программы формируются автоматически (при этом, учебное время по видам занятий и учебным элементам автоматически перераспределяется за счет самостоятельной работы) и выводятся в виде документов. Автоматически формируются экзаменационные билеты по дисциплинам и государственного итогового комплексного экзамена.

На уровне «Кафедры» формируются учебные планы по специальностям. При необходимости могут формироваться индивидуальные учебные планы для отдельных студентов или групп студентов. В соответствии с учебными планами автоматически формируется учебная нагрузка по кафедрам и преподавателям.

На уровне «Деканата» создается база данных с данными об абитуриентах, студентах, группах, специальностях, преподавателях, подразделениях; производится зачисление абитуриентов; на основе учебных планов по специальностям формируются экзаменационные и аттестационные ведомости и листы, списки и экзаменационные листы для должников по успеваемости; сводные ведомости успеваемости; статистические и аналитические документы и их успеваемости (реализована балло-рейтинговая система оценки успеваемости студентов) и др. Результаты аттестаций и экзаменационных сессий вводятся в базу данных и корректируются оценки в сводной форме. Производится начисление стипендии. Все выдаваемые учебные документы и справки автоматически нумеруются и регистрируются в электронном журнале регистрации и выдачи документов и справок.

На уровнях «Учебно-методическое управление» и «Ректората» формируется итоговая аналитическая и справочная информация по подразделениям, специальностям, группам, студентам и целом по вузу. Комплекс «Вариант» является универсальной системой, на-

страиваемой на конкретные учебные заведения и подразделения через использование таблиц-справочников, имеет различные средства защиты от несанкционированного использования, включая шифрование и формирование подсистемы пользователя, которая создает иллюзию работы с оригинальной базой данных конкретного пользователя.

Использование разработанной системы дает возможность реализации практической подготовки специалистов в высших и средних учебных заведениях с учетом компетентно-адаптивного подхода и требований работодателей.

Полное описание и демонстрационную версию системы можно получить бесплатно по адресу: Plehev@Yandex.ru. Дальнейшее развитие системы производится в направлении расширения применения Интернет-технологий.

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В СИСТЕМЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Исаченко О.В.

*Московский педагогический государственный университет
г. Москва*

Главной особенностью развития образовательной сферы в условиях активного применения средств информационных технологий является внедрение адаптированных или специально спроектированных вычислительных систем в образовательный процесс [1]. Такие системы, используемые в рамках системы образования, получили название *автоматизированные обучающие системы* (АОС). Эти системы предназначены для представления информации обучающимся и проведения контрольных мероприятий. Отличием АОС от обычных систем тестирования заключается в том, что в процессе их диалога с пользователем происходит их адаптация под его особенности. В ходе работы системы накапливается информация о пользователе, которая позволяет судить об уровне его подготовки и таким образом, выполнять оценку уровня его знаний.

Применение АОС в учебном процессе позволяет:

- индивидуализировать обучение;
- интенсифицировать учебный процесс;
- адаптировать учебные курсы в соответствии с условиями обучения;
- повысить доступность образования;
- понизить объем нагрузки профессорско-преподавательского состава и пр.

Для создания перечисленных возможностей в структуре АОС предусматривают реализацию в ней моделей трех видов: модель предметной области, модель обучаемого, модель стратегии обучения [2]. На основе знаний, определяющих функционирование перечисленных моделей строится обобщенная структура обучающей системы (рисунок 1).

Выделяют три подхода, реализуемых с рамках управления обучением в АОС: *либеральный*, *консервативный* и *адаптивный*. При либеральном подходе обучаемый самостоятельно выбирает последовательность обучения. Консервативный связан с четко заданной последовательностью прохождения материала. Адаптивный подход позволяет реализовать наиболее эффективный механизм обучения, так происходит подстройка под уровень знаний обучаемого путем установления последовательности и интенсивности обучения.

Работа любой обучающей системы построена на основе анализа данных об уровне знаний студентов. Важное значение приобретает оценка этих знаний. Для реализации этой процедуры необходимо соблюсти иерархию задач контроля и оценки знаний, которая включает в себя пять ступеней, которые можно изобразить в виде перевернутой пирамиды и расположить в ней в соответствии с их значимостью и объемом (рисунок 2):

- 1) Проверка готовности учащихся к выполнению и усвоению новых знаний и умений.
- 2) Получение информации о характере познавательной деятельности учащихся, установление обратной связи.
- 3) Выявление трудностей, ошибок учащихся и причин их возникновения.
- 4) Определение эффективности организации, методов и средств обучения.
- 5) Определение данных для объективной оценки успеваемости учащихся.

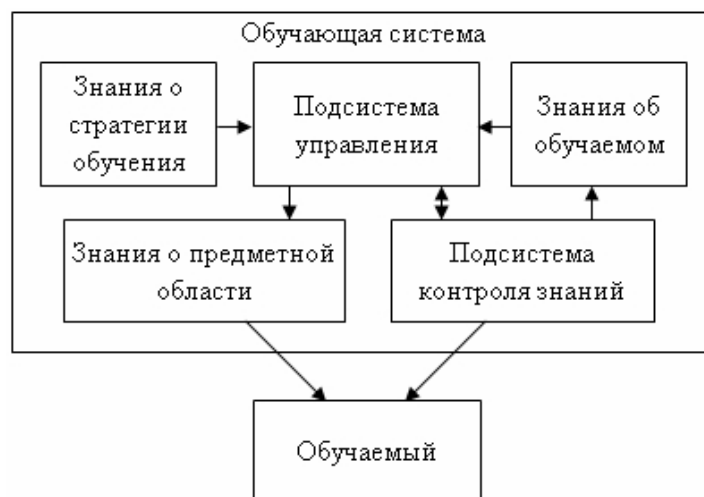


Рисунок 1 – Структура обучающей системы

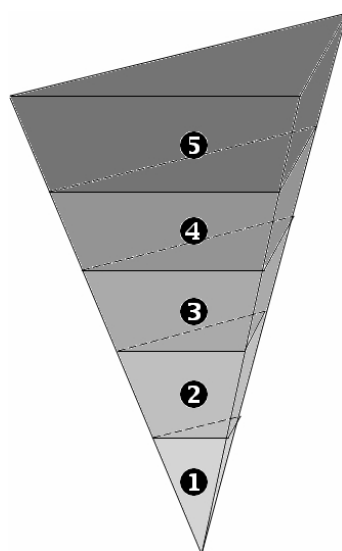


Рисунок 2 – Иерархия задач контроля и оценки знаний

Выполнение перечисленных задач осуществляется с использованием методов программированного обучения. Структура программных средств обучения, реализуемых на основе данных методов, включает следующие компоненты [3]:

- *ориентировочной основы действий* (ООД), содержащего текстово-графическое изложение теоретических основ некоторого раздела автоматизированного курса;
- *контрольно-диагностического*, контролирующего усвоение ООД и управляющего

обучением;

– *автоматизированного контроля знаний*, формирующего итоговую оценку знаний учащегося.

Одним из способов реализации программированного контроля является использование тестовых заданий, большинство из которых, в зависимости от формы требуемого ответа, можно подразделить на задания:

– *с выборочным ответом* (обучаемому предлагается выбрать один или несколько правильных из определенного числа альтернативных ответов);

– *с частично-конструируемым ответом* (обучаемый должен сформулировать ответ из предлагаемого набора элементов);

– *со свободно конструируемым ответом* (обучаемый самостоятельно формулирует ответ).

Основу технологии автоматизированного диагностирования составляет экспертная модель контролируемой области знаний. При этом главным принципом работы контролирующей системы является выполнение сравнительного анализа результатов оценки знаний учащегося с эталонными значениями [3].

Автоматизация контроля знаний включает реализацию трех основных процессов: *администрирования* (подготовка тестовых заданий и разработка модели знаний); *тестирования* (выборка определенного количества тестовых заданий с подачей их тестируемому); *интерпретации результатов* (ведение статистики по данным тестирования и диагностика знаний тестируемого) (рисунок 3). Каждый из этих процессов реализуется соответствующим блоком, входящим в единую тестовую оболочку системы автоматизированного контроля знаний.

Центральным элементом системы автоматизированного контроля знаний является тестовое пространство (*база данных тестовых заданий*). Разработка и наполнение необходимым набором тестовых заданий БД является одной из самых сложных задач. *Тестовое задание* (ТЗ) – это четкое и ясное предписание, требующее однозначно определяемого ответа или определенного алгоритма действий, которое в совокупности с ответом выражает соответствие знаний, умений, навыков испытуемого выбранным критериям.

Конечным этапом контроля знаний является оценка уровня усвоения. Как правило, для оценки уровня усвоения знаний и умений учащихся используется пятибалльная система: «5» – отлично, «4» – хорошо, «3» – посредственно, «2» – плохо, «1» – очень плохо.

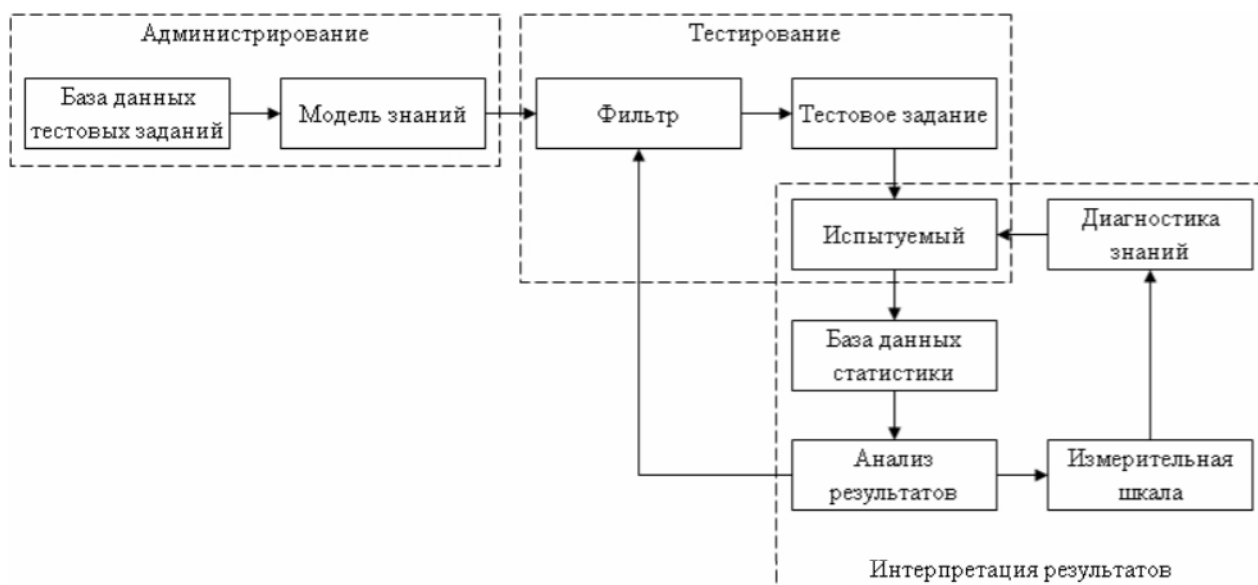


Рисунок 3 – Схема автоматизированного контроля знаний

Оценка за теоретические знания по результатам выполнения заданий 1-го и 2-го уровней усвоения выставляется путем определения соотношения правильно и неправильно выполненных этапов задания и последующего вычисления *коэффициента усвоения* (K):

$$K = \frac{n}{N},$$

где n – число правильных ответов; N – число вопросов, содержащихся в тексте задания.

Принято считать материал усвоенным на данном уровне, если $K > 0,7$. При $K = 0,9-1,0$ выставляется оценка «5», при $K = 0,8-0,9$ – «4», при $K = 0,7-0,8$ или равным $0,7$ – «3», при $K < 0,7$ – «2».

Для оценки практических умений и навыков в процессе профессионального обучения учащихся целесообразно использовать *количественные и качественные критерии*.

К количественным критериям можно отнести:

– *коэффициент овладения практическими умениями* (K_0):

$$K_0 = \frac{N_1}{N_2},$$

где N_1 – количество (число) правильно выполненных операций практического задания за определенное время; N_2 – количество (число) операций, предусмотренных практическим заданием.

Интервалы коэффициента овладения практическими умениями (K_0) адекватны коэффициенту усвоения теоретических знаний;

– *коэффициент производительности* (K_{np}):

$$K_{np} = \frac{W_1}{W_2},$$

где W_1 – выполненный объем работ (число операций в стандартизированную единицу времени); W_2 – установленный объем работ (в стандартизированную единицу времени);

– *коэффициент автоматизации умений* ($K_{авт}$):

$$K_{авт} = \frac{t_{учащ}}{t_{учит(спец)}},$$

где $t_{учащ}$ – время, установленное учащемуся для выполнения работ (с учетом поправочных коэффициентов); $t_{учит(спец)}$ – время, установленное преподавателю (специалисту) для выполнения работы.

Количественная оценка знаний позволяет определить по нескольким показателям результаты образовательной деятельности, оценить качество подготовки специалистов и как результат выполнять модификацию учебных курсов для повышения качества образовательного процесса.

Библиографический список

1. Исаченко О.В. Технические и программные средства информатизации. // Новые технологии в образовании: Материалы VII Международной научно-практической конференции (28 февраля 2011 г.): Сборник научных трудов / Под ред. д. пед. н. Г.Ф. Гребенщикова. – М.: Издательство «Спутник+», 2011. – С. 36 – 38.
2. Домрачев В.Г., Ретинская И.В. О классификации образовательных информационных технологий // Информационные технологии. – 1996. – № 2. – С. 10-13.
3. Могилев А.В. и др. Информатика. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 816 с.

КОМБИНИРОВАННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЙТИНГА АБИТУРИЕНТА

Бабичева Н.Б., Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современные регламентированные методы отбора абитуриентов, например, средний балл по ЕГЭ, отражают только опосредованную оценку способностей абитуриента. При этом не учитываются достижения абитуриента в научной и творческой областях довузовского периода обучения. Тем временем, руководством страны уделяется большое внимание данному вопросу, о чём свидетельствует, например [1]. Таким образом, становится актуальной задача разработки способа оценки довузовских достижений абитуриента.

Рейтинговая оценка – одна из немногих объективных мер, при помощи которой возможен отбор наилучшего кандидата по заранее заданным критериям. Применение рейтинговой оценки для отбора абитуриентов высшего учебного заведения позволяет зачислить в число студентов заведения наиболее активных и подготовленных для усвоения программ высшего профессионального образования. В настоящее время большинство вузов использует достаточно минималистичный подход – простое сложение баллов, полученных на вступительных испытаниях.

Существует множество методик расчета рейтинговой оценки абитуриента, но большинство из них строится на использовании балльной системы оценки. Однако данную систему оценки можно существенно расширить, если ввести в методику весовые коэффициенты или элементы аппарата нечеткой логики. Общепринятым стандартом является рейтинг с диапазоном баллов от 0 до 100 баллов.

Оценка способностей абитуриента при помощи балльного рейтинга проста в понимании, то есть имеется четкая градация баллов и четкие требования соответствия этой градации. Также к достоинству этого метода можно отнести простоту реализации в программном коде. Однако у этой методики имеется ряд недостатков: рейтинг можно изменять только в рамках всех специальностей; удаление или добавление какой-либо категории рейтинга влечет за собой необходимость перераспределения баллов для всего рейтинга в целом; проблематично выражение символьных градаций оценки (хорошо, средне, плохо) в численных значениях.

Способ оценки достижений абитуриента с использованием весовых коэффициентов обладает адаптивной структурой, позволяет учесть личностные характеристики абитуриентов, своевременно актуализировать значения коэффициентов. Но наличие большого числа весовых коэффициентов приводит к тому, что требуется некоторое время для их внесения в программную реализацию методики расчета рейтинга. У экспертной комиссии могут возникнуть проблемы с восприятием большого количества весовых коэффициентов, выраженных в числовой форме.

Расчет рейтинговой оценки абитуриента с использованием нечеткой логики позволяет оперировать нечеткими входными данными, использовать нечеткую формализацию критериев оценки и сравнения. Лингвистические переменные в целом легче воспринимаются ответственным персоналом, так как они основаны на естественном языке человеческого общения. Впрочем, имеется ряд недостатков этой методики: использование нечеткой логики может привести к снижению точности вычислений, что связано со сложностью перевода лингвистических переменных в числовую форму; входные и выходные величины, функции принадлежности, используемые в методике, достаточно субъективны.

Увеличить гибкость методики расчета рейтинга можно путем комбинирования двух подходов: с использованием нечеткой логики и с использованием весовых коэффициентов. Комбинированная методика позволит определять важность коэффициентов в терминах ес-

тественного языка, что удобно для экспертной комиссии. При этом весовые коэффициенты жестко заданы и легко формализуемы в программном коде.

При использовании методики с весовыми коэффициентами основная проблема возникает в случае необходимости изменения нормирующих показателей. Например, нормирующее значение для локального критерия «Участие в научно-практических конференциях, проводимых научными школами СибГИУ» принимается равным максимальному значению из количества конференций, в которых приняли участие абитуриенты. Если до определенного момента приёмной кампании соответствующий нормирующий показатель был равен 10, а позже появился абитуриент, у которого имеются документы об участии в 11 конференциях, то значения нормирующей величины должно быть изменено. В результате потребуется пересчёт рейтинга всех абитуриентов, подавших документы ранее. Во избежание подобной ситуации вводится свёртка количества вхождений довузовского события в один локальный критерий по важности каждого случая, и учитывается только наиболее важное. Иными словами, такой подход избавит от необходимости нормировать значения для категорий с несколькими возможными вхождениями, что, в свою очередь, приведёт к отсутствию необходимости пересчёта рейтинга, если нормирующий коэффициент изменится. При этом возможное комбинирование весовых коэффициентов применяется следующим образом: экспертная комиссия, используя лингвистические переменные, расставляет коэффициенты важности. Данная процедура может быть оформлена различными методами, например, в табличном виде (таблица 1).

Таблица 1 – Пример оформления процедуры распределения коэффициентов важности

Наименование локального критерия	Не важно	Почти важно	Более-менее важно	Весь-ма важно	Важно	Очень важно
1 Участие в олимпиаде «Интеллектуальный марафон»					✓	
2 Участие в спортивных мероприятиях		✓				
3 Участие в научно-практических конференциях, проводимых научными школами СибГИУ»				✓		
4 Наличие опубликованных научных работ						✓

Составление таких списков оправдано для каждого направления подготовки в отдельности, так как это позволит адаптировать рейтинг под нужды вуза для каждого направления.

Для описания важности локальных критериев использована в качестве основы характеристическая функция нечёткой истинности, предложенная Лотфи Заде [2], видоизменённая для определения степени важности:

$$\mu^{\text{важно}}(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u \leq a; \\ 2 \cdot \left(\frac{u-a}{1-a}\right)^2, & a \leq u \leq \frac{a+1}{2}; \\ 1 - 2 \cdot \left(\frac{u-1}{1-a}\right)^2, & \frac{a+1}{2} \leq u \leq 1; \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu^{\text{не важно}}(u) = (1-u), \quad u \in [0, 1], \quad (2)$$

где $a \in [0, 1]$ – параметр, определяющий носители нечётких множеств «важно» и «не важно».

Для нечёткого множества «важно» носителем будет интервал $(a, 1]$, а для нечеткого множества «не важно» – $[0, a)$. Установим вероятность вхождения во множество: $a=0,6$. Добавим квантификаторы «почти», «более-менее». Функции принадлежности для этих квантификаторов будут выглядеть следующим образом:

$$\mu^{\text{почти важно}}(u) = (\mu^{\text{важно}}(u))^{3/4}; \quad (3)$$

$$\mu^{\text{более – менее важно}}(u) = (\mu^{\text{важно}}(u))^{1/2}; \quad (4)$$

$$\mu^{\text{почти не важно}}(u) = (\mu^{\text{не важно}}(u))^2. \quad (5)$$

Расчёт локального критерия осуществляется при помощи весовых коэффициентов. Весь процесс расчёта рейтинга можно описать следующим алгоритмом:

– подготовительный этап: экспертной комиссией выставляется уровень важности для каждого события довузовской подготовки. А также определяются весовые коэффициенты для каждого локального критерия рейтинга в диапазоне от 0 до 1 ($[0; 1]$);

– первый этап: при подаче документов абитуриентом, исходя из определённых значений важности мероприятия, выбирается для каждого локального критерия только то событие, которое имеет максимальную важность из заявленных абитуриентом;

– второй этап: исходя из выбранного мероприятия, рассчитывается текущий локальный критерий;

– третий этап: когда рассчитаны все локальные критерии, производится расчёт интегральных критериев потенциалов, а затем рассчитывается общий рейтинг (суммированием интегральных критериев) абитуриента.

В настоящее время в университете продолжается по совершенствованию методик использования рейтингового оценивания поступающего при принятии решения о приёме абитуриента на первый курс. Представленная технология была успешно апробирована на практике при проведении приёмной кампании ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» в 2009 и 2010 годах.

Библиографический список

1. Поручение Президента РФ № 2736 от 31 августа 2011, п. 1а.
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.

СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКИХ ВУЗОВ

Нисс Ю.С., Киселева Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последние годы процесс формирования систем менеджмента качества (СМК) в отечественных вузах и оценка их эффективности получили особую актуальность в связи с вхождением России в мировое образовательное пространство. Если раньше наличие сертифицированной СМК было добровольным, то сейчас это один из необходимых критериев при аттестации вуза.

Эффективная СМК вуза как система мониторинга качества образования сама по себе обеспечивает объективную оценку и доверие к работе вуза, сокращая расходы на проведение внешнего аудита.

В основе создания такой системы лежит переход от функционального принципа управления к процессному подходу. Это означает не просто документирование процессов

управления вузом, а изменение самих основ управления, что на практике весьма сложно дается отечественным вузам.

Как объект управления качеством вуз имеет ряд особенностей. Наиболее значительные из них, на наш взгляд, следующие:

1) для вузов характерна достаточно сложная структура потребления. С одной стороны, это внутренние потребители в лице обучаемых, с другой – внешние потребители в лице производственных, образовательных систем, государства и общества в целом;

2) вуз представляет собой сложный комплекс, который декомпозируется на четыре составляющие, причем СМК должна охватывать все перечисленные элементы:

- педагогическую систему;
- научно-исследовательскую систему;
- инновационную систему;
- хозяйственную систему;
- социальную (или социокультурную) систему;

3) требования гуманизации, индивидуализации обучения, стремление в максимальной степени раскрыть личностный интеллектуальный и творческий потенциал обучаемых делают невозможным и нецелесообразным реализацию в полном объеме программно-целевого подхода к обучению.

Образовательный процесс не может быть полностью технологизирован, не может управляться по типу «управления по отклонениям» – это означает, что формирование качества всегда будет сопровождаться рядом неучтенных факторов; другими словами, будет в некоторой степени неуправляемым;

4) потребители образовательных услуг (студенты) являются активными участниками образовательной деятельности. В силу этого от их активности, мотивации, способностей и прилагаемых усилий во многом зависит качество конечного результата;

5) субъективная удовлетворенность обучаемых качеством образования не является единственным критерием для его оценки, как в других сферах оказания услуг;

6) объективная проверка качества подготовки выпускников осуществляется за рамками образовательной системы. Это обстоятельство предъявляет более жесткие требования к системе контроля формируемых знаний, навыков, умений и личностных качеств обучаемых на всех этапах обучения; что, в свою очередь, обуславливает высокую значимость методик самооценки;

7) в обеспечении качества образовательной услуги, больше чем где-либо, велика роль личностного фактора. Неоспорим тот факт, что два разных преподавателя, обучая один и тот же контингент учащихся, по одним и тем же учебным планам и программам, способны обеспечить различный, порой существенно различающийся, эффект. В плане управления качеством это должно учитываться при выборе принципов построения организационных структур, выборе средств, форм и стратегии управляющих воздействий.

Таким образом, при формировании внутривузовской системы качества возникает целый комплекс проблем – социальных, производственных, управленческих, психологических и т.д.

Быстрая и широкая разработка и внедрение СМК в вузах сдерживается также отсутствием единой методологии создания, адаптированной к российскому образовательному стандарту. Современные СМК отечественных образовательных учреждений, как правило, базируются на уже существующих документах и моделях. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Применение стандартов ИСО серии 9000 [1] в отечественных вузах уже давно стало массовым. Они определяют основные процессы организации, перечень необходимых документов СМК. Они применимы для предприятий любых отраслей и любых размеров, что, с одной стороны, является несомненным плюсом, а с другой – минусом, поскольку данные стандарты требуют адаптации к конкретной организации.

Деятельность вуза, как было сказано выше, имеет множество особенностей, и адап-

тирывать к ней стандарты ИСО 9000 непросто. Поэтому одних стандартов ИСО для построения модели менеджмента качества, как правило, недостаточно.

Стандарты Европейской ассоциации гарантии качества в высшем образовании [2] были разработаны в соответствии с решением Берлинской декларации. Они задают единый европейский формат к системам гарантии качества. В последнее время в Европе наметилась тенденция к вытеснению стандартов ИСО стандартами ENQA, особенно в сфере инженерного образования.

Эти стандарты не дают рекомендации о том, как обеспечить ресурсами учебный процесс, а помогают объективно и обоснованно оценить результаты образования и, тем самым, гарантировать его качественный уровень. Т.е. здесь делается акцент на гарантии качества, а не на его обеспечении (в отличие от стандартов ИСО) – вуз должен гарантировать, что образовательные ресурсы для организации процесса обучения и системы поддержки студентов являются достаточными и соответствуют требованиям и целям каждой реализуемой образовательной программы. Один из основных принципов этих стандартов заключается в том, что гарантия качества с целью отчетности должна быть полностью совместима с гарантией качества с целью совершенствования учебного процесса и улучшения СМК.

Можно сказать, что эти две группы стандартов являются основой для построения СМК вуза. Остальные документы и модели базируются либо на стандартах ИСО, либо на европейских стандартах, либо совмещают их требования.

Для выполнения Россией требований Европейских документов в области качества образования, стимулирования работы образовательного учреждения по созданию и внедрению систем качества с 2000 г. в России проводится конкурс «Внутривузовские системы обеспечения качества подготовки специалистов». Только в период 2000 – 2004 гг. в таких конкурсах приняли участие 139 вузов Российской Федерации.

Задачей конкурса Минобразования РФ является стимулирование вузов к проведению самооценки своей деятельности по критериям, отражающим современные подходы к управлению вузами на основе качества и совершенствования работы образовательного учреждения. Т.е. каждый вуз может сопоставить свою деятельность по обеспечению качества подготовки специалистов с идеальной моделью работы образовательного учреждения, изложенной в Руководстве для участников конкурса [3].

Эта модель согласована с существующими схемами и показателями аттестационной экспертизы, государственной аккредитации и самообследования вузов, расширяя и углубляя их в направлениях, влияющих на качество подготовки специалистов. Кроме того, анализ отзывов университетов о проведенной самооценке на основе этой модели убеждает, что использование данной методики дает университетам инструмент для совершенствования основных механизмов улучшения управленческой, научнообразовательной и социальной деятельности вуза.

Поскольку, как было сказано выше, единой методологии создания пока не существует, разработку внутривузовской СМК можно рассматривать и как серьезную научно-исследовательскую деятельность, в которой отдельные вузы уже преуспели. В качестве ярких примеров можно привести разработки Томского политехнического университета, Санкт-Петербургского государственного университета «ЛЭТИ», Таганрогского радиотехнического университета, Ивановского государственного энергетического университета – на сегодняшний день это вузы-лидеры в вопросах внедрения новых технологий управления качеством.

Примером для многих вузов являются разработки Санкт-Петербургского государственного университета «ЛЭТИ». Они основаны на анализе отечественного и зарубежного опыта в области качества образования, включая Россию, страны Европы, США и Австралию. В частности, университетом был проведен анализ показателей аттестационной экспертизы и государственной аккредитации, требований стандартов ИСО серии 9000 и сравнительное исследование различных моделей систем менеджмента качества вузов.

Типовая (базовая) модель, разработанная в 2003 году в «ЛЭТИ» [4], очень похожа на

Модель конкурса Минобразования РФ. Наиболее существенные отличия заключаются в следующем:

- 1) переупорядочены подкритерии первых четырех критериев;
- 2) все процессы вуза разбиваются на три группы:
 - процессы системы менеджмента качества, требуемые стандартом ИСО 9001-2008;
 - основные рабочие процессы вуза;
 - вспомогательные рабочие процессы вуза.

Каждая из этих групп конкретизирована с учетом специфики работы вуза, причем предполагается, что оценка уровня совершенства каждого из выделенных процессов производится отдельно.

- 3) для критерия 6 «Удовлетворенность потребителей» выделены основные группы потребителей работы вуза:
 - студенты и выпускники;
 - предприятия-работодатели;
 - государственные органы.

Многие авторы и группы авторов продолжают исследовать это направление и выпускают свои работы, основываясь на рассмотренных выше документах и моделях.

Например, базовая модель ЛЭТИ получила дальнейшее развитие в работах Д.В. Пузанкова и С.А. Степанова [5]. Они описали системную модель образовательного учреждения с точки зрения философии Всеобщего управления качеством TQM.

Авторы рассматривают образовательное учреждение как равноправного члена группы партнеров, объединенных общими интересами и представляющих определенную среду взаимодействия. К таким партнерам, наряду с поставщиками и потребителями, относятся также сотрудники, инвесторы и, наконец, общество в целом.

Философия управления образовательным учреждением определяет стратегию, политику и цели для высшего руководства организации. Она задает определяющие показатели для разработки системы управления и системы исполнения решений. В ходе рабочих процессов образовательного учреждения создаются все материальные и нематериальные активы, поэтому процессы необходимо рассматривать как центральный элемент всех подсистем организации, объединяющий все остальные части системы: сотрудников, деятельность, методы, средства труда и элементы организационной структуры.

Эффективность функционирования подсистем зависит в значительной степени от культуры организации, которая включает все существующие в учреждении убеждения, традиции и действующие правила, обеспечивающие единство организации и ее приспособленность к внешнему окружению.

Следующий автор, разработки которого в области описания моделей вузовских СМК широко известны, А.И. Субетто [6]. У него достаточно много работ, посвященных внутри-вузовскому управлению качеством, в которых он предлагает несколько вариантов структуризации качества вуза.

Система управления качеством, по мнению этого автора, должна организовываться по принципу дуальности, разделяясь на подсистемы управления функционированием и управления развитием [6].

Структура системы управления качеством при этом формируется как система взаимодействующих структур: организационной, функциональной, технологической, целевой, нормативной, документационной и информационной. Совместимость структур осуществляется через анализ «матриц совместимости».

Интересна модель, предлагаемая В.А. Полетаевым [7]. Он так же, как и А.И. Субетто, разбивает управление качеством на две части – управление качеством развития и управление качеством функционирования.

Отличием и, несомненно, достоинством этой модели является детальность и полнота рассмотрения аспектов образовательного процесса вуза.

Деятельность вуза автор модели оценивает по трем критериям: эффективность, качество (совокупность свойств, которая обуславливает его способность удовлетворять социальные потребности в формировании и развитии личности в аспектах его обученности, воспитанности, выраженности социальных, психических и физических свойств) и надежность (свойство системы удовлетворять цели применения в течение определенного промежутка времени). При этом надежность и качество выступают процессуальными критериями, а эффективность – результирующим.

Таким образом, сегодня нет готового решения и однозначного ответа на вопрос о том, как должна выглядеть система управления качеством образовательной деятельности. Ясно, что при разработке такой системы необходимо руководствоваться существующими стандартами, а также использовать достижения отечественных высших учебных заведений.

Формирование СМК вуза – процесс творческий, длительный, трудозатратный, связанный с решением ряда сложных задач. Однако только решив эти задачи вуз сможет соответствовать требованиям, предъявляемым сегодня к высшему образованию России.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2008. Система менеджмента качества. Требования. – Введ. 13.11.09. – М.: Стандартинформ, 2009. – 26 с.
2. European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA): Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area. – Helsinki: Pikseri Julkaisupalvelut, 2005. – 41 с.
3. Руководство для участников конкурса 2003 года «Внутривузовские системы обеспечения качества подготовки специалистов». М.: Министерство образования РФ, 2003. – 12 с.
4. Практические рекомендации по выбору типовой модели системы управления качеством образования для вузов и ссузов (проект). / Под ред. С.А. Степанова. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. – 101 с.
5. Пузанков Д. В. Совершенствование деятельности образовательных учреждений с позиций менеджмента качества / Д.В. Пузанков, С.А. Степанов // Вопросы образования. – 2004. – № 4. – С. 42 – 63.
6. Система управления качеством в вузе (модель) / Материалы X Симпозиума «Квалиметрия в образовании: методология и практика». Под науч. ред. д.т.н. Н.А. Селезневой, д.э.н. И.А. Субетто. Изд. 2-е. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2003. – 25 с.
7. Полетаев В. А. Управление качеством подготовки специалистов: учеб. пособие / В.А. Полетаев. Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2002. – 90 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСЛУГ УНИВЕРСИТЕТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Дмитриева О.В., Фрянов В.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время отечественные вузы функционируют в рыночных условиях, что предполагает постоянную ориентацию на окружающую среду. Принятие стратегических решений руководством университета, направленных на изменение номенклатуры оказываемых вузом образовательных и научно-исследовательских услуг, должно осуществляться с учетом политической, демографической и экономической ситуации в стране, регионе, городе. В этой связи, целесообразным является включение в функции управления университетом функции маркетингового управления. Данная функция может рассматриваться как со-

вокупность процессов, перечисленных ниже:

1. *Процесс изучения потенциально возможного набора услуг* может быть реализован с помощью следующей последовательности действий:

1.1. Определение потребностей рынка в образовательных и научно-исследовательских услугах и изучение предложений конкурентов. Наибольший интерес с точки зрения управления номенклатурой образовательных программ представляет изучение потребностей работодателей, как потенциальных потребителей образовательных услуг, и состояние рынка труда в городе, регионе. Изучение требований работодателей, предъявляемых при подборе кадров, возможно посредством проведения регулярного опроса или анкетирования заинтересованных лиц от работодателей. А изучение требуемого уровня теоретических знаний, практических навыков выпускников и готовности платить за обучение возможно осуществить путем опроса абитуриентов и их родителей. Также представляет интерес изучение мнений абитуриентов относительно привлекательности той или иной образовательной программы, что они ожидают получить от обучения в данном вузе. При исследовании потребностей рынка в научно-исследовательских услугах возможно воспользоваться изучением мнений специалистов предприятий относительно применимости различных направлений научных исследований, а также перспектив развития существующей техники и технологии. Для анализа предложений конкурентов возможно применение swot-анализа, который позволяет изучить сильные и слабые стороны конкурентов, рыночные возможности и угрозы в целях оценки конкурентоспособности университета и разработки стратегии конкурентной борьбы. Для более детального исследования конкурентов целесообразно осуществлять постоянный мониторинг внешней среды по следующим направлениям: перечень образовательных программ, ценовая политика, количество обучаемых, система рыночного продвижения услуг, количество и объем заказов на проведение научных исследований. Также целесообразно отслеживать кратко- и долгосрочные показатели положения на рынке конкурентов, вероятные стратегии конкурентов в ответ на новые услуги университета.

1.2. Оценка потенциального спроса на услуги. Проводится на основе анализа рыночной ситуации и перспектив ее изменения в будущем. На основании собранной информации о внешней среде (описания конкурентов и отслеживания динамики выпуска учащихся школами, профессиональными училищами и сузами, изучения потребностей предприятий в услугах научно-исследовательского характера) возможно определение емкости рынка по образовательным и научно-исследовательским услугам, а также составление плана набора на первый курс и прогноза количества заказов на проведение НИР.

1.3. Сбор информации по каждой программе реализации услуг. В настоящее время на рынке образовательных услуг наблюдаются значительные колебания спроса по видам образовательных программ, что обусловлено изменением социально-экономических условий в стране и быстроменяющимся рынком труда, на котором как появляются новые профессии, так и претерпевают изменения уже существующие специальности. В этой связи целесообразно непрерывное отслеживание текущих и перспективных потребностей рынка труда относительно привлекательности для работодателей различных специальностей. Поскольку результатом научно-исследовательской деятельности является выпуск на рынок интеллектуального продукта, то периодическое отслеживание появления на рынке новых интеллектуальных продуктов с детальным исследованием их отличительных особенностей, а также изучением существующих производственных проблем поможет сформировать представление о состоянии данного рынка и сделать выводы о возможных направлениях проведения научных исследований.

1.4. Определение перечня потенциально возможных для оказания университетом услуг. В настоящее время региональный рынок не способен принять всех выпускников с высшим образованием, что приводит к конкурентной борьбе между выпускниками за рабочие места. Следствием возникшей ситуации является более тщательный выбор со стороны абитуриентов вуза и будущей профессии. В этой связи перспективным является разработка

перечня специальностей, на представителей которых в ближайшие пять лет ожидается спрос на рынке труда.

2. Анализ возможности реализации каждой услуги.

2.1. Проверка соответствия услуг стратегии университета. Поскольку разработка стратегии образовательного учреждения тесно увязана с его политикой, ценностями и концепцией образа (образ образовательного учреждения – это то, как сам университет и оказываемые им услуги воспринимаются потребителями), то новые услуги, несовместимые с существующим образом университета могут быть отвергнуты рынком независимо от их реальных достоинств и преимуществ.

2.2. Определение потребности в ресурсах для реализации услуг. Для определения потребностей в ресурсах первоначально целесообразно рассчитать себестоимость оказания услуг. При оказании образовательных услуг необходимо определить нагрузку для педагогического персонала, потребность в оборудовании (лабораторном, компьютерном, мультимедийном и пр.), необходимом для осуществления образовательного процесса. При оказании научно-исследовательских услуг необходимо обосновать потребность в персонале, оборудовании и материалах.

2.3. Оценка технических возможностей для реализации услуги. При оказании образовательных услуг необходимо определить наличие соответствующего количества педагогического персонала, обеспеченности учебно-методическими материалами и наличие требуемой материально-технической базы. При оказании научно-исследовательских услуг необходимо определить наличие имеющейся материально-технической базы, а также научного персонала соответствующей численности и квалификации. В случае недостаточности имеющихся ресурсов необходимо определить требуемые вложения в ресурсы и наличие собственных финансовых средств.

2.4. Расчет ожидаемых финансовых потоков от оказания услуг. При определении ожидаемых финансовых потоков целесообразно ежемесячно рассчитать на основании предполагаемого объема продаж и ожидаемой цены на услуги выручку от реализации услуг.

2.5. Отсев нецелесообразных для реализации услуг. Значимыми критериями при отсеивании нецелесообразных для реализации образовательных услуг должно учитываться наличие рыночного спроса и ожидаемая доходность услуги. Поскольку на рынке труда существует жесткая конкуренция за рабочие места, т.е. региональный рынок не готов принять существующее количество специалистов, то нет смысла осуществлять набор на образовательные программы, не пользующиеся спросом на рынке. При оценке доходности образовательных услуг необходимо ориентироваться на ожидаемый уровень маржинальной прибыли по каждой образовательной программе. В отношении научно-исследовательских услуг можно выделить следующие критерии: новизна, практическая применимость и коммерческая реализуемость.

Осуществление отсева нецелесообразных для реализации услуг возможно производить по следующей схеме:

– исходные данные представить в виде матрицы p_{ij} , в которой по строкам записаны номера услуг ($i = 1, n$), а по столбцам номера показателей ($j = 1, m$);

– по каждому показателю определить эталонное значение и занести в столбец эталонной услуги ($n + 1$);

– исходные показатели матрицы p_{ij} по каждой услуге сопоставить с соответствующим показателем эталонной услуги по формуле:

$$d_{ij} = \frac{p_{ij}}{\max_i p_{ij}}. \quad (1)$$

где d_{ij} – приведенные показатели состояния i -той услуги.

– для каждой анализируемой услуги определить значение ее рейтинговой оценки по формуле:

$$R_i = \sqrt{(1 - d_{i1})^2 + (1 - d_{i2})^2 + \dots + (1 - d_{im})^2}. \quad (2)$$

где R_i – рейтинговая оценка для i -той услуги.

– услуги ранжируются по результатам рейтинговой оценки в порядке возрастания R_i . Услуги с наибольшим значением R_i являются наименее привлекательными для реализации. Рейтинговую оценку следует проводить отдельно для образовательных и научно-исследовательских услуг.

3. Формирование портфеля услуг.

Положим, существует множество всевозможных образовательных и научно-исследовательских услуг $U = 1, n$. Обозначим через $u \subseteq U$ подмножество образовательных и научно-исследовательских услуг, реализуемых университетом, т.е. так называемый портфель услуг. Будем считать, что в портфель услуг входят взаимонезависимые услуги. Каждый возможный портфель услуг можно оценить по критериям m , принадлежащим множеству критериев K . Тогда оценку портфеля u по критерию j можно представить как $o_j(u)$, $j \in K$, причем $K = 1, m$. Поскольку суммарный эффект от формирования портфеля услуг университета заключается в одновременном достижении наилучших экономических и социальных результатов.

Отметим, что функция оценки эффекта от портфеля услуг университета принимает только положительные значения $o_j(u) \rightarrow \mathfrak{R}_1^+$, т.е. пространство \mathfrak{R}_1^+ представляет введенный набор критериев и отображает в это пространство любой портфель услуг вуза. Исходя из целей университета можно определить наиболее предпочтительное движение в пространстве \mathfrak{R}_m^+ . Цель университета опишем функцией $F(o)$, где $o = o_1, o_m$ – вектор оценок. Функция $f(o)$ монотонно возрастает по всем переменным, поскольку университет заинтересован в улучшении оценок по всем критериям.

Введем множество ограничений $S = 1, r$, тогда формирование портфеля услуг университета осуществляется с учетом ограничений $s_r(u)$, $r \in S$.

Если в качестве эффективности системы принять эффективность по Парето, то в общем виде постановку задачи можно записать как:

$$\begin{cases} f(o_1(u), o_2(u), \dots, o_m(u)) \rightarrow \max, \\ u \subseteq U, \\ s_r(u) \geq 0, r \in S. \end{cases} \quad (3)$$

Можно описать суммарный эффект от формирования портфеля услуг вуза тремя переменными: увеличение прибыли, снижение затрат и уменьшение потребности предприятий и организаций региона в специалистах. Поскольку материальные, временные и пространственные ресурсы университета ограничены, то необходимо осуществить формирование оптимального портфеля услуг, который бы максимизировал целевую функцию. В качестве целевой функции можно взять максимально возможное получение маржинальной прибыли от набора оказываемых услуг. Целевую функцию можно представить в виде:

$$f(u) = \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{мар } i} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где $\Pi_{\text{мар } i}$ – маржинальная прибыль от оказания i -той услуги.

Выделим ряд ограничений, которые необходимо учитывать при формировании портфеля услуг университета. Первое ограничение сформулируем, исходя из спроса на рынке на услуги вуза (к примеру, для образовательных услуг – на выпускников определенных специальностей, для научно-исследовательских услуг – на научно-технические разработки). Обозначим спрос на i -тую услугу на рынке через Sc_i , за K обозначим пропускную способность университета в определенный период времени по оказанию образовательных и научно-исследовательских услуг. Тогда первое ограничение имеет вид: $K \leq Sc_i$.

Следует отметить, что в случае с оказанием университетом образовательных услуг особое значение имеет наличие желающих обучаться по i -той образовательной программе.

Обозначим спрос со стороны абитуриентов на i -тую образовательную услугу Sy_i , тогда первое ограничение будет иметь вид $Sy_i \geq K \leq Sc_i$.

В силу ограниченности материальных ресурсов университета при формировании второго ограничения будем исходить из того, что затраты на оказание i -той услуги должны быть меньше либо равны доходам, полученным от оказания данной услуги, т.е. $C_{пр i} \leq ВРП_i$. Поскольку помимо прямых затрат на оказание услуг вуза имеются еще и накладные расходы, то сумма всех затрат университета по всем услугам портфеля услуг не должна превышать совокупность доходов университета по всем оказываемым услугам. Тогда третье ограничение имеет вид:

$$\sum_{i=1}^n C_{пр i} + C_{нк} \leq \sum_{i=1}^n ВРП_i. \quad (5)$$

Таким образом, представим систему ограничений в виде:

$$\begin{cases} u \subseteq U; \\ Sy_i \geq K \leq Sc_i; \\ C_{пр i} \leq ВРП_i; \\ \sum_{i=1}^n C_{пр i} + C_{нк} \leq \sum_{i=1}^n ВРП_i. \end{cases} \quad (6)$$

Итак, поставленная задача сводится к нахождению множества независимых услуг, максимизирующих целевую функцию при заданном ресурсном ограничении. Решение такой задачи можно свести к так называемой «задаче о ранце».

4. Оказание услуг и контроль.

4.1. Претворение в жизнь программ реализации образовательных и научно-исследовательских услуг.

4.2. Контроль за ходом оказания услуг. При контроле за ходом оказания услуг особое значение приобретает формирование обратной связи между всеми предыдущими процессами в силу необходимости своевременного реагирования на отклонения от намеченных планов. Также следует учитывать необходимость динамического формирования портфеля услуг, т.е. постоянного пересмотра портфеля при изменении рыночной ситуации.

4.3. Контроль за качеством оказания услуг.

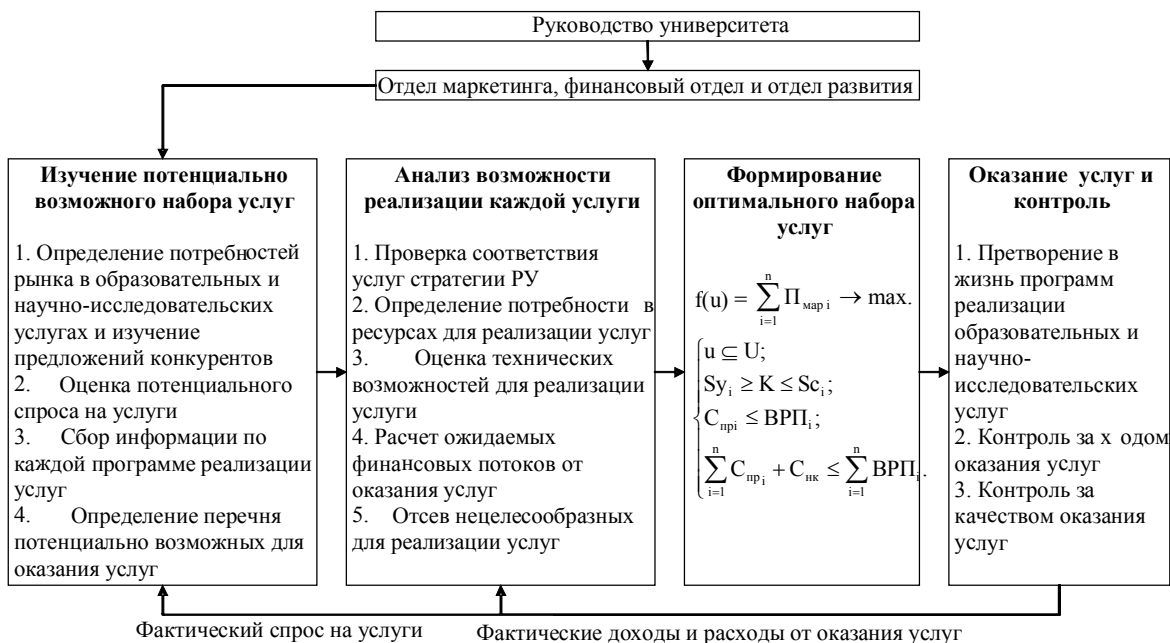


Рисунок 1 – Процедура формирования портфеля услуг университета

Процедура формирования портфеля услуг регионального университета приведена на рисунке. Отметим, что предложенная процедура представляет собой циклический процесс выбора и формирования эффективного по Парето портфеля услуг. Реализация функции маркетингового управления, включающей процедуру формирования портфеля услуг в деятельности университета, является эффективным методом управления, который позволяет оперативно реагировать на изменения окружающей среды и достигать стратегические цели регионального университета.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИНТЕЗА УНИВЕРСИТЕТСКИХ РАСПИСАНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА СОГЛАСОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Кулаков С.М., Бондарь Н.Ф., Добрынин А.С.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Как было показано в работе [8], для решения задач составления расписаний в сложных, социально – экономических и организационных системах целесообразно применять элементы теории организационных систем [3 – 6]. В рамках предлагаемой методики синтеза используется трехуровневая система, описанная в [8], основным преимуществом которой перед известными аналогами является подход к синтезу, основанный на применении идеи открытого (согласованного управления).

Параметры учебного процесса определяются требованиями к уровню подготовки выпускников, их квалификации, характером и структурой учебных планов, государственными стандартами и формами обучения. Деятельность учебных заведений осуществляется в рамках организационных структур, реализующих разнообразные технологии обучения и исследования, а также функции управления на различных уровнях административной иерархии.

Рассматриваемая задача синтеза общеузовских учебных расписаний, предполагает реализацию методики синтеза в рамках трехуровневой активной системы [7], с использованием промежуточных центров (уровень кафедр), формирующих локальные фрагменты (компоненты) общеузовского расписания; с применением механизма согласования потребностей агентов (преподавателей; студенческих групп) и элементов прототипного подхода [1], когда реализованные ранее высококачественные расписания могут быть перенесены на новый интервал планирования с учетом некоторых изменений (предполагается, что потребности основных агентов относительно постоянны на сменных интервалах планирования). Центр верхнего уровня (уровень административного управления), в задачи которого входит формирование общеузовского расписания на основе локальных фрагментов, решает задачу согласования и устранения коллизий кафедральных расписаний. Обобщенно, предлагаемый подход к синтезу проиллюстрирован на рисунке 1.

В состав этой организационной системы входят кафедры, преподаватели и студенческие группы (далее называемые обобщенно – агенты **A**), которые, в процессе своего взаимодействия проходят периодические фазы учебного процесса.

Реализация принципа согласованного управления для предлагаемого подхода заключается в использовании целевых функций агентов, отражающих интересы последних в организационной системе, и разработке методики устранения коллизий на различных уровнях принятия решений.

При этом агент может надеяться, что его личные потребности (пожелания) будут соответствующим образом учтены при реализации графика учебных работ (формирования учебного расписания с учетом пожеланий множества субъектов учебного процесса). Допус-

тимостью существования конкретного варианта учебного расписания определяется выполнением для этого варианта всех «жестких ограничений» (hard constraints), которые требуют безусловного выполнения. В предлагаемом подходе критериями оптимальности полученного решения являются целевые функции агентов, участников учебного процесса. Каждый критерий, абстрактно, отражает «меру субъективизма» конкретного агента, при оценке оптимальности с его точки зрения, расписания. Пример записи целевой функции агента представлен в виде следующего выражения:

$$f_a = \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T Mr_{t, n \in A}[d \in D, t \in T] \cdot \gamma_{d,t}^n \quad (1)$$

где $Mr_{t, n \in A}[d \in D, t \in T]$ – матрица потребностей агентов, $\gamma_{d,t}^n$ – логическая переменная [0,1] определяющая участие агента в день d , на учебном интервале времени t .

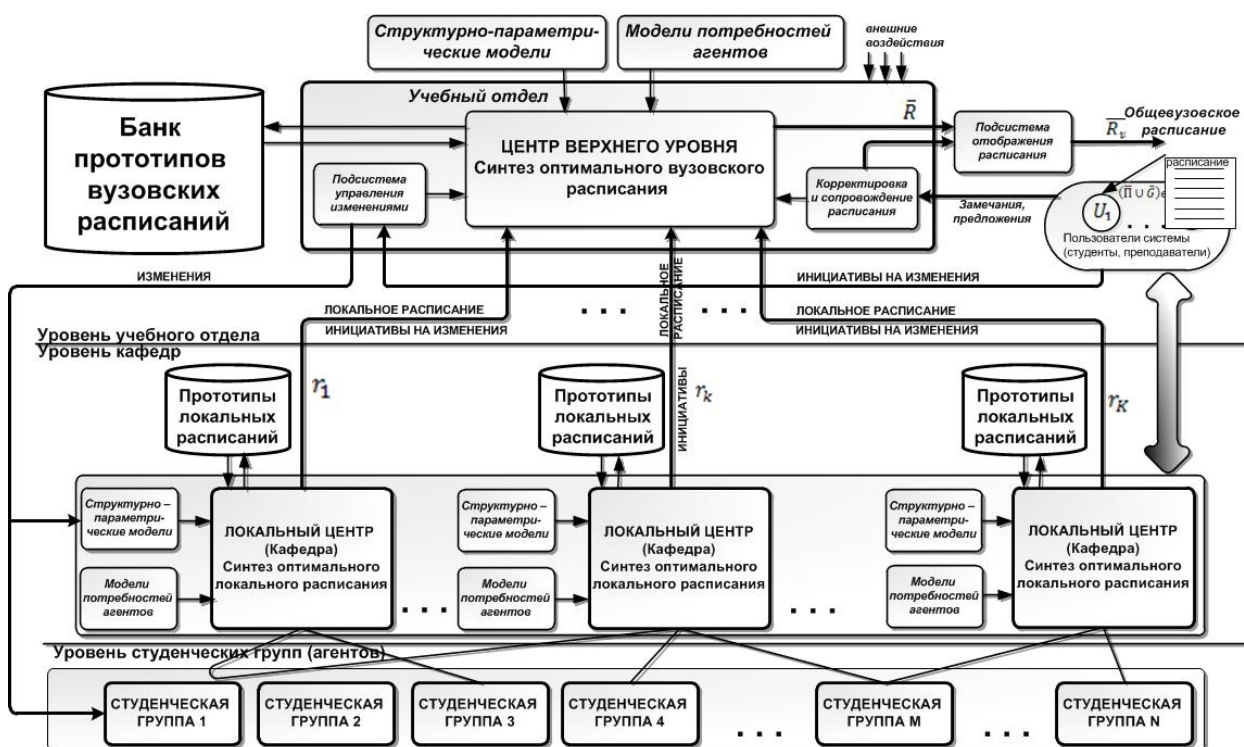


Рисунок 1 – Структура многоуровневой активной системы синтеза общевузовского расписания

Обобщенно, предлагаемая методика синтеза общевузовского расписания состоит из двух этапов:

Синтез фрагментов общекафедральных (локальных) расписаний – сведений к составлению вузовского расписания;

Синтез единого общевузовского расписания;

Фактически, процедура синтеза общевузовского расписания включает в себя построение множества локальных расписаний (сведений) и объединение этих фрагментов в одно целое, таким образом, чтобы полное расписание удовлетворяло всем дидактическим и методическим принципам проведения учебных работ. В разработанной методике синтеза общеуниверситетского расписания нашли отражение следующие ключевые идеи, которые объединили принципы прототипного подхода, многокритериальной оптимизации, управления изменениями и способы устранения коллизий:

– система функционирует на двух уровнях, общекафедральном и общевузовском, существуют объекты, используемые на обоих уровнях, как по отдельности, так и совместно;

– потребности некоторых агентов могут изменяться достаточно существенно при переходе к новому интервалу планирования, потребности других агентов, наоборот, могут не изменяться в течение длительного временного периода (нескольких лет);

– не имеет смысла решать подзадачу оптимизации расписания для отдельных агентов при наличии ранее реализованных высококачественных прототипов учебных расписаний для этих агентов; целесообразно построить процедуру переноса этих частных агентских расписаний на планируемый период;

– в рамках реализации оптимизационных процедур нельзя опираться только на прототипный подход, поскольку университет – это динамичная структура, в которой постоянно происходят изменения, приходят новые работники и студенты, изменяются правила и принципы организации учебного процесса; необходимо включить в систему синтеза расписаний подсистему управления изменениями;

– имеет смысл использовать процедуры «частичной оптимизации» для агентов, которые изменяют свои предпочтения достаточно часто (от семестра к семестру) или для новых сотрудников;

– хранение и анализ предыстории потребностей агентов позволяет выявить ситуации, в которых необходима оптимизация, а также ситуации, когда вполне достаточно использовать проверенные удачные прототипы;

– оригинальная методика синтеза локального расписания должна как использовать прототипный подход, так и обходиться без него, в зависимости от начальных условий и потребностей агентов;

– все ресурсы целесообразно разделить на два основных класса – локальные ресурсы, которые принадлежат определенным кафедрам и используются только для синтеза проектов локальных расписаний ПЛР, и общеузовские ресурсы, к которым могут иметь конкурентный доступ все агенты (преподаватели; студенческие группы);

– для устранения коллизий, возникающих на 1-ом или 2-ом уровнях целесообразно применять списки ограничений (constraints lists), которые закрепляют ресурсы за агентами, имеющими более приоритетное право доступа на ресурс, за каждым агентом закрепляется персональный СКД (список контроля доступа), который позволяет отследить уровень прав, на доступ к ресурсу, если на него претендует сразу несколько агентов или локальных центров.

Обобщая перечисленные выше идеи, можно сделать вывод о том, что методика синтеза университетских расписаний должна обладать значительной гибкостью, и предусматривать множество вариантов реализации, с опорой на определенные аспекты синтеза. Одной из главнейших задач синтеза общеузовского расписания, является выделение ситуаций, в которых необходимо использовать прототипный подход, и ситуаций в каких следует применять стандартный подход многокритериальной оптимизации. В рамках разрабатываемой системы данная задача решается с помощью правил актуализации прототипов учебных расписаний, которые определяют, возможно ли в данной ситуации использовать прототипный подход или нет. Суть распознавания ситуации заключается в ретроспективном анализе структуры потребностей агентов на прошлых интервалах планирования, и использование ранее реализованных прототипов учебных расписаний в том случае, когда структура потребностей существенно не изменилась. Для этой цели введен коэффициент соответствия потребностей, который определяет возможность применения прототипного подхода для конкретного агента, в том случае, если сформированные ранее расписания его полностью удовлетворяют. Для актуализации прототипов в системе используется способ, в котором применяются механизмы высокоуровневых языковых средств, таких как XML, что позволяет, опираясь на шаблоны потребностей прошлых лет определить степень изменения структуры потребностей на новом интервале планирования и рассчитать коэффициент соответствия потребностей.

Важной задачей синтеза общеуниверситетского расписания является задача устранения коллизий, возникающих на всех уровнях. Для разрешения коллизий предлагается ис-

пользовать рейтинговую модель агентов. В зависимости от рейтинга агента-преподавателя (количества научных публикаций, суммарного количества часов по учебной работе, занимаемой основной должности и стажа работы) формируется его роль, фиксируемая в списке контроля доступа – СКД. Высокая роль позволяет получить наивысший приоритет в среде конкурентного доступа к ресурсам. Данная задача решается с помощью использования локального списка ограничений ЛСО, в который заносятся объекты и агенты, с наивысшим уровнем доступа по СКД. Таким образом, в среде конкурентного доступа к ресурсу преимущественное право доступа получает тот агент, суммарный показатель доступа по СКД которого выше, чем у других агентов, зарегистрированных в системе. Устранение коллизий на уровне синтеза общевузовского расписания достигается за счет использования глобального списка ограничений ГСО, который распространяется на все кафедры. Таким образом, доступ к ресурсам, описанным в ГСО ограничен для агентов с меньшим рейтингом.

Разработанная методика синтеза функционирует по модульному принципу и использует технологии высокоуровневых языковых средств, функционирующих в рамках технологической платформы .NET Framework 4.0, которая включает большое количество библиотек в составе общей системы и типов, общезыковую исполняющую среду используемую для запуска любых приложений в рамках .NET Framework. Все алгоритмы реализованы программно в инструментальной среде MS Visual Studio 2010 и MS SQL Server 2008 на базе объектно – ориентированной методологии разработки и современного языка программирования C#. Взаимодействие основных компонентов системы, обобщенно, представлено на рисунке 2.

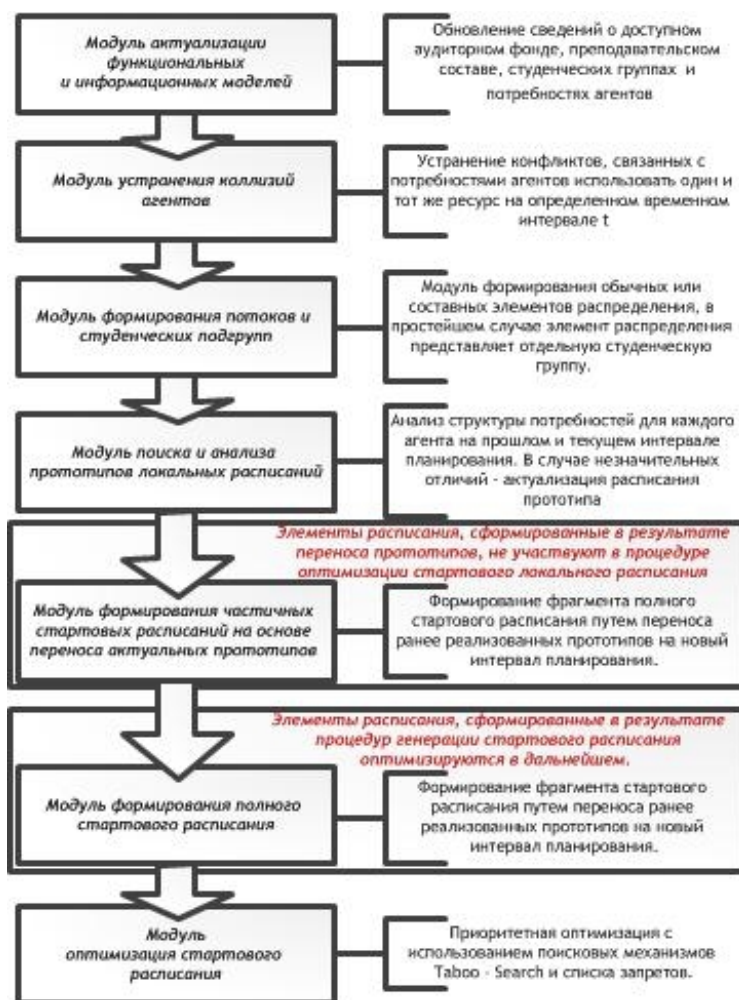


Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема синтеза общевузовского расписания

Вся необходимая информация для работы системы синтеза общеузовского расписания хранится в базе данных MS SQL Server 2008, которая включает в себя подсистему авторизации пользователей и подсистему хранения данных и синтеза общеузовских расписаний. Реляционная модель данных включает в себя порядка 30 таблиц различного значения, более сотни функций, хранимых процедур и триггеров для обработки данных.

Система позволяет реализовать многовариантный синтез университетских расписаний, так как она достаточно универсальна и охватывает большинство ситуаций. Предлагаемая техническая структура взаимодействия программных компонентов GRID - системы базируется на технологии распределенных web – сервисов, развернутых в корпоративной сети или поверх публичных сетей (Internet), позволяет эффективно функционировать на различных программных и аппаратных платформах, независимо от сетевого программного обеспечения и используемых сетевых протоколов и служб.

Библиографический список

1. Кулаков С.М., Криволапова Л.И., Добрынин А.С. О прототипном подходе к синтезу вузовских расписаний. Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Материалы 7 – й Всероссийской научно – практической конференции – Новокузнецк, СибГИУ, 2007, с. 321-324.
2. Маслов М.Г. Разработка моделей и алгоритмов составления расписаний в системах административно - организационного управления /Маслов М.Г. АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: Москва: 2004.-26с.
3. Галузин К.С. Математическая модель оптимального учебного расписания с учетом нечетких предпочтений / Галузин К.С. - АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата физико – математических наук. Пермь: 2004.-26с.
4. Бардадым В. А. Исследование оптимизационных задач, связанных с составлением расписаний учебных занятий /Бардадым В.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук, Киев: 1991. -26с.
5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами /Новиков Д.А. Москва: МПСИ, 2005. - 584с.
6. Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах /Новиков Д.А. Москва: Синтег, 2003.-312с.
7. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем /Бурков В.Н. Москва: Наука, 1977.-255с.
8. Кулаков С.М. Синтез организационной структуры системы управления персоналом крупного предприятия / Кулаков С.М., Петров Е.В., Бондарь Н.Ф. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2006, № 8, - с.40-45.
9. Добрынин А.С. В кн.: Математические методы в технике и технологиях: Труды XX международной научной конференции. Ярославль: изд. ЯГТУ, 2007, с. 226 – 227.

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

Новокрецин Б.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Система профессионального образования в силу ряда исторически обусловленных причин в последние десятилетия все больше отрывается от реальной экономики и не способна в конечном счете обеспечить гарантированное трудоустройство выпускников. Чрезмерная обособленность, замкнутость системы обусловлена в значительной степени ее слабыми информационными, деловыми и творческими связями с социально-экономической средой, отсутствием эффективной технологической платформы для поддержки этих связей, хотя быстрое развитие современных телекоммуникаций создает необходимые для этого ус-

ловия, возможности и предпосылки.

Среди прочих механизмов поддержки взаимодействия системы в целом и отдельных вузов и их структурных подразделений, студенческих групп и преподавателей с внешним миром и конкретными деловыми партнерами особый практический интерес представляют социальные сети, получившие в последние годы широкое распространение и все более активно используемые Internet-сообществом для разных целей (для досуга и не только). Большинство студентов в настоящее время прочно и надолго обосновалась в социальных сетях, создавая там свои «виртуальные представительства», наполняемые информацией разного рода и используемые для расширения круга общения, самопрезентации, обмена опытом и прочего. Совокупный информационный потенциал социальных сетей быстро растет, приобретая все большую ценность и значение для развития цивилизации.

По данным экспертов осенью 2010 г. в России насчитывалось 46,5 млн. активных пользователей Internet (кто выходил в Сеть хотя бы раз за месяц), еженедельная аудитория Рунета составляла 42,2 млн. человек, а ежедневная – 31,9 млн. Две третьих этой аудитории – люди в возрасте до 34 лет. За последние десять лет число российских пользователей Internet выросло почти в 20 раз (таблица 1) и продолжает неуклонно увеличиваться благодаря расширению состава технологических сервисов и полезных информационных ресурсов. Для сравнения: в Германии и Англии Internet используют более 80 % населения страны против лишь 42 % в России и это позволяет оценить перспективы роста российского сегмента.

Таблица 1 – Статистика развития российского Internet-сообщества

Год	Пользователи	Население	Популярность, %
2000	3,100,000	145,149,035	2,1
2007	29,400,000	141,377,752	20,8
2008	38,000,000	140,702,094	27,0
2009	45,250,000	140,041,247	32,3
2010	59,700,000	139,390,205	42,8

Вместе с увеличением численности пользователей быстро растет телетрафик Internet. В III квартале 2010 года по мировой статистике каждый пользователь широкополосного доступа в среднем генерировал 14,9 гигабайт интернет-трафика в месяц. По итогам 2010 года среднемесячный трафик передачи данных составил 20,4 эксабайт в месяц. При этом основная доля трафика (81 %) приходится на электронную коммерцию (сегмент «бизнес-покупатели»). Российские же пользователи за 9 месяцев 2010 года «прокачали» 6,1 эксабайт (6,1 триллиона мегабайт) данных, что в 2,1 раза больше показателя по итогам всего 2009 года. [1]

Главным ограничением в России является пропускная способность каналов связи, препятствующая успешному использованию повсеместно «тяжелого контента» (видео, аудио, графика), однако развитие широкополосных каналов со временем должно устранить этот недостаток. В целом же можно полагать, что к настоящему времени в России сложилась вполне зрелая телекоммуникационная платформа для построения систем разного назначения с охватом широких слоев населения новыми видами услуг, включая образовательные. Ряд таких систем давно созданы и активно используются бизнес-структурами, но есть немало прецедентов успешных Internet-проектов других социальных институтов.

Особый резонанс в развитии массовых телекоммуникаций вызвало появление в Internet социальных сетей, начало которым было заложено в 1995 году вводом в действие портала Classmates.com (его «клоном» является популярная сеть «Одноклассники»). Проект оказался весьма успешным, что в следующие несколько лет спровоцировало появление не одного десятка аналогичных сервисов. Но началом бума социальных сетей принято считать 2003 – 2004 годы, когда были запущены LinkedIn, MySpace и Facebook. LinkedIn создавалась с целью установления и поддержки деловых контактов, тогда как MySpace и Facebook

в основном предназначены для удовлетворения потребности в самовыражении, что является высшей потребностью человека (о чем гласит «пирамида» Маслоу и др.).

Термин же «социальные сети» был введен в 1954 году социологом из Манчестерской школы Джеймсом Барнсом в работе «Классы и собрания в норвежском островном приходе», вошедшей в сборник «Человеческие отношения». Во второй половине XX века понятие «социальная сеть» стало популярным у западных исследователей и общеупотребительным в английском языке, а со временем в качестве узлов социальных сетей стали рассматривать не только людей как представителей социума, но и любых других авторов, которые могут иметь социальные связи, например города, страны и т.п.

Социальная сеть Internet представляет собой обычно многопользовательский Web-сайт (портал), который наполняется с помощью заложенных в сайте сервисных средств тем или иным содержимым самими участниками, которые объединены общими интересами. К ним относятся, в частности, тематические отраслевые и иные форумы и блоги, которые активно развиваются в последние годы. Одна из характерных особенностей социальных сетей наличие категорий «друзей» и «групп». Различаются открытые и закрытые социальные сети.

Кроме этих социальных сетей имеются следующие типы ресурсов в формате Web 2.0:

- Социальные закладки (social bookmarking) – веб-сайты позволяют пользователям предоставлять в распоряжение других список закладок или веб-сайтов (например, Delicious).

- Социальные каталоги (social cataloging) ориентированы на академическую сферу, позволяя пользователям работать с базами данных цитат из научных статей (Academic Search Premier, LexisNexis Academic University, CiteULike, Connotea).

- Социальные библиотеки представляют собой приложения, позволяющие посетителям оставлять ссылки на их коллекции, книги, аудиозаписи и т.п. (discogs.com, IMDb.com).

- Многопользовательские сетевые игры (Massively Multiplayer Online Games), которые имитируют виртуальные миры с различными системами подсчета очков, состязательности, уровней, победителей и проигравших (World of Warcraft и др.).

- Геосоциальные сети позволяют налаживать социальные связи по местоположению пользователя с помощью различных инструментов геолокации (например, GPS), которые позволяют также создавать профайлы мест, которые пользователи посещают.

- Профессиональные социальные сети создаются для обмена опытом и информацией, поиска и предложения вакансий, развития профессионально-деловых связей (LinkedIn и др.)

По данным аналитической службы comScore всего из 31,9 млн. россиян, которые выходили в Сеть в апреле 2009 г., 18,9 млн. хотя бы раз посещали социальную сеть, что составляет 59 % от всей Internet-аудитории. В среднем же в России каждый пользователь проводит в социальных сетях 6,6 часов в месяц, просматривая при этом 1307 страниц, и это – самый высокий показатель из 40 лидирующих стран. На втором месте Бразилия – 6,3 часов в месяц и 1220 страниц, затем Канада (5,6 часов), Пуэрто-Рико (5,3 часов), Испания (5,3 часов). Странно, но США в этом списке заняли лишь девятую позицию (4,2 часа в месяц).

В России по данным 2009 года 89% Internet-пользователей имели, по меньшей мере, один аккаунт в социальных сетях что примерно 28 % россиян в той или иной степени вовлечены в социальные медиа. Наиболее популярными социальными сетями в России признаны «ВКонтакте» – 14,3 млн. и «Одноклассники.ru» – 7,8 млн посетителей в месяц. За ними следуют «Мой мир» (6,3 млн.), Fotostrana.ru (1,6 млн.), Privet.ru (942 тыс.).

По качеству контента и соответствию целям образования среди социальных сетей особый интерес представляет Википедия (англ. Wikipedia) – общедоступная мультязычная универсальная интернет-энциклопедия, имеющая ряд национальных версий, самая большая библиотека (база знаний) в мире и истории цивилизации. Это пятый по популярности сайт в Internet и единственный сайт в 25 лидирующих, который представляет собой полно-

стью некоммерческий сервис, поддерживаемый некоммерческой организацией и развиваемых усилиями энтузиастов разных стран и народов.



Рисунок 1 – Интерфейс англоязычной версии открытой энциклопедии Wikipedia

Англоязычный раздел был официально открыт на wikipedia.com 15 января 2001 года. А сегодня Википедия содержит более 17 миллионов статей на 250 языках, написанных десятками миллионов её участников. В феврале 2007 году Wikipedia использовалась 36 % взрослых Internet-пользователей США, а уже в мае этого года данный показатель вырос до 53 %. По возрасту из них 33 % – люди старше 65 лет, 62 % пользователей – до 30 лет США и 69 % – из общего числа студентов колледжей и других учебных заведений. В марте 2011 года служба ComScore сообщила, что в Wikipedia работает около 400 миллионов уникальных посетителей ежемесячно.

Таблица 2 – Статистика российской версии Wikipedia (июнь 2011 г.)

Статей	721944
Страниц (Все страницы в вики, включая страницы обсуждения и прочее.)	2510622
Загружено файлов	118278
Общее число правок	37085101
Среднее число правок на страницу	14,77
Зарегистрированные участники	680869

В этом феномене много загадочного и не получившего пока внятного объяснения. Так, например, в Польше проживает 38 млн. человек на которых приходится 540 тыс. статей, а в Индии 1,130 млн. человек, но статей на языке хинди всего 21 тыс. (54-е место). Есть языки, которые не признаны нигде государственным языком, однако на них написано более 100 тыс. статей. Например, на языке «Volарük» опубликовано 117 тыс. статей некоего Хуле, который занял 17-е место и опережает турецкий, чешский, венгерский, румынский разделы Википедии. Но ясно, что в мире появился и динамично развивается новый источник знаний.

Социальные сети в том или ином сочетании и объеме могут использоваться в сфере образования для разных целей, таких как:

- развитие жизненно важных коммуникаций вузов с внешним миром;
- создание дополнительных и альтернативных источников информации;
- обеспечение открытости учебных процессов для их общественного контроля;
- формирование облика студентов и учебных групп для самопрезентации и т.п.

При определенной постановке дела реализация потенциала социальных сетей для комплексной многоплановой поддержки учебного процесса возможна усилиями не только специализированных подразделений вуза с соответствующими затратами, но и отдельных преподавателей, осуществляющих при этом функции технолога, инженера по знаниям, организатора и менеджера образовательного процесса при дистанционном обучении или (и) обеспечении самостоятельной работы студентов. Федеральные образовательные стандарты третьего поколения (ФГОС-3) формально разрешают и побуждают к таким решениям, открывая возможности для инновационных экспериментов по расширению ресурсной базы и жизненного пространства, обогащению и повышению разнообразия учебных процессов.

Для резкого повышения качества и полезной отдачи образования (в соответствии с методологией реинжиниринга бизнес-процессов) требуются радикальные структурные изменения, позволяющие открыть доступ к дополнительным источникам информации, усовершенствовать управление процессом и получить другие синергетические эффекты. При этом ключевое значение имеет определенное сопряжение системы с внешней средой. Следуя рекомендациям ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 10000-3-99, опирающемуся на эталонную модель среды открытых систем OSE/RM, при конструировании перспективной образовательной технологии можно основываться на концептуальной модели (рисунок 2), где выделены стандартные программные интерфейсы – API, а также интерфейсы между информационной системой и внешней для нее средой – EEI.

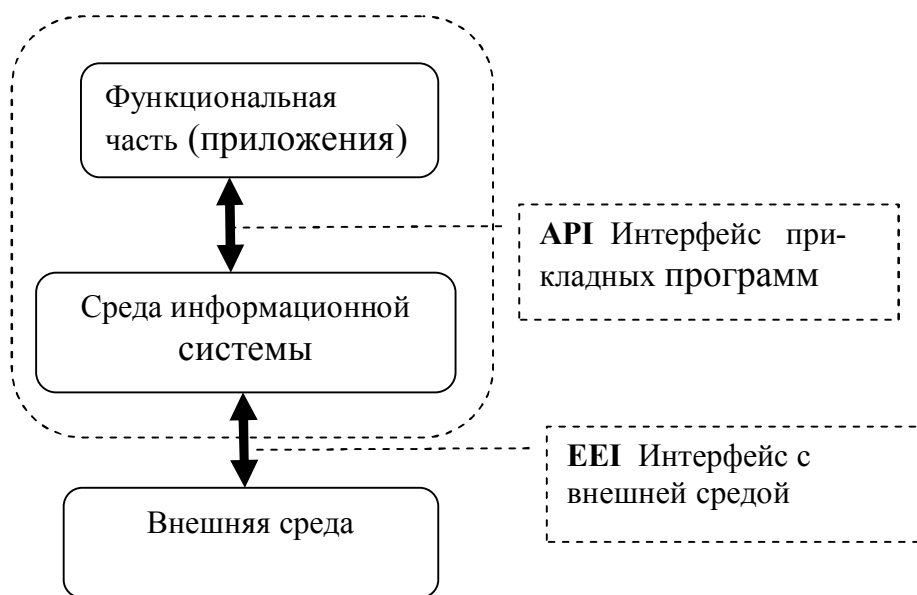


Рисунок 2 – Обобщенная структура открытой информационной системы

Эта структура открытой системы отражает факт ее принадлежности к системам более высокого порядка, нужды которой она должна обслуживать совместно с другими подсистемами. Тогда функциональная структура и конструктивные особенности системы должны рассматриваться в контексте требований среды (метасистемы), быть согласованы с ней по входам и выходам, другим ключевым параметрам. Применительно к образованию

это означает расширение конфигурации системы за пределы типичных учебных занятий.

Причисление системы к классу открытых порождает необходимость выявления и уточнения составляющих внешней среды, которая находится с системой в дуальных отношениях. Помимо студентов и подразделений вуза потенциальными участниками процесса образования могут (и должны) быть работодатели и эксперты-специалисты по профилю обучения, представители общественности и других заинтересованных сторон, как это показано на рисунке 3. Средством их взаимосвязи при этом может быть социальная сеть, выполняющая роль интегрирующего звена распределенной неоднородной мегасистемы.

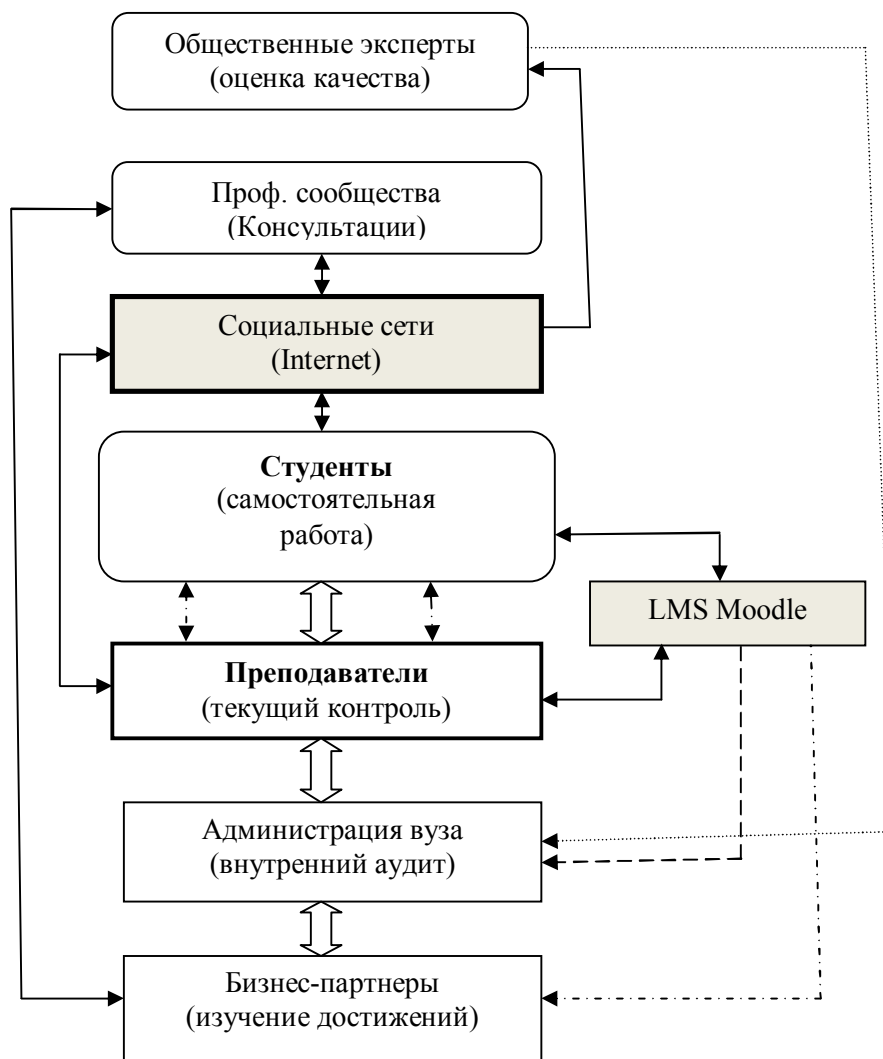


Рисунок 3 – Общая конфигурация открытой системы образования

В рамках открытой системы задействованы дополнительные интеллектуальные, информационные и вычислительные ресурсы, намного превосходящие потенциал локальной классно-урочной системы, что создает предпосылки соответствующего повышения конечных результатов. Понятно, что необходимы также надлежащая организация и логика процессов обучения, методическое и другое обеспечение, придающие системе завершённую форму. Но принятая архитектура имеет решающее значение для достижения предельно высоких целей.

Для проверки рабочих гипотез и осуществимости подхода на практике в последние годы проведен ряд экспериментов с учебными группами с созданием виртуальных структур по тематике плановых занятий в социальных сетях разного назначения, используемых в ходе дистанционного обучения – фильмотеки в YouTube и RuTube, групповые представитель-

ства «ВКонтакте» и «Мой Мир», а также ряд других экспериментальных площадок. Существенно, что такая телекоммуникационная платформа может быть создана усилиями учебных групп в течение короткого времени, как один из познавательных учебных проектов, позволяющих понять общие принципы проектирования информационных систем, коллективных проектов и дистанционного обучения, помимо изучения собственно плановых дисциплин.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ВУЗА

Гудов А.М., Пфайф Е.Д.

*Кемеровский государственный университет
г. Кемерово*

В любой организации присутствует оценка труда персонала, так как в рамках управления персонала принимаются те или иные решения. Но в большинстве своем она носит субъективный характер, когда руководитель опирается на свое мнение и не использует критерии и стандарты оценки. Таким образом, систематическая оценка, с проработанными процедурами процесса оценки, является необходимой в каждой организации.

В современной экономической литературе нет единства, что подразумевается под оценкой персонала, оценкой труда, оценкой качества работы персонала и т.д. В нашем случае под оценкой труда персонала – деятельность, направленная на получения качественных и количественных характеристик персонала, в ходе прохождения исполнительской деятельности, необходимая для осуществления обратной связи между исполнителем и руководителем и повышения исполнительской деятельности.

В настоящее время все больше организаций начинают использовать системы электронного документооборота, но анализ автоматизированных информационных систем в области документооборота и делопроизводства, предлагаемых на российском рынке в качестве промышленных образцов показал, что ни одна из информационных систем не имеет в своем составе модуля оценки деятельности сотрудников управления по итогам выполнения поручений.

Исполнитель всегда достаточно негативно относится к тоталитарному контролю и, в то же время, ревниво относится к результатам своего труда, опасаясь необъективной оценки со стороны руководителя.

Руководитель, в свою очередь, заинтересован в качественной и своевременной реализации управленческих решений, с наименьшими затратами со своей стороны.

Таким образом, требования к оценке со стороны исполнителя и руководителя можно сформулировать так [1]:

- прозрачность оценки как со стороны руководителя, так и исполнителя; возможность диалога и «обратной связи между ними»;
- оперативность и достоверность результатов оценки;
- влияние на конечные результаты деятельности организации;
- поощрение и стимулирование сотрудника на повышение эффективности исполнительской деятельности;
- возможность оценивания в разрезе одного или множества поручений на любом интервале времени;
- инвариантность к типу и виду собственности организации;
- универсальность по отношению к особенностям как руководителя, так и исполнителя;
- понятность показателей оценки, возможность их качества и оценки.

В работе [1], исходя из требований, предъявленных к оценке, первоначальную де-

композицию исполнительской деятельности предлагается проводить с использованием формальной модели структуры социально-экономической системы. Исполнительская деятельность с использованием формальной модели структуры представима в виде набора элементов: организация, поручение, исполнитель, технология выполнения, средства деятельности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Первый уровень декомпозиции исполнительской деятельности

Под исполнителем понимается лицо, принимающее решение из числа работников по следующим категориям: высшее звено руководителей, среднее звено руководителей, низшее звено руководителей, специалисты. Под организацией подразумевается совокупность людей, работающих совместно, во главе с руководителем и выполняющих определенные планы. В качестве объекта исполнительской деятельности принимается поручение. В качестве средств деятельности рассматриваются средства подсистемы управления поручениями системы электронного документооборота. Технология выполнения поручений – это технология, внедренная в подсистему управления поручениями электронной системы документооборота.

Понятие «поручение» выступает как единица контроля исполнения документированного решения. Поручение – некоторое действие, имеющее одного исполнителя и определенный срок выполнения. При прохождении управленческого решения сверху вниз, оно декомпозируется, при этом каждое из получившихся поручений будет иметь единственного исполнителя. Поручение, которое не декомпозируется, будем называть самостоятельным, а в противном случае агрегированным.

Проведем дальнейшую декомпозицию для возможности оценки исполнительской деятельности, как процесса направленного на выполнение поручения в ходе реализации управленческого решения.

Технология выполнения поручения и средства деятельности одинаковы в рамках одного учреждения, поэтому их оценку можно не учитывать.

Оценить организацию можно по результатам ее работы вышестоящими организациями и ведомствами. Для ВУЗа такой организацией будет являться Министерство образования. Поручение можно оценить с двух сторон: оценить процесс выполнения поручений и непосредственный результат. Для исполнителя возможна оценка личностных качеств и квалификации (рисунок 2).

Исходя из уровня иерархии сотрудников ВУЗа, можно составить схему оценки сотрудников университета, представленную на рисунке 3.

Составим математическую модель оценки. Различают 4 вида моделей: аддитивная, мультипликативная, кратная и смешанная [2].

В нашем случае будет использоваться смешанная модель, которая выраженная в общем виде будет выглядеть следующим образом:

$$W = \left(\prod_{i=1}^n P_i^{q_i} \right)^{\frac{1}{q}}, \quad (1)$$

где P_i – i -ый глобальный параметр оценки; n – количество параметров; q_i – весовой коэффициент i -ого параметра.

$$q = \sum_{i=1}^n q_i,$$

$$P_i = \sum_{j=1}^m H_j^i, \tag{2}$$

где H_j^i – j -ая характеристика i -ого параметра; m – количество характеристик.

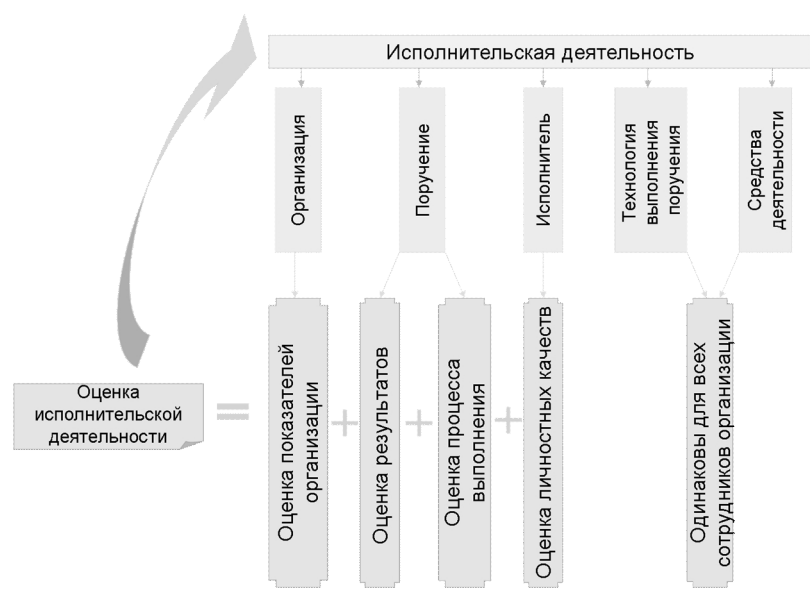


Рисунок 2 – Второй уровень декомпозиции исполнительской деятельности



Рисунок 3 – Система оценки сотрудников ВУЗа по уровням иерархии

В формуле (1) используется мультипликативная процедура агрегирования, так нельзя компенсировать крайне слабые стороны результатов выполнения поручения высоким уровнем квалификации, а мультипликативное агрегирование оценок обеспечивает повышенную чувствительность результата к малым значениям отдельных частных оценок. Но, тем не менее, для частных оценок близких по величине результаты мультипликативного агрегирования мало отличаются от результатов аддитивного агрегирования [3]. Для расчета значений параметров (2), используется аддитивная свертка, так как характеристики равнозначны в рамках одного параметра.

Исходя из данного определения оценки, модель оценки должна зависеть от следующих параметров:

- оценка объективных личностных качеств;
- оценка процесса труда;
- оценка результатов труда.

Совокупная оценка работника (W) будет зависеть от следующих параметров и характеристик:

Оценка объективных личностных качеств (L)

- оценка квалификации исполнителя ;
- уровень образования;
- повышение квалификации (дополнительное образование);
- стаж;
- ученая степень;
- ученое звание;
- состояние здоровья;
- стабильность выполнения поручений.

Оценка процесса труда (T)

- напряженность труда;
- загруженность;
- приоритет;
- источник инициирования поручения;
- уровень инновационности;
- уровень агрегированности поручения.

Оценка результатов труда (R)

- точность в сроках выполнения поручений;
- оценка работы организации по направлению (для ректора и проректоров).

Значение каждого из параметров L , T , R , исходя из принципов декомпозиции лежит в интервале от нуля до единицы.

Совокупная оценка исполнительской деятельности работника будет выглядеть, следующим образом:

$$W = \sqrt[q_1+q_2+q_3]{L^{q_1} * T^{q_2} * R^{q_3}},$$

где $\sum_{i=1}^3 q_i = 1$ весовые коэффициенты, которые можно задать эмпирически или рассчитать с помощью какого либо подхода.

Поскольку задача подбора коэффициентов представляет по своей сути задачу аппроксимации линейной многомерной вещественной функции, то в нашем случае для вычисления коэффициентов q_i применяется простая нейронная сеть – однослойный перцептрон с тождественной функцией активности. Используется обучение с учителем на основе правила Видроу-Хоффа с нормой обучения равной 0.1 [4].

Адекватность полученной модели была показана на произвольном примере, рассчитанном по методу экспертных оценок [1].

Очевидно, что уровень исполнительской деятельности конкретного сотрудника в течение определенного периода времени можно оценить только в сравнении с аналогичной деятельностью других сотрудников. Будем называть этот уровень рейтингом.

Для расчета рейтинга были использованы следующие способы:

- расчет рейтинга без использования абсолютной оценки (вариант 1);
- расчет рейтинга с использованием ранжированной абсолютной оценки (вариант 2);
- расчет рейтинга, который рассматривает оценку как случайную величину (вариант 3);
- расчет рейтинга, который рассматривает оценку как случайную величину с нормировкой (вариант 4);
- рейтинг с нормировкой для средних арифметических оценок (вариант 5).

После проведенного анализа результатов рейтинга, рассчитанного на реальных данных, в качестве основного был выбран рейтинг 3, который рассматривает оценку как случайную величину.

На рисунке 4 можно видеть, что рейтинг 3 не принимает крайних значений, таких как ноль или единица (рейтинг 1, 5), так как в этом случае рейтинг характеризует только факт выполнения или невыполнения поручений и не учитывает качество выполнения. Для оценки меры качества была выбрана разность между суммарными оценками выполненных и невыполненных поручений. С этой мерой наиболее хорошо коррелируют значения «рейтинга 3».

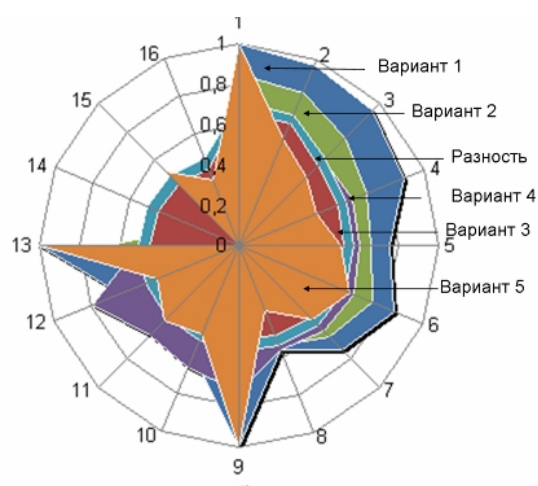


Рисунок 4 – Рейтинг сотрудников, полученных различными способами

На основе описанной модели исполнительской деятельности была реализована система для вычисления оценки поручений и рейтинга сотрудников для СЭД, используемой в КемГУ. Здесь использованы статистические данные за полугодовой период внедрения. За это время было создано 280 поручений, 213 поручений выполнено и 67 поручений находились в стадии выполнения на момент получения рейтинговых оценок (рисунок 5)

В процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

- выявлены основные требования к оценке со стороны руководителя и со стороны исполнителя;
- с учетом полученных требований и того, что система оценки должна быть автоматизированной, были выделены характеристики оценки;
- связав эти характеристики между собой, были получены параметры элемента поручение;
- таким образом, была построена математическая модель исполнительской деятельности;
- модель реализована в виде подсистемы СЭД.

№ п/п	ФИО	кол-во вып. поруч. (%)	кол-во невып. поруч. (%)	оценка вып. поруч.	оценка невып. поруч.	разность	1 рейтинг	2 рейтинг	3 рейтинг	4 рейтинг	5 рейтинг	средний рейтинг
15		0 (0)	1 (100)	0	.5435	-0.5435	0.0000	-0.5435	-0.1217	0.0000	0.0000	-0.2661
14		1 (25)	3 (75)	.5724	1.6589	-1.0865	0.2565	-0.2716	-0.1330	-0.5000	0.5174	-0.2618
7		5 (35.71)	9 (64.29)	2.2556	5.5734	-3.3178	0.2681	-0.2370	-0.1795	-0.2673	0.3497	-0.2201
2		8 (53.33)	7 (46.67)	4.6966	3.9272	0.7694	0.5446	0.0513	-0.0944	0.2582	0.5227	0.0344
6		38 (63.33)	22 (36.67)	16.0219	12.5372	3.4847	0.5610	0.0581	-0.0378	0.1291	0.3443	0.0339
1		6 (60)	4 (40)	3.2998	2.3236	0.9762	0.5868	0.0976	-0.0901	0.3162	0.4725	0.0662
13		2 (66.67)	1 (33.33)	1.003	.5574	0.4456	0.6428	0.1485	-0.1011	0.5774	0.4463	0.1344
3		16 (72.73)	6 (27.27)	9.5922	3.4834	6.1088	0.7336	0.2777	0.0169	0.2132	0.5159	0.1605
5		18 (75)	6 (25)	11.3049	3.7049	7.6000	0.7532	0.3167	0.0480	0.2041	0.5084	0.1867
12		13 (81.25)	3 (18.75)	8.9095	1.6513	7.2582	0.8436	0.4536	0.0408	0.2500	0.6022	0.2478
4		19 (90.48)	2 (9.52)	9.2675	1.1435	8.1440	0.8904	0.3878	0.0593	0.2182	0.4165	0.2225
10		21 (95.45)	1 (4.55)	11.5225	.5792	10.9433	0.9521	0.4974	0.1176	0.2132	0.4723	0.2886
11		31 (96.88)	1 (3.13)	20.9014	.5792	20.3222	0.9730	0.6351	0.3131	0.1768	0.5708	0.4146
16		1 (100)	0 (0)	.3075	0	0.3075	1.0000	0.3075	-0.1040	0.0000	1.0000	0.0814
9		5 (100)	0 (0)	2.4386	0	2.4386	1.0000	0.4877	-0.0596	0.4472	1.0000	0.2607
8		30 (100)	0 (0)	20.9228	0	20.9228	1.0000	0.6974	0.3256	0.1826	1.0000	0.4457

Рисунок 5 – Интерфейс работы с системой оценки сотрудников

Предложенная модель удовлетворяет поставленным требованиям. Оценка является прозрачной со стороны руководителя и исполнителя, оперативна и достоверна, инвариантна к типу и виду собственности организации, инвариантна к особенностям руководителя и исполнителя.

Модель разработана для использования в подсистеме учета поручений СЭД, внедренной в Кемеровском государственном университете.

Отличительными чертами предлагаемого подхода является:

- подсчет оценки автоматический;
- значения параметров непрерывны, вследствие чего достигается большая точность оценки;
- легко добавлять новые и редактировать существующие параметры;
- все основные параметры деятельности субъекта процесса исполнительской деятельности участвуют в оценке;
- наличие комплексных оценок, зависящих от нескольких характеристик;
- управление рейтингом через систему коэффициентов, которые могут задаваться «вручную» из эмпирических соображений, либо обучаться с помощью нейронной сети на основании статистических данных.

Данная модель оценки исполнительской универсальна. Она может применяться для подсчета рейтинга сотрудников в любых систем документооборота, так как данные, на которых основан подсчет оценки, должны обязательно храниться или рассчитываться в этой системе.

Библиографический список

1. Ехлаков Ю.П. Методы и технологии документационного обеспечения управленческих решений / Ю.П.Ехлаков, В.Е.Кириенко, П.В.Сенченко. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2005. – 176 с.
2. Бальжинов А.В., Михеева Е.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятель-

- ности предприятия организации / А.В., Бальжинов, Е.В. Михеева [Электронный ресурс] – Режим доступа –http://window.edu.ru/window_catalog/files/r18840/metod12.pdf (дата обращения 19.01.11)
3. Реймаров Г.А. Комплексная оценка персонала: Инженерный подход к управлению качеством труда. – М.:Издательство ЛКИ, 2010. – 424с.
 4. Калан Р., Основные концепции нейронных сетей / Пер. с англ. – М: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 292 с.:ил.

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗАХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ЦЕНТРАХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Гулевич Т.М., Федотов А.А., Макаров Г.В.
*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Современное профессиональное образование характеризуется высоким уровнем компьютеризации и использованием новых информационных технологий, что требует быстрого освоения этих технологий не только применительно к традиционным формам обучения, включая дистанционную форму, но и к форме обучения без отрыва от производства. Наибольший эффект достигается на базе интеграции современных средств обучения в рамках автоматизированных учебно-исследовательских комплексов, объединяющих методические пособия и указания, автоматизированные лабораторные установки, принатурные тренажёры, нормативные модели деятельности обучаемых и обучающихся, функции согласованного стимулирования их с точки зрения достижения общесистемных целей.

Предлагается создание и внедрение учебно-испытательных комплексов на базе web-технологий, опираясь на уже имеющееся техническое обеспечение (вычислительную технику, корпоративные сети предприятий). Web-технологии предполагают создание и использование web-серверов, к которым подключаются клиенты. Полная поддержка дистанционных вариантов работы позволяет работать с такими системами как локально (в специально предназначенных для этого компьютерных классах), так и с рабочего места (по корпоративной сети предприятия), а также из дома (через глобальную сеть). Web-технологии предполагают, что хранение информации осуществляется в виде гипертекста, что позволяет человеку ознакомиться с той или иной дисциплиной в комплексе, переходя по интересующим его ассоциативным ссылкам. Формат гипертекстовых документов совместим с любыми операционными системами (на любом компьютере достаточно установить только веб-браузер и работать с учебным комплексом). Высокий уровень развития современных графических веб-браузеров позволяет вставлять в обычные HTML-страницы мультимедийное и активное содержимое, например, средства для ведения видеоконференций, возможность вставки видео и аудиофрагментов информации, возможность применять ActiveX-компоненты для сопряжённой работы с другим программным обеспечением различного назначения, в том числе средой конструирования электронных схем National Instruments LabVIEW и SCADA-систем, таких, как Siemens WinCC и Wonderware InTouch.

На кафедре автоматизации и информационных систем разработан и внедрён комплекс, позволяющий осуществлять проведение практических, лабораторных и исследовательских работ с применением реального оборудования. Разработанный комплекс широко применяется на занятиях по дисциплинам информационно-измерительных технологий. В состав комплекса входят автоматизированные лабораторные установки для поверки устройств, измерения температуры, расхода, измерения массы и т.д., а также оригинальные программные продукты для конструирования электротехнических и метрологических схем, исследования аналого-цифровых преобразований, генерирования и обработки сигналов из-

мерительной информации, выделения информативных участков временных рядов данных, выбора и настройки сглаживающих фильтров. Созданы и поддерживаются соответствующие базы данных, обеспечивающие информационную поддержку исследовательской деятельности: литературы, программных продуктов, сигналов, технических средств автоматизации. Студенты и аспиранты обучаются постановке и решению задач промышленной метрологии, технических измерений; методам обработки сгенерированных временных рядов данных и динамических сигналов, снятых с физических моделей и реальных технологических объектов.

В состав комплекса входят встроенные подсистемы контроля реализации учебного процесса, а также подсистемы тестирования и самоконтроля для проверки знаний обучаемых. Учитывая то, что огромный объем информации по вычислительным сетям, компьютерной технике, программированию идет сегодня на английском языке, особое внимание уделяется выбору и освоению систем машинного перевода специализированных текстов, которые позволяют (пока в первом приближении) ознакомиться с содержанием текстов. Предусмотрено гибкое переключение комплекса на изучение других дисциплин.

Преимущества подхода на основе веб-технологий очевидны. Прежде всего, это удобство для пользователя, который привыкает работать с единым веб-интерфейсом без необходимости осваивать новые интерфейсы при изучении новых учебных программ. Доступность учебного комплекса такого уровня круглосуточно 7 дней в неделю позволяет обучающимся заниматься повышением своей квалификации в любое удобное для себя время, с любого рабочего места, где есть компьютер и интернет. Клиент-серверная технология позволяет применять концепцию тонкого клиента и экономя, таким образом, на оборудовании, выделять отдельные терминальные сервера для работы с системой на базе устаревших компьютеров.

Опыт успешного применения комплекса, который, в том числе, отмечен наградами всероссийских выставок и конференций, позволяет рекомендовать его для применения в другие учебные заведения и в инженерных и учебных центрах различных производственных предприятий.

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ОБУЧАЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ

Бауэр И.К., Гулевич Т.М., Кулаков С.М., Федотов А.А.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

В настоящее время системы электронного и, в частности, дистанционного обучения получают все более широкое распространение в образовательных организациях. Практически каждый вуз участвует в процессе разработки или внедрения какой-либо (иногда нескольких) системы дистанционного обучения. Среди преимуществ внедрения таких систем для образовательных организаций называются снижение средних расходов на одного обучаемого, высвобождение времени преподавателей. Обучаемые получают возможность работы с ресурсами организации по удобному индивидуальному графику с любого компьютера, подключенного к сети Интернет или корпоративной сети. Таким образом, расширение функциональных возможностей приводит к повышению качества обучения.

Многие исследователи указывают на необходимость формирования единых информационно-образовательных сред в вузах [1, 2, 3], полагая их основным структурным элементом виртуальных представительств кафедр. Согласно данным работы [1], виртуальное представительство кафедры – это информационные базы и комплекс программ, реализующий типовый набор сервисных образовательных услуг, обеспечивающий поддержку учебного процесса по дисциплинам кафедры через корпоративную сеть. Наиболее целесообразно

ным представляется построение таких представительств в форме автоматизированных обучающих комплексов (АОК), объединяющих методические указания и пособия, автоматизированные лабораторные установки, принатурные тренажеры, нормативные модели деятельности обучаемых и обучающихся, функции согласованного их стимулирования с точки зрения достижения общесистемных целей и т. д. в рамках учебно-методических комплексов (УМК) отдельных дисциплин.

Эффективное внедрение интернет-технологий (ИТ) в учебный процесс требует проведения их классификации. На рисунке 1 представлена укрупненная иерархическая схема современных интернет-технологий. При подробном рассмотрении серверного программного обеспечения (ПО) и технологии разработки отмечено следующее:

– сетевые протоколы подробно описываются в рамках модели межсетевого взаимодействия OSI и четко регламентированы стандартами ISO, IEEE и IETF;

– прикладное клиентское программное обеспечение, в основном, представлено тонкими клиентами со схожей функциональностью внутри подклассов; так, любой современный веб-браузер с установленной виртуальной машиной Java в сочетании с почтовым клиентом и интернет-пейджером обеспечивает нормальную работу пользователя с автоматизированной обучающей системой;

– классификация аппаратных средств ИТ представляет собой отдельную масштабную задачу и выходит за рамки настоящей работы, однако очевидно, что узким местом является пропускная способность каналов связи, прежде всего на стороне клиента.

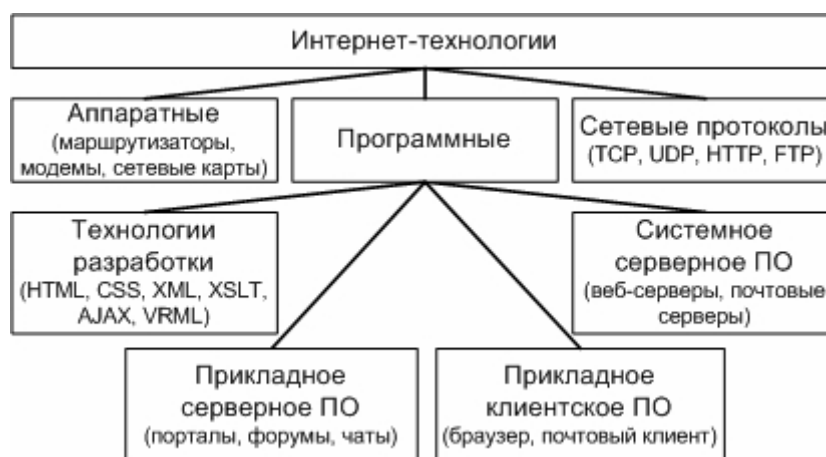


Рисунок 1 – Укрупненная схема современных интернет-технологий

Важнейшими классификационными признаками для серверных технологий являются:

– *Основная среда представления информации.* Возможные значения признака: текст (к данной группе относятся системы мгновенного обмена сообщениями или интернет-пейджеры – instant messaging), гипертекст (веб-сайты), аудио (подкастинг), видео (видеоконференции), мультимедиа (сочетание нескольких сред, например, веб-порталы). С развитием ИТ основной средой представления информации становится мультимедийная.

– *Основной протокол.* Сетевой протокол, используемый технологией, накладывает определенные ограничения на ее практическое использование. Например, протоколы POP и SMTP (электронная почта) позволяют работать в сеансовом режиме, в то время как IRC (чат в реальном времени) вынуждает пользователя поддерживать непрерывное соединение с Интернетом. Возможные значения признака: HTTP, FTP, POP3, SMTP, IRC, BitTorrent и др.

– *Число одновременно действующих лиц.* Подразумевается, что технология может обеспечивать опосредованный контакт двух лиц (например, если клиент системы просматривает веб-сайт, созданный кем-то ранее), непосредственный контакт двух лиц (общение по

сети ICQ или Skype в реальном времени) или контакт двух и более лиц (IRC и веб-чаты).

– *Функциональное назначение*. Можно выделить технологии, предназначенные для электронной коммерции, создания порталов, почтовые технологии и т. д.

Для технологий разработки основным признаком будет являться *среда представления информации*. Большинство технологий ориентировано на создание текстовых ресурсов (HTML, PHP), также широкое распространение нашли технологии создания графических ресурсов (GIF-анимация, Flash). Создание видео- и аудиоресурсов для сети Интернет в целом отличается от создания таких ресурсов для традиционных целей лишь параметрами сжатия.

Не последнюю роль играют такие классификационные признаки, как *модель распространения* (открытый или закрытый исходный код) и *стоимость приобретения и владения* технологией (бесплатно, платная покупка и бесплатная техническая поддержка, платная покупка и платная поддержка и т. д.). Несомненно, данная классификация может быть расширена.

Для того чтобы выделить существенные информационные процессы в рамках обучающей деятельности, проведено структурно-аналитическое моделирование предметной области. Данной задаче наиболее полно отвечает методология объектно-ориентированного анализа, в частности, диаграммы потоков данных (DFD). Построенная DFD-диаграмма в нотации Кендаллов приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – DFD-диаграмма процесса обучения

На основании анализа модели очевидно, что наибольшее внимание следует уделить организации многовариантной передачи информации между участниками процесса обучения (потоки «Взаимодействие в группе», «Вопросы», «Ответы») и средствам представления информации (потоки «Учебный материал», «Учебный курс», «Электронный учебник...»).

На основании приведенных выше положений можно сделать вывод о целесообразности применения следующего набора интернет-технологий для разработки АОК (рисунок 3).

Ядром АОК является веб-портал кафедры, содержащий набор ссылок для выхода к внешним ресурсам и ряд типовых сервисов (почтовая рассылка, FTP-архив, лента новостей в формате RSS и т.д.). Содержание веб-портала обычно динамически формируется системой управления контентом (CMS). В большинстве случаев в веб-портал включаются также сайты подпроектов, например, сайт лаборатории информационно-измерительных технологий, сайт профессиональной переподготовки и т.п. Перспективным направлением является интеграция обучающей системы с электронными платежными системами. Это позволит, во-первых, принимать оплату за обучение от студентов и осуществлять мониторинг финансо-

вой информации в реальном времени, во-вторых, продавать учебно-методические материалы и специальным образом подготовленные учебные курсы (например, в формате SCORM) посредством самой обучающей системы (как это сделано, например, в Интернет-университете информационных технологий intuit.ru).



Рисунок 3 – Основные интернет-технологии для применения в АОК

Собственно функции обучения реализует система поддержки обучения (СПО) с подсистемой коммуникации между обучаемыми и преподавателями, автоматизированными лабораторными установками и т.д. В СПО включены типовые функции создания и освоения учебных курсов (представление информации – мультимедийное), выполнения практических работ и тестирования. Эффективное функционирование СПО невозможно без информационно-справочных подсистем баз знаний и данных, включая специализированные базы данных (учебно-методической литературы, программных продуктов, натуральных сигналов, технических средств автоматизации и др.), экспертные системы (например, помощи в постановке задач для НИР студентов и др.), базы энциклопедических статей (на основе Wikipedia) и часто задаваемых вопросов (FAQ).

Функции коммуникации реализуются широким набором технологий, который включает:

- *мгновенный обмен сообщениями* (например, ICQ), позволяющий обеспечить консультацию студента с преподавателем в реальном времени; преимущество – низкие потребности интернет-трафика позволяют организовать общение посредством минимального набора технических средств (достаточно мобильного телефона с GPRS); снимается страх пуб-

личного выступления у обучаемого;

– технологии *группового общения* (чаты и форумы), обеспечивающие общение нескольких лиц в рамках одного информационного ресурса; преимущество – преподавателю не требуется повторять одну и ту же информацию для каждого обучаемого, достаточно единожды поместить ее на форуме;

– *голосовое общение* (на базе IP-телефонии, в частности, Skype), позволяющее оперативно решать возникающие вопросы, например, в ситуации, когда обучаемый в силу неопытности не может быстро печатать текстовые сообщения на клавиатуре; недостатком технологии являются высокие требования к каналам связи и необходимость приобретения дополнительного технического обеспечения (микрофон, наушники);

– технологии *рассылки коротких текстовых сообщений* (SMS) через специализированные шлюзы, позволяющие в условиях повсеместного распространения сотовой связи оперативно информировать обучаемых по актуальным организационным вопросам.

Отдельно следует отметить возможности создания и использования специализированных ActiveX-компонентов и Java-апплетов. Не выходя за рамки технологии тонкого клиента, эти интерактивные компоненты позволяют реализовать широкую дополнительную функциональность, например, дистанционное управление лабораторными установками через веб-интерфейс или освоение методики обработки динамических сигналов (временных рядов данных) с учителем на выборках, снятых с натуральных и натурно-модельных объектов.

На кафедре автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета внедрен и поэтапно совершенствуется учебно-исследовательский комплекс (УИК) «Логос», являющийся автоматизированным обучающим комплексом на базе широкого применения ИТ. При разработке программного и информационного обеспечения используются прежде всего открытые технологии, поскольку стоимость коммерческих систем высока, а возможности их модификации ограничены. Ядром УИК является веб-портал кафедры автоматизации и информационных систем, функционирующий на базе CMS собственной разработки. Работу веб-портала обеспечивает веб-сервер Apache 2.2.21 с интерпретатором PHP 5.3.8 и СУБД MySQL 5.1.58.

В качестве системы поддержки обучения после сопоставительного анализа выбрана СПО Moodle. При ее внедрении главным требованием являлось максимальное приближение учебных процессов, заложенных в систему, существующим на кафедре. Основная проблема отсутствия в типовых СПО поддержки лабораторных работ с разбивкой по группам и звеньям и научно-исследовательских работ студентов решена созданием дополнительных модулей для Moodle. Процесс выполнения лабораторных работ реализован посредством веб-интерфейсов к автоматизированным лабораторным установкам, разработанных в среде National Instruments LabVIEW в виде ActiveX-компонентов. Например, автоматизированные лабораторные установки «Доза», «Расход», «Температура» и др. предназначены для изучения типовых задач промышленной метрологии и технических измерений и позволяют выполнять лабораторный эксперимент дистанционно.

Для использования накопленного фонда вычислительных и моделирующих программ, выполненных в среде Delphi без возможности сетевой работы, настроен терминальный сервер. В портале размещен веб-клиент для взаимодействия с ним.

Особое внимание уделено созданию информационно-справочной подсистемы, которая представлена веб-ориентированными базами данных и знаний «Библиограф» (научная и учебно-методическая литература), «Программы» (оригинальные программные продукты, разработанные сотрудниками и студентами кафедры), «Сигналы» (сигналы, снятые с натуральных объектов, хранящиеся в специально разработанном формате), «Технические средства автоматизации» (каталоги ТСА для соответствующей дисциплины) и др.

УИК «Логос» успешно используется в течение нескольких лет для проведения теоретических, практических, лабораторных, курсовых и научно-исследовательских работ по дисциплинам «Метрология, стандартизация, сертификация», «Технические измерения и приборы», «Программирование», «Технология программирования», «Основы практическо-

го применения Интернет-технологий» и др. В таблице 1 приведены статистические данные по использованию АОК в учебном процессе за один год. В системе зарегистрирован 181 студент из 9 студенческих групп 15 студентов группы профессиональной переподготовки «Информационные системы и программирование» и 10 преподавателей.

Таблица 1 - статистика использования основных сервисов веб-портала

Сервис	Зарегистрированных пользователей	Полнота использования	Обращения				Статистика собрана
			Январь	Февраль	Март	Апрель	
Веб-портал (внутр.)	206	1	8344	9596	7216	57265	Webalizer
Веб-портал (внешн.)			11514	11410	10085	67682	
Форум (внутр.)	172	0,83	162	1537	358	4462	
Форум (внешн.)			9039	14317	10907	19115	
Email	199	0,97	214	518	497	612	MTRG
ICQ (внутр.)	101	0,49	2709	3112	2861	—	netams
ICQ (внешн.)	87	0,42	4066	5902	3834	3684	Оригинальный анализатор лог-файлов для QIP
IRC	23	0,11	3903	5135	5061	4237	Внутренние команды IRC-сервера

Для каждого из k сервисов портала целесообразно оценивать полноту его использования Q по формуле $Q_i = \frac{N_i}{N}$, где $i = \overline{1, k}$ – порядковый номер, N_i – число зарегистрированных пользователей сервиса, N – число зарегистрированных пользователей системы. За N принимается число зарегистрированных пользователей веб-портала, т. к. на первом занятии каждой группы проводится общая регистрация в веб-портале.

Для веб-сервисов число обращений рассчитывается в соответствии с числом загруженных страниц (pages), т.к. оценка по количеству хостов (hosts) не будет адекватна в связи с тем, что в течение рабочего дня с одних и тех же компьютеров работают несколько различных пользователей.

Таким образом, в работе сформулированы признаки классификации современных Интернет-технологий, проведено инфологическое моделирование процесса обучения., сформулирован перечень Интернет-технологий, позволяющий организовать их полное использование в автоматизированном обучающем комплексе.

Библиографический список

1. Абросимов А. Г. Методологические и практические аспекты создания информационно-образовательной среды вуза. – Научные труды VI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики, экономики и права». – Книга «Информатика». – М.: Изд-во МГАПИ, 2003. – С. 4 – 8.
2. Кургалин С. Д. Новые информационные и инновационные технологии в дополнительном профессиональном образовании. – Научные труды VI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики, экономики и права». – Книга «Информатика». – М.: Изд-во МГАПИ, 2003. – С. 124 – 127.

ОБУЧЕНИЕ ВЫБОРУ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Гулевич Т.М., Бондарь Н.Ф., Морозов П.А.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Основным критерием качества подготовки специалистов является способность успешно решать реальные задачи производственной, научно-технической, социальной и иных сфер.

Соответствующие методы в упорядоченном виде могут быть представлены алгоритмами, приспособленными для человеко-машинного (диалогового) применения.

Для их применения необходимо обучить студентов искусству выбирать и применять алгоритмы решения задач из некоторого фиксированного или регулярно пополняемого множества.

Следует создать специальные методические пособия и указания, тесно взаимосвязанные с возможностями математического и натурно-математического моделирования с помощью современной компьютерной техники [1]. Такой подход можно реализовать путем построения и применения учебно-испытательных комплексов (УИК), позволяющих каждому студенту активно проверять эффективность различных алгоритмов (процедур) при решении реальных или модельных задач. В настоящем сообщении рассмотрены варианты комплексов, включающих регламентированный (предписанный) режим взаимодействия преподавателя и студента, методические указания по методам и алгоритмам обработки временных рядов данных и динамических сигналов; соответствующее программное обеспечение, а также специализированные автоматизированные лабораторные установки (АЛУ) и учебно-испытательные тренажеры.

Регламент УИК включает организационный механизм работы преподавателя со студентами, учитывающий различия в квалификации преподавателей, заинтересованности, добросовестности и т.п. Другими словами, регламент – это нормативная модель деятельности и преподавателя и студента. Нормативная деятельность устанавливается (разрабатывается) путем обобщения опыта ведущих, квалифицированных преподавателей, а также с использованием современных разработок в области диалоговых и активных систем [2]. Особо следует подчеркнуть необходимость повышения квалификации преподавателей, инженеров, аспирантов. Именно в УИК с регламентированным режимом создаются необходимые условия работы, так как в методических материалах (пособиях и указаниях) закладывается нормативная модель деятельности преподавателя, который может в процессе обучения менять как структуру УИК, так и параметры и тем самым побуждать к освоению учебного материала каждого обучающегося с учетом его индивидуальных способностей к творческому решению конкретных задач.

На базе описанного подхода и существующего технического обеспечения разработаны и подготовлены методическое, алгоритмическое, информационное и программное обеспечение учебно-испытательного комплекса по информационно-измерительным технологиям; методам и алгоритмам обработки временных рядов данных и динамических сигналов; метрологической диагностике; проведению экспериментов и анализу их результатов; моделированию физических явлений и процессов; прогнозированию результатов функционирования систем различного назначения.

Решение многих задач связано с обработкой больших массивов числовых данных, представляемых одно- и многомерными временными рядами. Нередко возникает потребность их разделения на несколько составляющих с различными темпами изменения, в частности, если есть основания принять математическую модель рядов данных в виде суммы медленноменяющихся полезных сигналов и относительно быстро меняющихся помех, то первичная обработка числовых данных может быть сведена к их преобразованию в

так называемых сглаживающих фильтрах. К настоящему времени разработано множество различных фильтров, отличающихся своими предпосылками, сложностью и точностью. Поэтому возникает задача правильного выбора и настройки сглаживающих фильтров для конкретных условий их использования.

Решение задач выбора и настройки сглаживающих фильтров, представляющееся сложным в реальных системах, может быть реализовано с помощью разработанного учебно-испытательного модуля (УИМ) «ФИЛЬТР» с гибкими возможностями исследования описанной системы. Функциональная структура УИМ «ФИЛЬТР» представлена на рисунке 1 и включает в себя два основных блока:

- генерирование и создание базы данных натуральных, модельных и натурно-модельных сигналов измерительной информации (СИИ) и временных рядов данных (ВРД).
- обработка СИИ и ВРД, которая включает в себя решение таких задач как сглаживание сигнала, выбор и настройка сглаживающих фильтров, определение статистических характеристик и свойств сигналов, выделение стационарных участков данных, исследование эффективности сглаживающих фильтров и др.

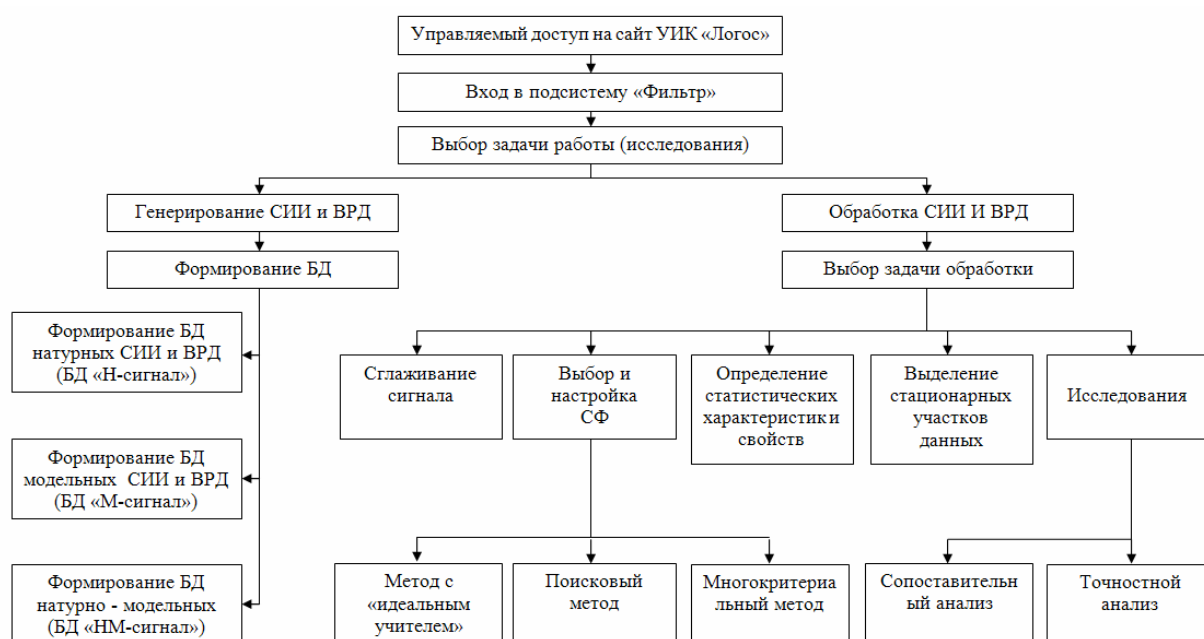


Рисунок 1 – Функциональная структура УИМ «ФИЛЬТР»

Методика выбора сглаживающего фильтра «с учителем» основывается на составлении таблицы соответствия исходных условий задачи основным условиям применения сглаживающего фильтра. В роли «учителя» могут выступать опытные исследователи и производственники, которые в состоянии аргументировано провести ретроспективный анализ данных о конкретном процессе. Основной недостаток данного подхода заключается в наличии неформализованной части – низкочастотная составляющая сигнала субъективно оценивается «учителем».

Суть поискового способа заключается в выборе нескольких вариантов алгоритмов, установлении заданных диапазонов и шага изменения настроечных параметров сглаживающих фильтров, как путем перебора типов и настроек, так и с помощью известных поисковых процедур, с использованием заданных критериев.

Суть многокритериального способа выбора фильтров состоит в формировании показателей, по которым оценивается эффективность того или иного алгоритма сглаживания с использованием известных процедур расчета обобщенных критериев на основе способов

свертки показателей и выбора рационального варианта алгоритма и настроек, который удовлетворяет заданным ограничениям.

Учебно-испытательный модуль «ФИЛЬТР» используется в качестве инструмента для обучения студентов различным методам выбора и настройки сглаживающих фильтров и исследовательских работ в области сглаживающей фильтрации.

Программное обеспечение функциональных модулей учебно-испытательного комплекса «ФИЛЬТР», а также конкретных приложений и пользовательских интерфейсов разработано с использованием среды графического программирования LabVIEW (LV), являющейся стандартом разработки автоматизированных контрольно-измерительных и технологических систем в промышленности, в научно-исследовательских центрах и учебных заведениях. Преимущество этой технологии для создания учебно-испытательных комплексов (УИК) определяется возможностью реализации гибких систем с существенным расширением функциональных возможностей, связанных с решением задач сбора данных, синхронизации, обработки и представления результатов, а также создания гибких распределенных комплексов, управляемых через сеть Интернет.

На рисунках 2 и 3 представлены интерфейсы программы «ФИЛЬТР».

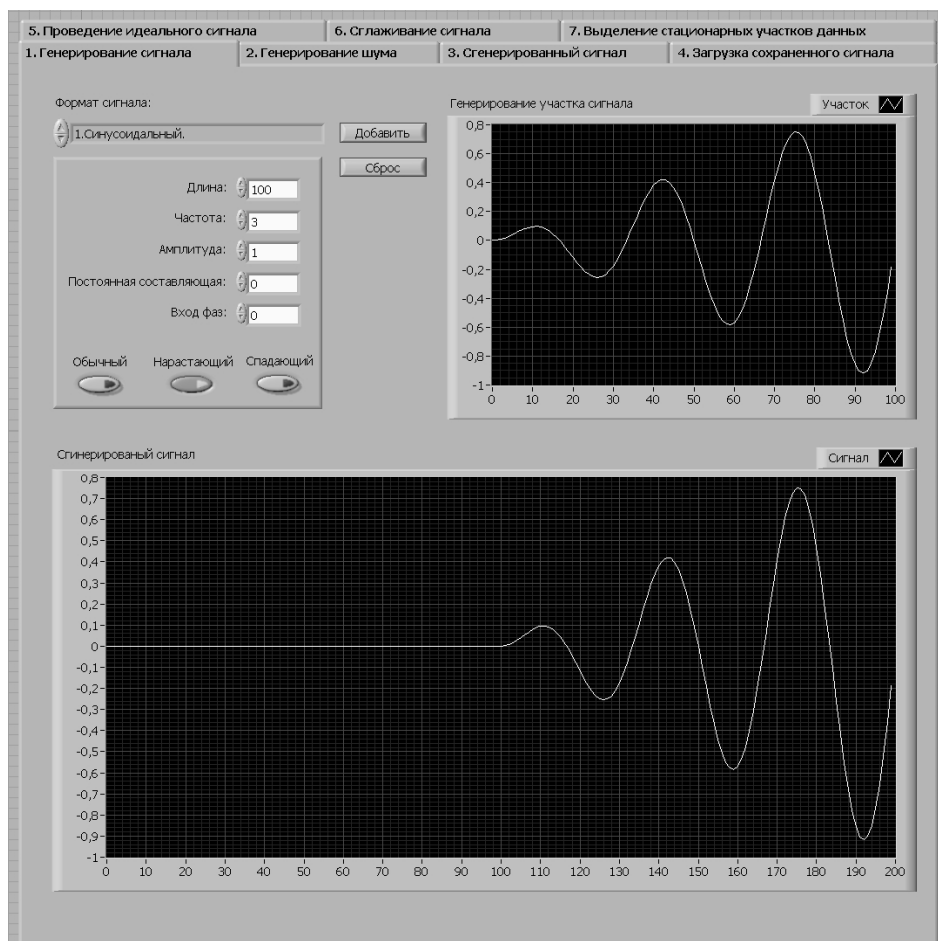


Рисунок 2 – Интерфейс программы «Фильтр»

На рисунке 4 представлен фрагмент блок-схем алгоритма генерирования сигналов и грубой помехи; на рисунке 5 – фрагмент реализации алгоритма сглаживающего медианно-экспоненциального фильтра первого порядка (МЭС-3); на рисунке 6 – фрагмент реализации алгоритма расчета стационарных участков данных, на рисунке 7 – фрагменты интерфейса сглаживания сигнала.

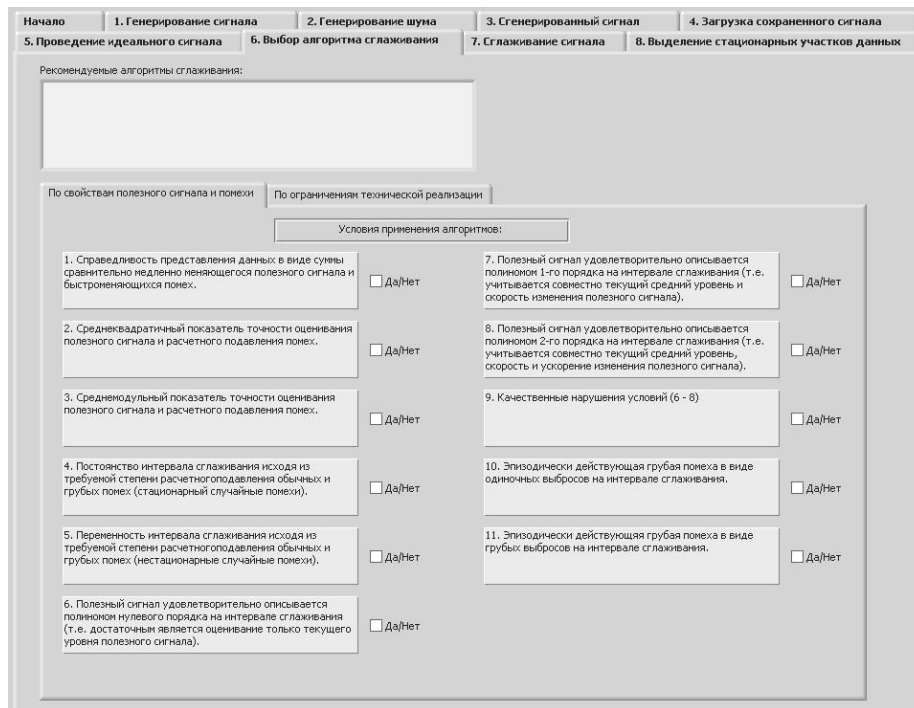


Рисунок 3 – Интерфейс выбора алгоритма сглаживания

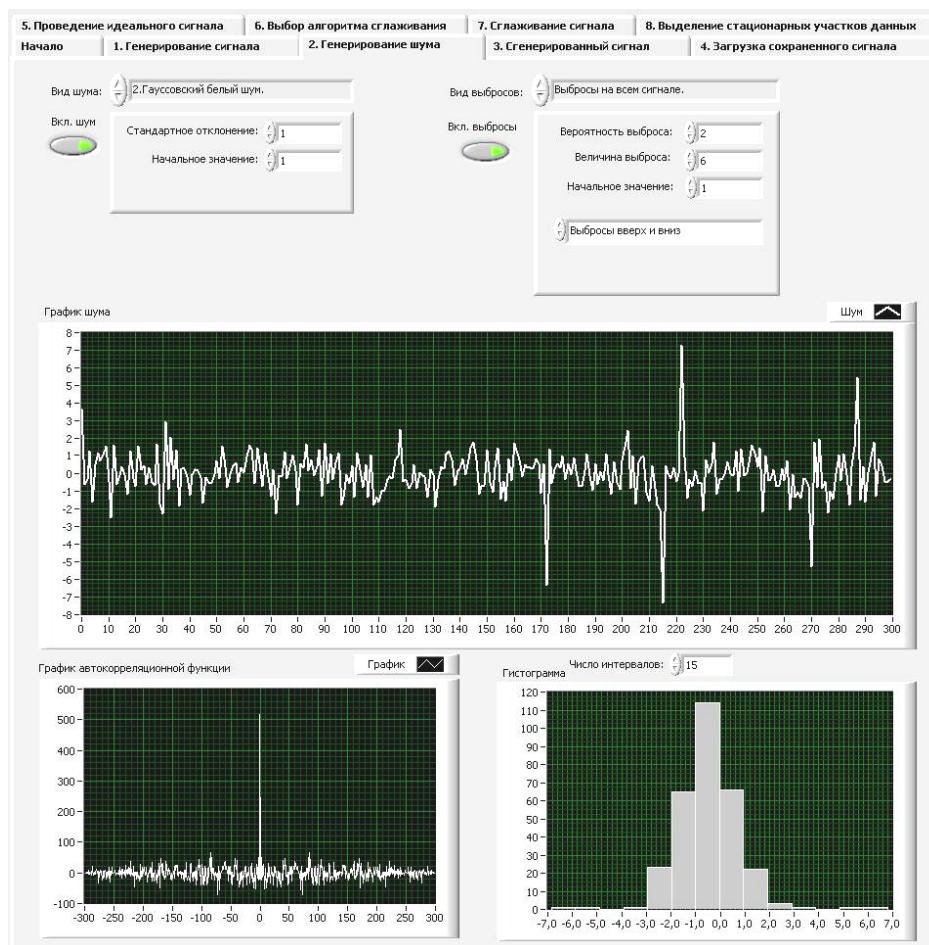


Рисунок 4 – Интерфейс генерирования шума

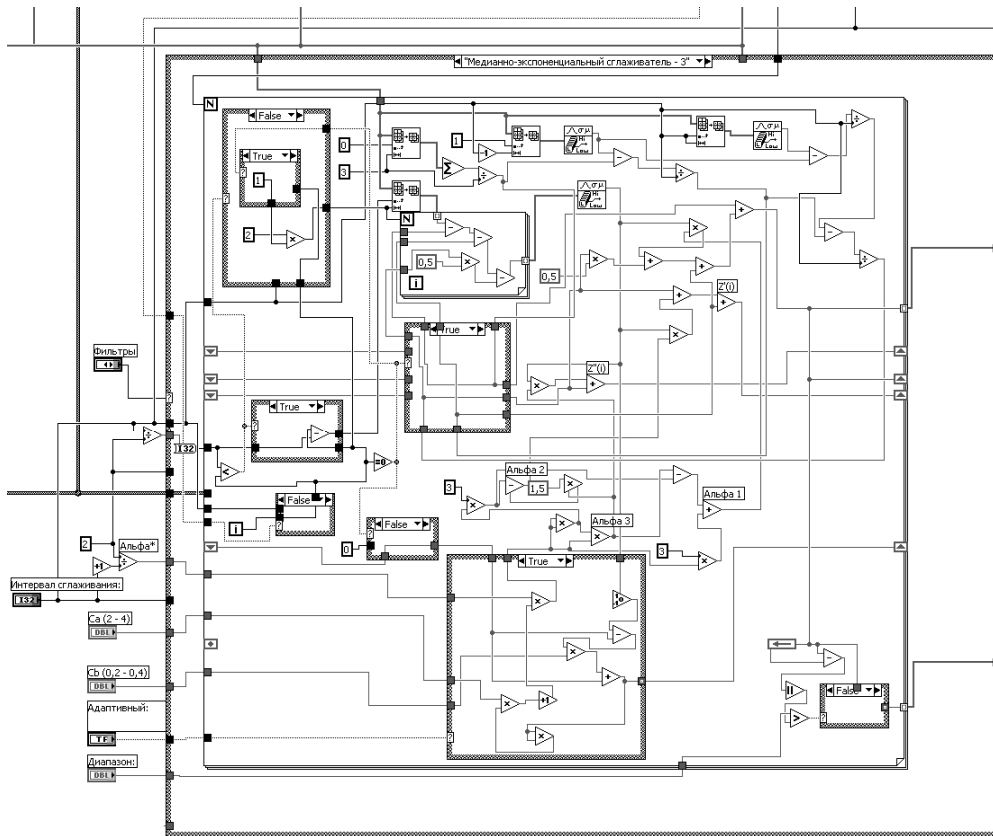


Рисунок 5 – Блок-схема МЭС-3

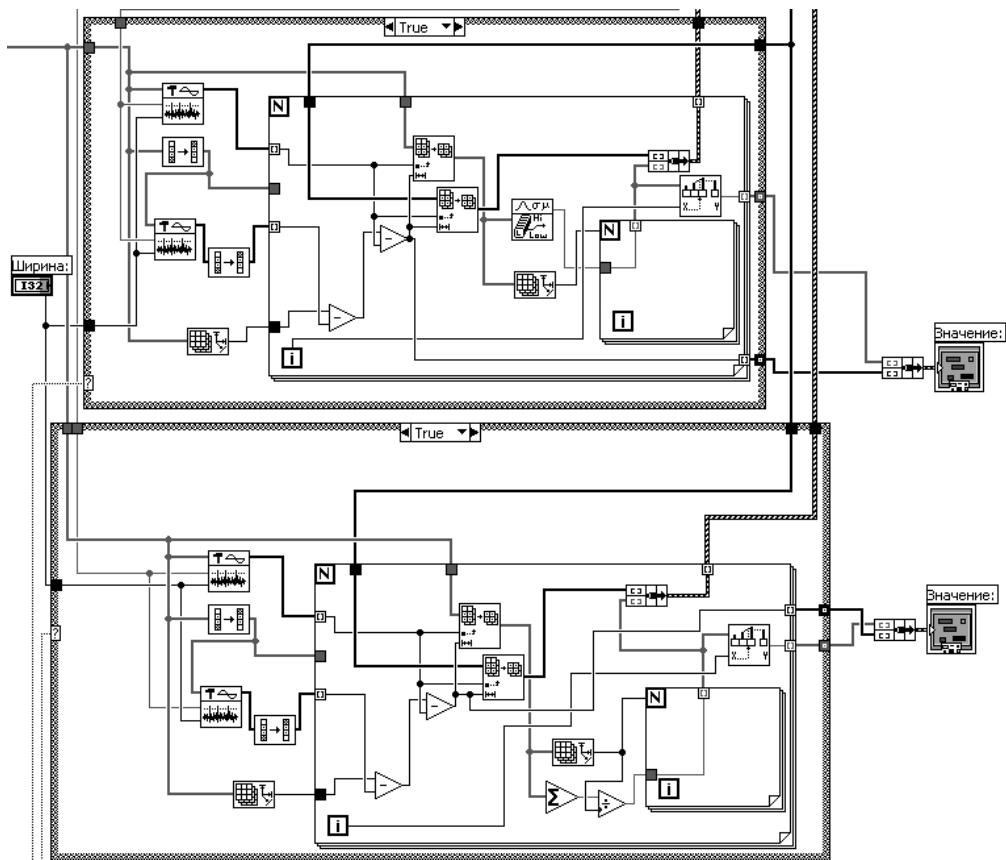


Рисунок 6 – Блок-схема алгоритма расчета стационарных участков данных

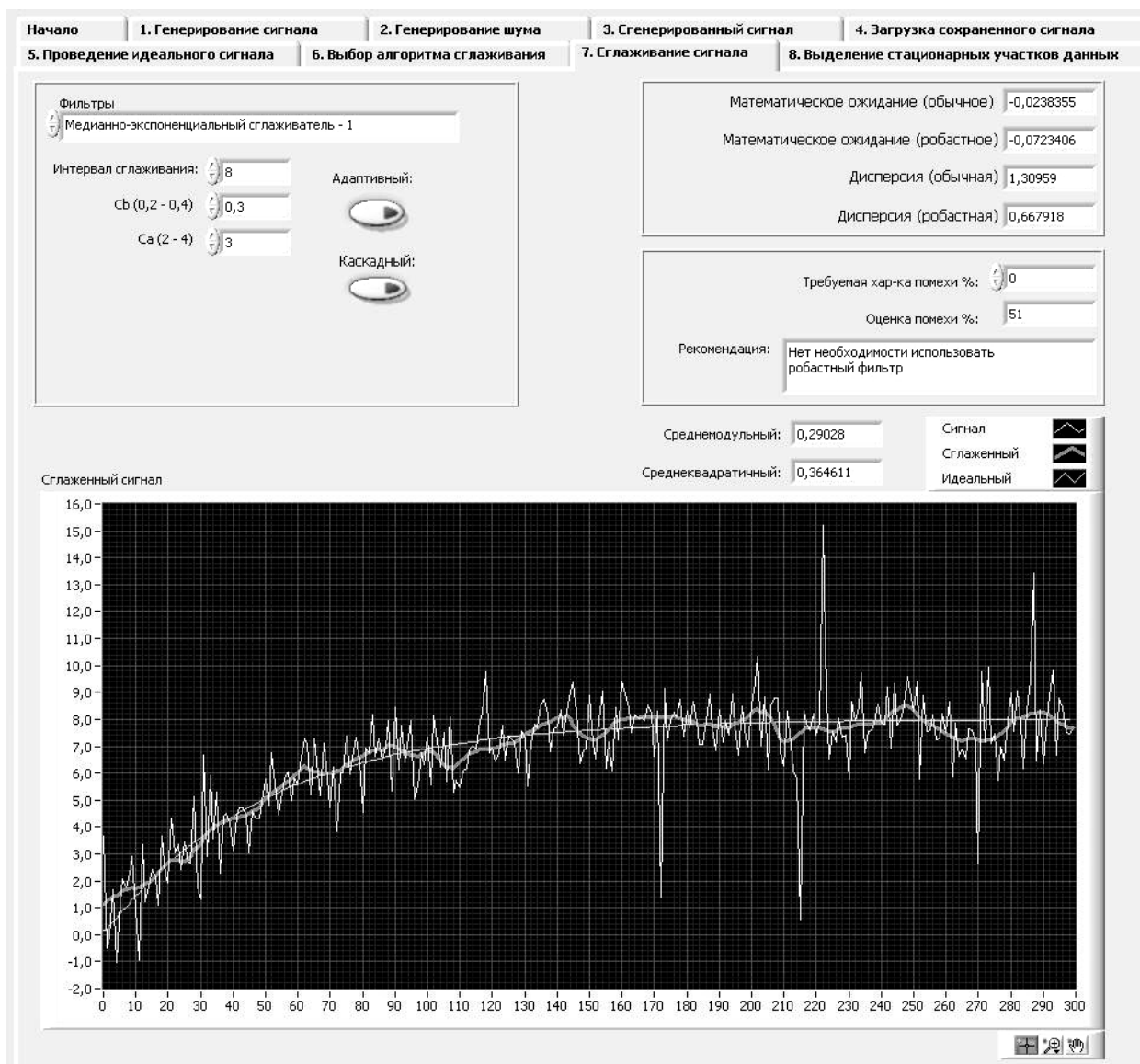


Рисунок 7 – Интерфейс сглаживания сигнала

Таким образом, следует отметить главные моменты, заключающиеся в системном подходе при разработке, построении и использовании автоматизированных комплексов на базе согласованного всех видов обеспечения УИК и лабораторных установок, а следовательно, в возможности замены алгоритмов, структуры, параметров технического обеспечения, и условий для испытания, проверки эффективности и чувствительности различных алгоритмов и методов обработки измерительной информации к нарушению предпосылок их применения. То есть создаются условия активного обучения студентов творческой работе.

Библиографический список

1. National Instruments LabVIEW. Основы I. Учебный курс (пер. с англ. Михеев П.М.). – МГУ, 2003.
2. Первичная обработка информации с помощью ЭВМ. Сглаживание временных рядов данных. Выбор и исследование сглаживающих фильтров: Метод. указ. / Сост.: Т.М. Гулевич, В.П. Авдеев, А.П. Берлин, Я.Г. Парпаров: СибГИУ. – Новокузнецк, 1981. – 26 с., ил.

РАСПИСАНИЕ ЗАНЯТИЙ, КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Веревкин В.И., Веревкин С.В., Атавин Т.А.

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,
г. Калининград*

*НФ КемГУ, Кузбаасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк*

Расписание учебных занятий – это описание движения и группировка ресурсов во времени, ориентированно на достижение некоторой цели или целей и удовлетворяющее набору ограничений. Расписание, прежде всего, должно способствовать достижению высокого качества конечного валеолого-педагогического результата – знаний, умений, навыков, качеств личности (ЗУНК), мотива и здоровья студентов. В большинстве случаев качество составленного расписания определяется затратами ресурсов на его реализацию. Эти затраты стремятся минимизировать, поэтому синтез расписаний относится к оптимизационным задачам [1].

Задачи составления расписания различаются между собой количеством заданных ограничений и критериев. Такие задачи относятся к классу *NP* задач (от *Nondeterministic Polynomial*) [2]. Так же их еще называют *NP*-трудными. Согласно теории сложности для подобных задач не существует алгоритма с полиномиальной оценкой сложности, а число вариантов для перебора растет экспоненциально с ростом «длины» вектора неизвестных. Таким образом, можно сказать, что такие задачи можно решить теоретически, но на практике они точно не разрешимы.

Заранее составленные расписания зачастую становятся непригодными или неоптимальными для исполнения, если, например, появились изменения в исходных данных. В период реализации расписания могут меняться исходные данные: заменяться преподаватели, аудитории и т.п. Поэтому изначально целесообразно использовать динамические или адаптируемые расписания. В алгоритме реализации таких расписаний технологично закладывается возможность их адаптации [1].

Подходы к решению задач составления расписания делятся на два больших класса: точные и приближенные. К точным методам можно отнести: графовую модель расписания; методы сетевого и календарного планирования; задачи математического программирования. Большинство точных методов использует графовую модель расписания. В ней учебный план и другие исходные данные представляются в виде графа, мультиграфа, гиперграфа или набора графов. Вершины графов, как правило, представляют преподавателей, группы, дисциплины и аудитории, а ребра – занятия. Ребрам графа необходимо поставить в соответствие периоды времени (занятия, «пары»), причем требования отсутствия накладок означает, что это сопоставление должно быть реберной раскраской графа: никаким двум ребрам, инцидентным одной вершине, не должно соответствовать одно и то же занятие [3].

Учебное расписание может составляться путем решения задачи календарного планирования [4]. В наиболее общем случае есть набор объектов (ресурсов) и набор процессов, которые должны быть совершены для каждого объекта (операции или работы в терминах теории календарного планирования) [5]. Для равномерного распределения занятий по периодам (в семестровом расписании по неделям, в недельном – по дням) используется оптимизация потока в сетях и решение транспортных задач, полученные решения задают естественную декомпозицию задачи. Методы сетевого и календарного планирования близки к методам планирования технологических процессов. При учете наиболее трудных требований привлекаются известные общие задачи математического программирования [3]. Для учета разделения групп на подгруппы и объединения в потоки формулируется задача целочисленного линейного программирования, которая решается методом вектора спада [6]. К

приближенным относятся эвристические методы генерации расписаний [6].

Одним из главных направлений концепции системы образования является развитие российского образования в области сохранения и укрепления здоровья учащихся [7], формирование у них ценности здоровья и здорового образа жизни. Целью создания здоровьесберегающей образовательной среды в вузе является разработка и внедрение системы мероприятий по сохранению и укреплению здоровья и повышению адаптационного потенциала студентов на основе комплексного изучения совокупности физиолого-гигиенических, социально-экономических, психологических факторов, медико-биологических особенностей [8]. Рациональное распределение учебной нагрузки в течение учебного дня и недели – важный фактор профилактики утомления обучающихся, способствующий повышению их работоспособности [9]. Чтобы рационально с гигиенической точки зрения составить расписание занятий, необходимо знать «степень утомительности» современных предметов [10]. Поэтому, помимо всего прочего задача составления учебного расписания включает в себя выполнения дидактических, санитарно-гигиенических и нормативных требований.

Составление расписания учебных занятий с учетом трудности дисциплин в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами позволяет правильно перераспределить нагрузку на студентов в течение заданных временных рамок, что снижает общую утомляемость студентов и повышает усвоение учебного материала. Последнее является основной составляющей достижения цели сбережения здоровья студентов и создания комфортных условий обучения.

Объективным критерием трудности учебных занятий служит их утомительность, которую гигиенисты оценивают по снижению умственной работоспособности обучающихся. Существует шкала трудности учебных предметов, предложенная И.Г. Сивковым в 1975 г. Эта шкала была скорректирована на основе полученных результатов исследования с учетом изменений в образовательной среде [10]. К сожалению, в образовательных учреждениях не всегда учитывается вышеназванный аспект в формировании учебного расписания (а чаще – вообще не учитывается), не говоря уже о программных комплексах составления расписания, в которых задача составления расписания представляется как упорядочение данных без учета дидактических требований.

В настоящее время для составления расписания с учетом трудности используется в основном «ручной» режим. Такое расписание составляет диспетчер, который, естественно не может учесть всех требований, предъявляемых к расписанию и поэтому такое расписание далеко не оптимально. Создание алгоритма и программы автоматического составления учебного расписания с учетом трудности и утомляемости студентов является актуальным.

Высокой интеллектуальной работоспособности человек может достигнуть при условии полноценного отдыха. Эффективность учебного расписания зависит от рационального расположения каждой дисциплины не только по дням недели, но и в течение суток. Трудные предметы следует ставить 2-3 парой. В конце дня следует ставить легкие предметы. Кроме того, целесообразно чередовать дисциплины по области применения, стимулируя интерес к разнообразным предметам. Желательно учитывать межпредметные связи, а также число и частоту планируемых побочных продуктов в разных дисциплинах.

Модель учебного процесса с выходом на ЗУНКи учитывает: 1) утомляемость (влияющую на усвоение ЗУНКов); 2) распределение в среднем более трудных дисциплин по дням недели с учетом уровня усвоения; 3) связь степени усвоения материала (результативности) с положительным влиянием побочного продукта данного и смежных курсов. Чтобы интервал между комплексом побочных продуктов и уже усвоенных ЗУНКов, необходимых для возникновения нового представления, не превышал бы интервала забывания. При этом студенту часть информации поступает в открытой форме, а часть – в закрытой, в виде побочного продукта.

Учёт трудности усвоения курсов при составлении расписания нами осуществлялся следующим образом. Вначале – составлялись графики распределения текущей трудности материала по каждому курсу. Затем составлялись относительные временные диаграммы

трудности материала. Перемещая отдельные диаграммы в полученном ансамбле относительных временных диаграмм – мы располагали дисциплины таким образом, чтобы, по возможности, не допускать совпадения нескольких пиков трудностей в один день.

Серьезной проблемой управления учебным процессом является преодоление системного парадокса [11]. Он связан с тем, что конечный результат (ЗУНКи, мотив и т.д.) одновременно зависит от алгоритма управления учебным процессом (это, прежде всего, расписания занятий), а также от самой модели учебного процесса. Причем модель зависит от алгоритма, а алгоритм от модели. Для того чтобы разработать алгоритм, желательно воспользоваться реальным учебным процессом, что позволяет исключить «системный парадокс». В таком случае ситуация усложняется тем, что результат становится известен в конце реализации циклового расписания. Поэтому управлять процессом составления расписания можно только в промежутках между циклами: по информации о результатах реализации части расписания становится возможной корректировка оставшейся части расписания. Внутри же циклов управление учебным процессом возможно только по разомкнутому контуру. На студентов можно воздействовать и по другим каналам управления: по линии кураторства, деканата, студенческого совета и т.п.

В такой постановке рационального управления между циклами можно добиться, если при назначении управления ориентироваться на класс возникающей организационно-технологической ситуации (ОТС). Требуется оценивать класс ОТС, по которой – выбирать модель учебного процесса.

К информативным признакам ОТС относятся: средняя трудность содержания занятий; степень неравномерности распределения трудности по времени; несовпадение пиков нагрузки разных дисциплин в среднем за цикл; квалификация и педагогическое мастерство преподавателя; планирование, по ходу освоения предмета, побочных продуктов, как условий для зарождения новых представлений о действительности; наличие условий для эффективного использования сформированных побочных продуктов в предметах как основы актов озарения.

Степень формализации двух последних информационных признаков требует дальнейшей проработки и участия в этом процессе всех преподавателей. В то же время, проведенные нами исследования показали принципиальную возможность создания таких моделей и подтвердили правильность выбранного направления управления учебным процессом с использованием расписаний.

Библиографический список

1. Норенков, И.П. Расчет динамических расписаний / И.П. Норенков, С.Ю. Разгуляев // Вестник Московского гос. тех. университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2001. – № 2. – С. 3 – 12.
2. Теория расписаний и вычислительные машины./ Под ред. Э.Г. Коффмана.– М.: Наука.– 1984 – 318 с.
3. Бардадым, В.А. Составление расписания учебных занятий с помощью ЭВМ [Текст] / В.А. Бардадым // Управляющие системы и машины. – № 8. – 1991. – С. 119-126.
4. Танаев, В.С. Теория расписаний. Многостадийные системы / В.С. Танаев, И.В. Сотсков, В.А. Струсевич. – М.: Наука, 1989. – 328 с.
5. Танаев, В.С. Теория расписаний. Одностадийные системы / В.С. Танаев, В.С. Гордон, Я.М. Шафранский. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
6. Зарубицкая, Т.Ф. о подсистеме автоматизированного составления расписаний учебных занятий / Т.Ф. Зарубицкая, А.Т. Самойленко // Опыт разработки и внедрения АСУ ВШ в Киевском государственном университете. – М.: НИИВШ, 1976. – С. 35 – 40.
7. Веревкин, В.И. Оптимизация последовательности стратификации ограничений авторасписания. / В.И. Веревкин, Т.А. Атавин, О.М. Исмагилова // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды 7 Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – 520 с. – С. 302 – 304.

8. Редлих, С.М. Здоровьесберегающая среда Кузбасской государственной педагогической академии / С.М. Редлих и др.// Кадровые ресурсы инновационного развития образовательной системы: Материалы 1 Всероссийского педагогического конгресса. – М.: МАНПО, 2007. – С. 144 – 150.
9. Степанова, М. Уроки здоровья с позиций сбережения детского здоровья: новые шкалы трудности учебных предметов / М. Степанова и др.// Директор школы. – № 4. – 2004. – С. 87 – 91.
10. Александрова, Н.Э. Трудность школьных учебных предметов как гигиеническая проблема / Н.Э. Александрова и др. // Народное образование. – №7. – 2004. – С.119 – 122.
11. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В.Я. Ротач. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 400 с.

ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ФУНКЦИОНАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫМ МОДУЛЯМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Федотов А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Структура веб-портала автоматизированного обучающего комплекса представлена многими функционально распределенными модулями. Модульная структура позволяет постепенно наращивать функциональность портала. При этом различные модули портала могут быть связаны или не связаны друг с другом своим предназначением. Например, если модуль формирования заданий обучающимся и модуль обучения связаны в смысловом плане, то модуль создания новостей вообще не связан с предыдущими. Подобная «независимость» модулей приводит к необходимости поиска вариантов их защиты от несанкционированного доступа. Стандартная система управления доступом к каталогам веб-сервера не позволит исключить возможность прямого запуска скриптов и, кроме того, требует дополнительных знаний, умений и программных продуктов для задания разрешений. Поэтому поставлена и решена задача создать такую систему управления доступом, которая одновременно запрещает прямой вызов модулей и проверяет по спискам доступа возможность обращения к его функциям у той или иной учетной записи. Для этого были сформированы определенные правила разработки модулей портала, что в дальнейшем позволило реализовать систему разграничения доступа с учетом особенностей строения и функционирования портала.

В соответствии с программной структурой портала вызов любого модуля и функции осуществляется посредством передачи пользователем параметров `mode` и `code` в CGI-запросе. В движке портала используется так называемый «wrapper»-подход, когда используется специальный корневой модуль, производящий из себя вызов функций другого модуля. Вся работы пользователя с сайтом происходит именно через этот модуль. Поэтому существует возможность централизованного запрета тому или иному пользователю доступа к тому или иному модулю и его соответствующим функциям.

Для автоматизированного обучающего комплекса wrapper-ом является корневой модуль `index.php` (рисунок 1). В нем происходит обработка CGI запроса (отсечение лишних пробелов, служебных символов и т.п.), ведь, как известно, большинство уязвимостей программного обеспечения возникает вследствие отсутствия проверки вводимых пользователем данных. Затем из обработанного запроса формируется переменная `$sa->input`, являющаяся массивом всех параметров CGI-запроса. После этого «wrapper» с помощью метода `require()` производит вызов всех запрашиваемых функций и модулей.

Для контроля за доступом пользователей к функциям сайта была разработана и вне-

дрена оригинальная система управления доступом, схема которой приведена на рисунке 2. В данной редакции она основана на использовании пока только двух обработанных параметров запроса: `$sa->input['mode']` и `$sa->input['code']`.

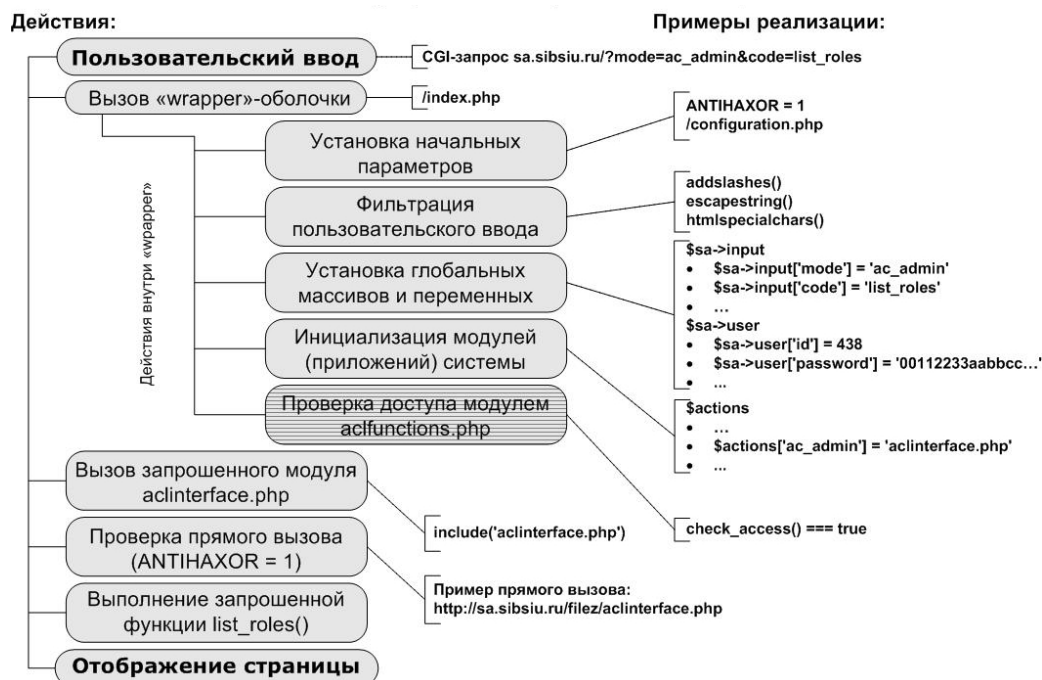


Рисунок 1 – Схема внутренней работы портала

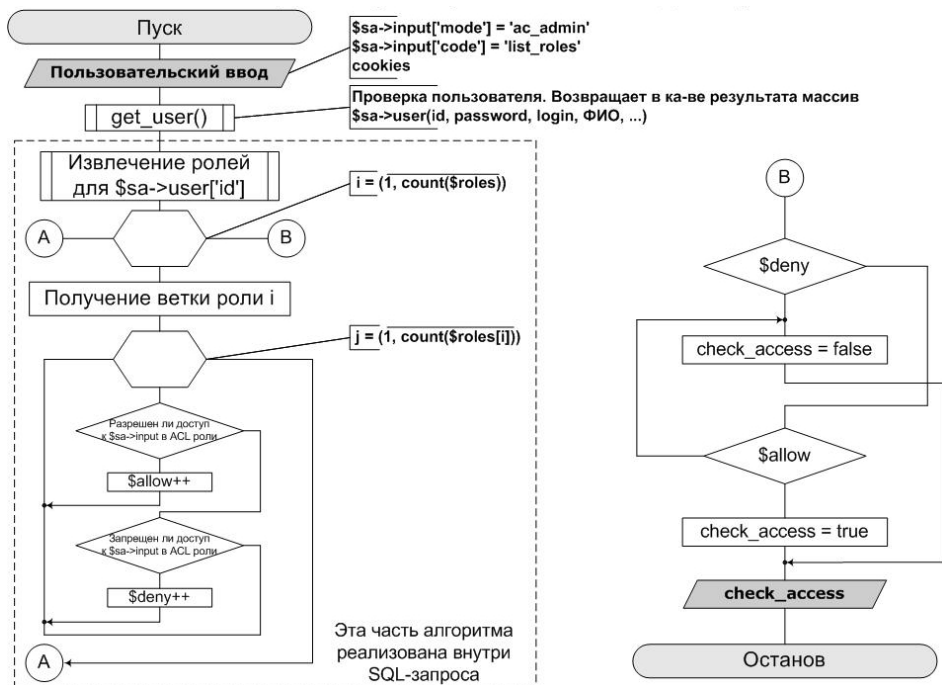


Рисунок 2 – Алгоритм разграничения доступа

Вследствие отсутствия встроенных механизмов контроля за сессией, необходимо осуществлять полную проверку пользователя и возможности доступа его к содержанию при

каждом новом HTTP-запросе. Всем пользователям в системе присваивается определенная роль. При этом роли могут наследовать и перекрывать разрешения друг друга. Эти особенности оказали влияние на разработку движка системы управления доступом, и заставили обратить внимание на вопрос оптимизации ее быстродействия.

Иерархия ролей имеет древовидную структуру, поэтому потребовалось выбрать такой способ представления и обработки иерархически организованных данных, использование которого не является ограничением ни для работы вычислительной техники, ни для программиста, реализующего систему разграничения доступа.

При решении задачи рассмотрено два основных метода представления деревьев: d в виде списка смежных вершин (Adjacency List Mode); метод вложенных множеств (Nested Sets).

Преимущество второго метода перед первым заключается в сравнительной простоте выборки данных из таблицы с иерархически организованными данными, а поскольку такую выборку требуется проводить при каждом запросе любой страницы, то этот метод и был реализован. Внутреннее представление пользователей, ролей и списка доступа показано на рисунке 3.

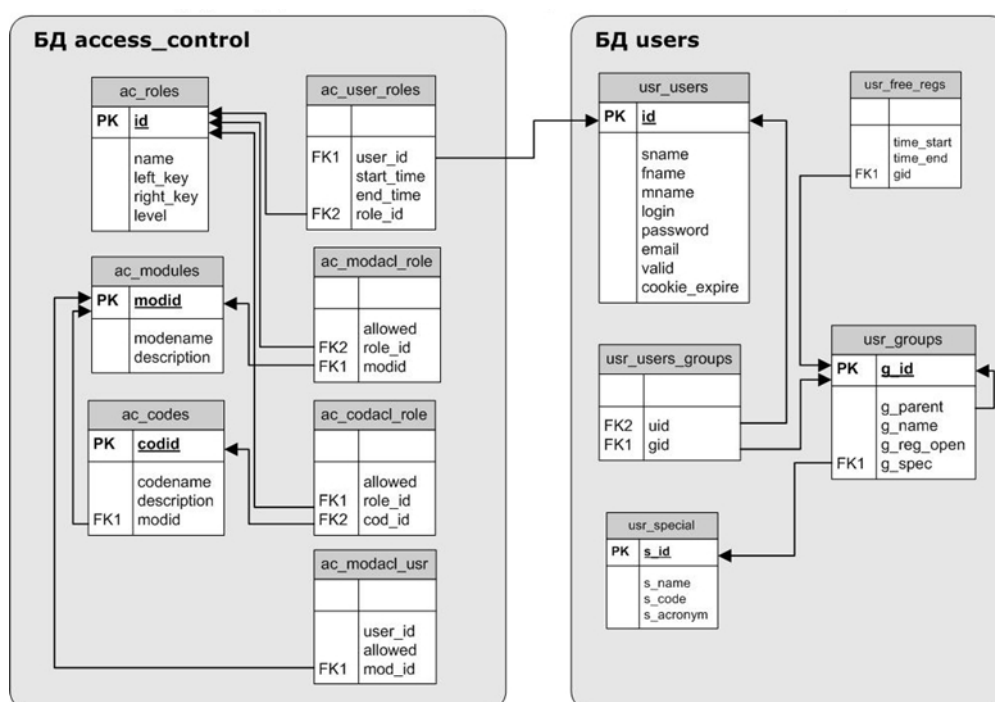


Рисунок 3 – Связи между таблицами в подсистеме разграничения доступа

В процессе решения поставленных задач выработаны и реализованы следующие правила разграничения доступа (ПРД):

1. В списках доступа роли могут быть модули и функции модулей сайта. Если указывается доступ к модулю, то фактически указывается доступ к функции по умолчанию этого модуля. Например, при следующем запросе: <http://sa.sibsiu.ru/?mode=news>, – фактически выполняется функция `list_news()` модуля `news.php`. Она же может выполняться и при таком запросе: http://sa.sibsiu.ru/?mode=news&code=list_news.

2. Если пользователь присутствует в списке пользователей роли, то ему явно указан тип доступа модулям или функциям, находящимся в списке доступа этой роли.

3. Тип доступа, указанный в списках доступа может принимать следующие значения: «разрешить» или «запретить». Таким образом, пользователю, для которого явно указан тип доступа, может быть разрешен либо запрещен доступ к функциям в списках доступа роли.

4. Если в списках доступа роли не указан запрашиваемый ресурс (модуль или функция), то считается, что пользователям этой роли ресурс недоступен.

5. Каждый пользователь может входить в списки пользователей нескольких ролей, а может не входить ни в один список.

6. Доступ к модулям и функциям этого модуля осуществляются отдельно. Т.е. если непосредственно к модулю доступ отсутствует, это значит, что он отсутствует только к функции default (по умолчанию), но никак не влияет на доступ к другим функциям *этого же* модуля.

7. Если некоторый субъект имеет две роли, в одной из которых доступ к запрашиваемому объекту разрешен, а в другой не указан, то доступ к этому объекту для пользователя разрешается.

8. Тип доступа «запретить» имеет больший приоритет над типом доступа «разрешить». Это значит, что если некоторый субъект имеет две роли, в одной из которых тип доступа к элементу – «запретить», а другой к этому же элементу «разрешить», то субъекту доступ к этому элементу запрещается.

9. Если пользователь входит в некоторую роль, и запрашивает ресурс, тип доступа к которому в родительской роли (или родительской для родительской и т.д.) – «запретить», то пользователю доступ запрещен. При этом совершенно никакого значения не имеет, разрешен ресурс в списке доступа роли пользователя, либо в вышестоящих ролях.

В результате получена система, состоящая из двух модулей, написанных на языке PHP:

1) `aclfunctions.php` – ответственен за непосредственное решение о предоставлении или запрещении доступа к элементу портала. Содержит функции `get_user()`, `get_ip()`, `check_access()`;

2) `aclinterface.php` – реализует функции управления разрешениями, ролями и пользователями, а именно: создание ролей; удаление ролей; перемещение ролей; добавление пользователей в роль; удаление пользователей из ролей; перемещение пользователей из роли в роль; добавление модулей и функций в портал; удаление модулей и функций из состава портала; редактирование модулей и функций; добавление разрешений для ролей; удаление разрешений из списков доступа ролей; смена типа разрешений (запретить/разрешить).

В общих словах алгоритм проверки, реализованный в системе управления доступом, приведенный на рисунке 2, включает следующие операции:

- извлекаются все роли, в которые входит пользователь;
- для каждой роли определяются всех непосредственные роли-родители;
- производится проверка доступности запроса для каждой из выбранных ролей;
- предыдущий пункт возвращает количество разрешений и запрещений к запрашиваемому ресурсу для проверяемого пользователя.

Возможны несколько результатов проверки:

- запрещений и разрешений не найдено. Доступ к запрашиваемому ресурсу запрещается;
- разрешения найдены, запрещений – отсутствуют, и как следствие, пользователю доступ разрешается;
- запрещений найдены, доступ запрещается.

Несмотря на то, что сам модуль разграничения доступа сравнительно прост, без эффективного инструмента, позволяющего создавать, удалять, перемещать роли, редактировать их списки доступа и пользователей, добавлять, удалять и изменять модули в системе, он не решает поставленной задачи.

Разработанный модуль `aclinterface.php` как раз и является таким инструментом, выполняя функции, перечисленные в начале раздела, обеспечивая целостность таблиц доступа и данных.

Являясь модулем, он подчиняется тем же правилам доступа, что и остальные модули портала, поэтому для получения доступа к данному инструменту необходимо пройти авто-

ризацию на сайте. Снимки экрана с административным интерфейсом подсистемы разграничения доступа представлены на рисунке 4.

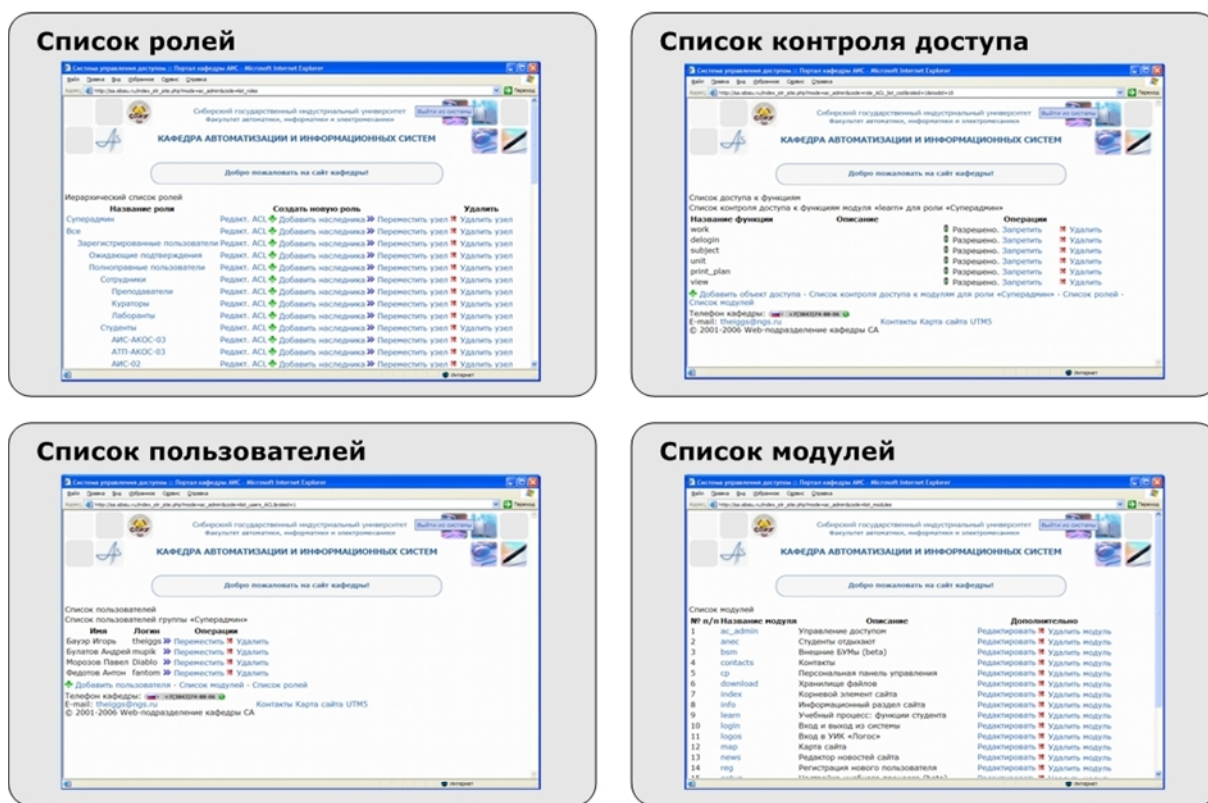


Рисунок 4 – Фрагменты интерфейса системы разграничения доступа

СТИМУЛИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ПОДСОЗНАНИЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Веревкин В.И., Веревкина Н.Н., Гринберг М.В.

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
г. Калининград*

*Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей
г. Новокузнецк*

Творчество преимущественно связано с образным мышлением. В то же время, зачастую человек совершает неосознанные, хотя и необходимые поступки до их реального осмысления и анализа. Правое полушарие мозга способно быстро схватывать информацию и оценивать ее значимость до ее полного осознания. Данная особенность нашего сознания открывает новые возможности использования несдерживаемого подсознания для формирования пока слабо формализованных, но нетривиальных мыслей. Эту возможность, в принципе, можно реализовать, если преодолеть существующую психологическую защиту нашего сознания (перцептуальную, вытеснением, компенсацией и приписыванием качеств [1]).

Прямое воздействие на подсознание можно осуществить, например, опираясь на физиологические особенности нашего сознания: используя замедленную реакцию логико-вербального мышления по сравнению с абстрактным (использование сдвига по фазе); искусственно понижая уровень существующего защитного барьера; используя повышенную чувствительность абстрактных аналитических форм в сравнении с логико-вербальными.

Так на сдвиге по фазе основано устройство по выявлению террористов. Подозреваем-

мым демонстрируют короткий фильм. 25-м кадром вставляют картинку взорвавшегося самолета. Подсознание террориста реагирует быстрее его сознания. Поэтому сознание не успевает заблокировать реакцию организма на возбуждение от переживания предстоящего террористического акта. Реакцию подсознания улавливают по вздрагиванию век глаз, уменьшению электрического сопротивления пальцев рук, реакции глаз и т.п. Практически на том же принципе основано действие детектора лжи. В педагогике же известны способы стимуляции работы сознания путем щадящего вставления 25 кадра с проблемными картинками. Разблокированное подсознание успевает реагировать и формировать свое решение.

Для эффективного снятия защитной реакции сознания на детекторе лжи испытуемого подвергают химическому воздействию. Другим способом снижения защитной реакции сознания является гипнотический сон. При этом искусственно обрываются внешние информационные связи человека, за исключением связи с гипнотизером. Сознание переключается на искусственно созданный образ, освобождая подсознание. Частичное снятие защитного барьера имеет место и в обычном сне. Но возможное озарение во сне, к сожалению, происходит в условиях ослабленной аналитической работы сознания, что отрицательно сказывается на завершающем этапе творческого процесса [1].

Наконец, интересные перспективы стимуляции творческого озарения, на наш взгляд, открывает использование повышенной чувствительности правой половины нашего мозга, ответственной за образное мышление. Сигналы, поступающие от рецепторов, улавливаются этим типом мышления. Левая же половина, отвечающая за упрощенное логическое осмысление общего представления правой части мозга, начинает реагировать лишь при значимом отличии сигнала от уровня шума. Искусственным понижением уровня сигнала, мы добивались обращения лишь к образному мышлению. Таким методом до подсознания хорошо проходят широко известные музыкальные фрагменты, напоминания о невыполненных работах, предупреждения и т.п. Наша практика позволяет говорить, что одним из направлений использования повышенной чувствительности правой половины нашего мозга для решения задач креативного типа может служить, например, «нашептывание» подсказок – возможных приемов выхода из конфликтных ситуаций, заимствованных в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Из психотерапии известен способ воздействия на подсознание, заключающемся в выработке словесной формулы внушения для каждого отдельного случая, записывания ее в устройство, воспроизводящее запись многократное число раз и прослушивания. Последнее проводят посредством устройства до возникновения соответствующего преобладания мыслей и их объективного исполнения [2]. Способ направлен на внушение и исполнение человеком на уровне подсознания вполне определенной мысли. Однако для стимулирования творческого процесса путем подталкивания в отдельном человеке или в коллективе процесса озарения он не годится.

Для стимулирования творческого процесса мы непосредственно воздействовали на подсознание одного человека или целого коллектива. Для этого составляли для каждого отдельного случая словесную формулу, записывали ее, многократно воспроизводили и прослушивали запись до возникновения соответствующего преобладания мыслей ходу творческого процесса – как в процессе обдумывания решения, так и в перерывах между обдумываниями, во время приема пищи, и т.д. В случае необходимости громкость звуковых сообщений подстраивали так, чтобы вывести уровень звукового сигнала на границу слуховой восприимчивости человека. При работе с коллективом уровень звукового сигнала настраивали по участнику с минимальными слуховыми способностями.

По другому варианту словесную формулу мы наполняли идеями, наводящими на искомое решение либо выполняли в виде дополнительных сведений, облегчающих поиск решения.

Многократное нашептывание заранее составленной формулы, воспроизводится не конкретно в назревший для акта озарения момент времени, а в течение всего творческого процесса. Это способствует возникновению психологического включения каждого кон-

кретного человека в акт озарения в тот момент времени, который для него оказывается наиболее благоприятным.

Основная идея данного способа состоит в том, чтобы, минуя защитные (барьерные) механизмы сознания, обращаться непосредственно к подсознанию. При этом для предотвращения подавления процесса творческого поиска сформировавшимся, устоявшимся, закостенелым логико-вербальным представлением мира уровень звукового сигнала искусственно понижали. До участников творческого процесса фактически доводили только отрывки звуковых сообщений. В этих условиях логико-вербальная составляющая сознания оказывалась лишенной требуемой информации. По поступающему калейдоскопу сообщений она не могла принять однозначного решения, а значит, и вгонять сообщение в определенную рамку сформированных представлений. Озвученная формула воспринималась сознанием на уровне шума. Подсознание же самостоятельно создавало размытый образ сообщения – прообраз его будущего модельного логико-вербального представления.

Неосознанный полностью образ сообщения вызывал ответную реакцию подсознания. Вокруг размытого образа (что важно – вблизи искомой области) активизировалось множество связей, вызывая новые, нетривиальные ассоциации, создавая базу, благоприятные условия для поиска творческого решения.

Наряду с прямым обращением к подсознанию при решении задач креативного типа полезно выработать у обучающегося способность мыслить расширенными категориями, так же, как это делают ученые. Последнее невозможно выполнить без усиления влияния на процесс мышления правой половины мозга. Мы прививали обучающемуся способность абстрагирования от мелкой конкретики, умение подниматься над ней, концентрации на главном. Одновременно в постановочные лекции и практические занятия включали элементы, развивающие образное мышление обучающихся. Например, учили описанию собственных сновидений, диалогу с картиной, стратифицированному восприятию рынка [3]. Кроме того, при работе с обучающимися помнили, что, по словам В.С. Ротенберга, «искусство и литература, юмор, парадоксы и анекдоты, лучшие фильмы и собственные сновидения являются сотрудниками на ... пути сбережения и умножения образного мышления» [1].

При анализе объектов и целых систем использовали средства и методы, соответствующие требуемой образности описания. Так при большой степени абстрагирования в ходе анализа состояний рынка и производства принимали направление на вербально-образное мышление, характерное для правой половины мозга. То есть, делали форму подачи материала функцией требуемого уровня абстрагирования.

При предпочтительном образном описании возникает проблема адекватной оценки реальности, воспринимаемой преимущественно правой половиной мозга. Например, для того, чтобы узнать и далее использовать в рассуждениях образное представление какого-то лица нужно учесть огромное количество его мелких отличительных особенностей. При возникновении устойчивых затруднений с подобным представлением определенную пользу может оказать и вербально-логическое мышление. Для этого практически всегда оказывается возможным выделить ограниченное число характерных признаков анализируемого объекта. Совокупность признаков помогает отнести его к тому или иному типу (распознать представленный образ).

Во время деловой игры и при работе в ученическом предприятии школьников и студентов приучали к саморассуждению, к формированию внутри своего сознания мыслей в виде отчетливо различимых логических построений и фраз по типу внешней речи. Таким образом, внутреннее логическое построение вербального материала в ходе внутренней речи способствовало структуризации, повышению формализации, и как результат – совершенствованию организации процесса мышления. Эволюционная выкристаллизация алгоритма построения фразы внутренней речи обучающегося на базе широких образных представлений позволяла ему использовать открывающиеся при этом возможности для оттачивания не только фразы, но и самой мысли.

Известно, что ряд функций присущ человеку с раннего детства. Например, легкое

восприятие графических образов. Человек легко (в отличие от вычислительной машины, работающей, в основном, на логико-вербальной основе) распознает образ из большого множества других. Ребенок уже в три месяца зрительно узнает мать. Этим мы периодически пользовались в процессе обучения школьников и студентов, переводя задачу в благоприятную область распознавания образов. Например, путем графического сравнения объектов и поиска среди них наиболее подходящего. Тем самым вновь использовали искусственный перевод процесса мышления на пониженную ступень онтогенеза, где уровень владения, мощь накопленных знаний, умений, навыков (ЗУНов) и компетенций оказывается выше. Это напоминает ситуацию, когда автомобиль, которому предстоит преодолеть значительный подъем, переключают на меньшую передачу. Скорость, правда, понижается, но мощность на валу двигателя растет. Это позволяет успешно решить трудную задачу.

Библиографический список

1. Ротенберг, В.С. Сновидения, гипноз и деятельность мозга / В.С. Ротенберг / <http://www.bookap.by.ru/gypno/rotenberg/oglav.shtm>.
2. Буль, П.И. Основы психотерапии / П.И. Буль. Ленинград, Медицина, 1974, 517 с.
3. Кундозерова Л.И. Стимулирование творческой активности учащихся в системе поддержки принятия решения ученического предприятия. / Л.И. Кундозерова, Н.Н. Вережкина / Педагогические системы развития творчества: Материалы 6-й Междунар. научно-практ. конф. 10-12 декабря 2007 г., Екатеринбург: В 3 ч. – Урал. гос. пед. ун-т, 2007. – Ч. 1. – 223 с. – С. 68 – 77.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ШАХМАТНОГО КЛУБА

Ширяев А.С., Львова Е.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Основной целью создания системы является информационная поддержка проведения шахматных турниров, включая информатизацию процесса шахматной игры; автоматизацию процесса формирования, отображения; хранения и обработки специализированной шахматной информации; повышение эффективности процесса обучения будущих шахматистов и работы судейской коллегии.

Информационная система предназначена для выполнения следующих функций:

- трансляция шахматных партий в режиме реального времени для присутствующей аудитории и в Интернете;
- освещение турнира в средствах массовой информации;
- предоставление исчерпывающей информации по каждому участнику соревнований по первому запросу;
- организация моментального переноса записи шахматных партии в электронную форму;
- отображение шахматных партий, турнирного положения, различного рода статистической, рекламной информации на специализированных экранах и электронных стендах для широкой аудитории;
- трансляция мультимедийной информации о соревнованиях по университету и в Интернете;
- хранение информации о каждом участнике соревнований, турнирной информации, мультимедийной информации и т.п.;
- оперативная обработка всей поступающей информации и выдача всех необходимых для соревнований данных, всевозможных прогнозов, вероятностных оценок и т.п.;
- организация выдачи в оперативном режиме информации по спорным вопросам, возникающим в ходе игрового процесса;

- организация компьютеризированного процесса обучения игре в шахматы;
- повышение интереса общественности к шахматной игре путем создания возможности сделать ставки на понравившихся игроков.

Информационная система шахматного клуба (рисунок 1) включает пять основных подсистем: интегрирующую подсистему; подсистему сбора информации; подсистему обработки и хранения информации; подсистему отображения информации; обучающую подсистему.

Интегрирующая подсистема в общем виде представляет собой сетевую структуру, охватывающую все остальные подсистемы. Поэтому она является наиболее важной из всех остальных подсистем. Конфигурация оборудования подсистемы следующая: основной сервер; дополнительный сервер для обеспечения надежности; соединительные провода; резервный канал передачи данных; маршрутизатор; десять рабочих компьютеров; периферийные устройства.

Подсистема сбора информации включает: подсистему «Тотализатор»; электронные шахматные доски; Интернет и локальную сеть шахматного клуба; фото- и видеоаппаратуру.

Подсистема «Тотализатор», является также частью подсистемы отображения информации и представляет собой специализированный терминал, который позволяет получить оперативную информацию о любом участнике соревнований, сделать ставки на конкретные партии и исход всего соревнования в целом и т.д. Количество терминалов может быть увеличено или сокращено в зависимости от предполагаемой их рентабельности и финансирования проекта. Источником для прототипа может послужить оборудование букмекерских контор, «Мультикасссы» экспресс-оплаты.

Электронные шахматные доски представляют собой комплекты шахматных фигур с досками и шахматными часами, соединённые при помощи соединительных проводов с компьютером. Процесс, происходящий во время игры за шахматной доской, полностью переносится в электронную форму при помощи специализированного программного обеспечения. Прототипом данной системы является информационная система «Шахком», возможности которой полностью удовлетворяют предъявляемым требованиям. Количество электронных шахматных досок целесообразно выбирать от 4 до 10. Менее 4 досок – слишком малое число транслируемых партий, не способное удовлетворить интересы аудитории; более 10 досок – слишком большое число одновременно транслируемых партий, аудитория не способна будет уследить за всеми изменениями на мониторах. Кроме того, за пределами десяти досок, особенно в первых турах, квалификация игроков может быть довольно низкой. Таким образом, количество электронных шахматных досок решено выбрать в числе 8 штук.

Интернет и локальная сеть шахматного клуба – необходимые источники информации. Отсюда будет поступать информация самого различного рода: отзывы, комментарии, предложения, любительское фото и видео и т.д.

Подсистема обработки и хранения специализированной шахматной информации представляет собой набор программного обеспечения для проведения турниров, хранения и классифицирования шахматной информации, программного обеспечения для обслуживания электронных досок. В качестве программного обеспечения для проведения турниров предлагается: стандартная судейская программа SwissMaster 5; ChessAssistant 9 в количестве 10 лицензионных версий; ChessBase 9 в количестве 4 лицензионных версий.

Для обслуживания электронных досок используется программное обеспечение, разработанное фирмой «Шахком», которое отвечает всем необходимым требованиям: оно позволяет осуществлять мгновенный перенос шахматных партий в электронную форму, практически исключает спорные ситуации и т.д.

Подсистема обработки и хранения мультимедийной информации представляет собой специализированные программные пакеты для работы с мультимедийными данными.

Подсистема отображения информации состоит из подсистемы трансляции шахматных партий и подсистемы трансляции мультимедийной информации.

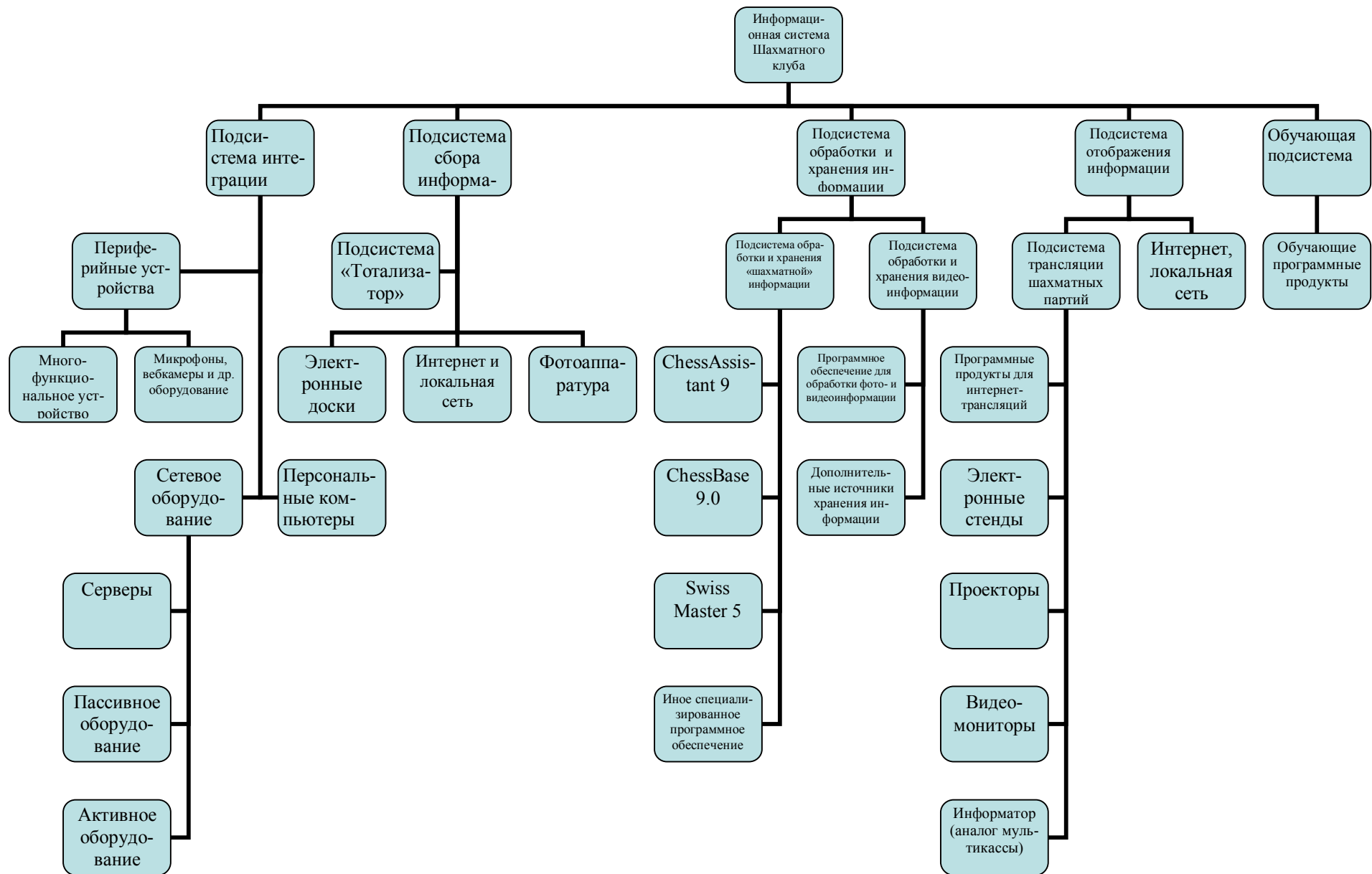


Рисунок 1 – Информационная система шахматного клуба

Подсистема трансляции шахматных партий представляет собой оборудование для трансляции шахматных партий для присутствующей аудитории и через Интернет. Так как используется программное обеспечение для электронных шахматных досок фирмы «Шахком», то не возникнет необходимости в дополнительном программном обеспечении для интернет-трансляций, так как имеющееся программное обеспечение уже содержит все для этого необходимое. Для трансляции шахматных партий присутствующей аудитории предлагается использовать электронные стенды и проекторы. Кроме этого, предлагается организовать доступ к трансляции шахматных партий из терминалов подсистемы «Тотализатор», что не представляет больших трудностей, так как является частным случаем интернет-трансляций.

Подсистема трансляции мультимедийной информации представляет собой оборудование для видеотрансляции: мониторы и проекторы. В качестве подобного оборудования можно использовать то же самое оборудование, что и для трансляции шахматных партий, согласуя расписание видеотрансляций и трансляций шахматных партий. Кроме этого, видеосигнал предлагается вывести на терминалы подсистемы «Тотализатор».

Обучающая подсистема представляет собой набор программных средств для обучения шахматной игре, тренировки, игры в шахматы через сеть Интернет и по локальной сети шахматного клуба. В качестве подобных программных средств используются: ChessAssistant 9; ChessBase 9; программа-задачник Studies 2.0; программа-задачник «Шахматные комбинации»; программа для игры по сети Интернет «ChessPlanet».

Возможности предлагаемой информационной системы позволят использовать ее для проведения всевозможных конференций, ярмарок, фестивалей, форумов различного содержания и назначения с их видеотрансляциями и интерактивным общением. Кроме того, появится возможность участия спортсменов в интернет-соревнованиях, станет возможным интерактивное обучение.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ LMS MOODLE

Новокрецин Б.Г.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Масштабные реформы в сфере профессионального образования России неотвратимы и необратимы, затрагивают разные стороны жизни большинства учреждений образования и их структурных подразделений, чьё благосостояние и само существование зависит ныне от способности адекватно реагировать на вызовы времени и совершать свой «стратегический маневр» в новой операционной обстановке. Инновационная активность при этом может быть направлена на разные объекты и облекаться в разные формы, порождая те или иные результаты, но общая их цель – сохранение и укрепление позиций в новом миропорядке.

Ключевым звеном в системе образования является учебный процесс, формирующий определенные общественные блага. Традиционно к ним относятся знания, умения и навыки, а в последние годы (по государственным стандартам третьего поколения, ФГОС-3) ещё и компетенции. Но этим не исчерпываются возможности вузов, где при продуктивно-деловом подходе к образованию возможно получение также и других результатов, способствующих успешному трудоустройству и карьерному росту выпускников, престижу профессии и вуза.

Среди прочего такими результатами могут быть социально значимые проекты и продукты, создаваемые студентами в ходе обучения, полезные публикации как вид собственности и многое другое. Этому способствуют «бизнес-инкубаторы» вузов и другие механизмы материализации и реализации знаний, поощряемые властями и бизнес-структурами.

Повышению продуктивности и полезной отдачи учебного процесса способствуют, в частности (и прежде всего), современные средства автоматизации и информатизации, среди которых наиболее полновесными являются дистанционные образовательные технологии (ДОТ), обеспечивающие комплексное решение проблемы формирования дееспособных и самодостаточных специалистов. Использование ДОТ, помимо основного их назначения, позволяет вовлечь в образовательный процесс ряд дефицитных для вуза ресурсов, включая бытовую электронику (ПЭВМ и др.) студентов, открытые источники Internet, творческий потенциал профессиональных сетевых сообществ. Инвестиции такого рода крайне важны для достижения предельно высоких целей, предполагающих соответствующие затраты.

Сетевые ДОТ, базирующиеся на стандартах и сервисах Internet, радикально меняют инфраструктуру и организацию учебного процесса, включая основополагающие принципы аудиторно-группового обучения (классно-урочной системы Коменского). По сути дела с их помощью осуществляется (в своих пределах) полномасштабный реинжиниринг учебных процессов, как того требует методология BPR. [1] «Структурная революция» такого рода позволяет оказаться от малоэффективных составляющих системы образования, заменяя и дополняя их более совершенными и надежными компонентами и связями (рисунок 1).

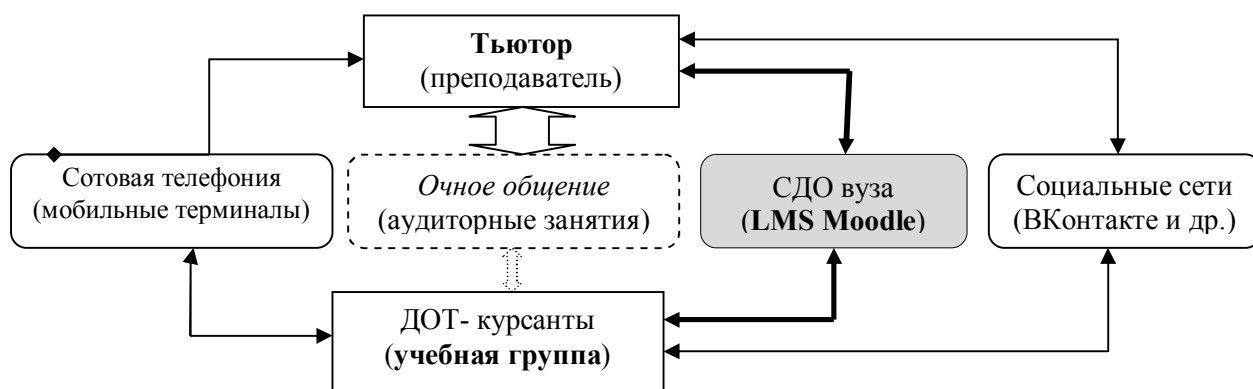


Рисунок 1 – Альтернативные виды коммуникаций в учебном процессе

Создаваемая на базе ДОТ социотехническая система обладает намного более высоким совокупным производительным потенциалом, нежели традиционные учебные группы под управлением и информационно-методическим обеспечением преподавателя. Потенциал же этот зависит от состава и конструктивных особенностей инструментальных средств ДОТ, информационного наполнения сетевых структур и прочего. Так, решающее значение имеет совершенство программного обеспечения, его соответствие реальным нуждам образования.

В мировой практике давно и широко используются разные средства информатизации учебных процессов, такие, например, как сетевые обучающие системы, которые позволяют автоматизировать многие рутинные операции, обеспечить участников учебного процесса информацией и осуществить текущий контроль их деятельности, повысить ее прозрачность и комфортность, а также получить другие эффекты, недостижимые при очном общении. Существует ряд вариантов исполнения таких систем со своими особенностями, включая:

- Learning Management System (LMS);
- Course Management System (CMS)
- Learning Content Management System (LCMS);
- Managed Learning Environment (MLE);
- Learning Support System (LSS) или Learning Platform (LP) .

Наиболее распространенными из них являются программные оболочки класса LMS,

представленные на мировом рынке рядом представительных изделий, различающихся как принятыми подходами к обучению, так и конструктивными свойствами, эксплуатационными характеристиками и другими особенностями. По мнению разных экспертов к числу наиболее популярных систем этого класса, применяемых во многих странах, относятся:

- LMS Moodle (<http://www.moodle.org>);
- LMS Dokeos (<http://www.dokeos.com>);
- LMS ATutor (<http://www.atutor.ca>);
- LMS ILIAS (<http://www.ilias.de/ios/index-e.html#ilias>);
- LMS SAKAI (<http://www.sakaiproject.org>);
- LMS LRN (<http://dotlrn.org>);
- LMS COSE (<http://www.staffs.ac.uk/COSE>);
- LMS LON-CAPA (<http://www.lon-capa.org>) и ряд других;
- LMS Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) входит в состав наиболее востребованных систем управления информационно-методическим контентом и деятельностью участников учебного процесса, предназначена для создания сетевых учебных курсов и построена по модульному принципу, позволяющему избирательно реализовать те или иные функции (лекции, задания, опросы, тесты и др.). Среди главных особенностей LMS Moodle обычно выделяют:

- платформа PHP, MySQL;
- поддержка IMS/SCORM спецификаций;
- поддержка практически любых национальных языков и форматов данных;
- лицензия: GNU General Public License (GPL).

Характеристики системы и отдельных её модулей, а также порядок их использования на практике описаны в системной документации и специальной литературе [2 – 5], позволяя желающим установить и адаптировать к местным нуждам, освоить и применить её в том или ином объеме, используя определенные сочетания модулей. В простейшем случае Moodle поддерживает распределенный во времени и пространстве учебный процесс имеющимися в системе технологическими сервисами (электронная почта, форумы, блоги, рабочие тетради и др.), обеспечивая разноплановые телекоммуникации между участниками процесса. Однако глубинный смысл и более важное значение этого средства для развития образования можно обнаружить в их проявлениях не столь очевидных, если рассматривать LMS как сложный исторический феномен с позиций системного анализа, выделяя и оценивая разные аспекты, включая инженерно-технический, экономический, организационный, геополитический и прочие. Но в рамках темы система интересна прежде всего как инструмент для инноваций.

Многолетняя практика применения LMS Moodle в разных странах сопровождается неуклонным накоплением образовательных ресурсов (таблица 1), пригодных для обеспечения разных дисциплин и образовательных процессов. Этому способствует возможность отбора, систематизации и экспорта готовых учебно-методических комплексов (УМК) и ДОТ-курсов. Тем самым создаются предпосылки плодотворной кооперации заинтересованных сторон для экономии времени и средств, унификации требований к выпускникам вузов и повышения качества их образования. Во многих случаях это избавляет преподавателей от трудоемкой разработки подобных электронных материалов и снижает требования к их квалификации в части подготовки мультимедийной сетевой информации, как того требует ФГОС-3. Понятно, что при расширении масштабов информатизации учебных процессов это является ключевым фактором успеха инноваций на уровне отдельных кафедр, вузов и всей системы образования, поскольку тогда именно информационное наполнение LMS становится главной проблемой.

Являясь результатом бескорыстного творческого сотрудничества специалистов многих стран, Moodle воплощает в себе по сути мировой опыт информатизации образования, отражая требования мировых и европейских стандартов, вынуждая пользователей следовать этим нормам и принципам при разработке новых ДОТ-курсов. Так перманентно на-

сается на местах определенное понимание сути информатизации и новая технологическая культура. В связи с вхождением России в Болонский процесс такая форма приобщения местных вузов к европейским традициям и нормам позволяет совместить создание единой технологической инфраструктуры с решением других задач международного сотрудничества и глобальной интеграции вузов при реализации совместных планов и программ обучения. Принятие типовых проектных решений по LMS Moodle избавляет пользователей от необходимости разрабатывать «доморощенные» системы, резко ускоряя темпы информатизации, экономя время, творческие силы и средства для решения других не менее важных задач обновления.

Таблица 1 – Статистика LMS Moodle (июль 2011 г. [2])

Стран, применяющих LMS	211
Зарегистрированных сайтов	53,889
Созданных курсов	4,544,401
Учтенных пользователей	43,177,669
Учтенных преподавателей	1,118,357
Сообщений в форумах	75,710,665
Всего ресурсов (СЕИ)	39,950,960
Число вопросов	73,174,001

Как современное средство телекоммуникаций LMS Moodle обладает возможностями многоплановой интеграции разных категорий потенциальных участников учебного процесса, способных внести в него свою лепту (при наличии благоприятных для этого условий). При подключении к Internet (что изначально заложено в Moodle) система позволяет активно взаимодействовать с преподавателями и студентами в разных ролях и режимах не только представителям администрации и подразделений вуза, но и заинтересованным деловым партнером, ответственным специалистам и контролирующим органам, избавляя образование от чрезмерной замкнутости, несогласованности и фрагментарности, примитивных форм аудита и других «генетических» недостатков. Тогда LMS Moodle превращается в платформу для крупных организационных изменений с пересмотром состава действующих лиц и ролей, перераспределением функциональных нагрузок и изменением других составляющих.

В процессе обучения LMS Moodle позволяет не только распределять информацию и оперативно обмениваться сообщениями, но также собирать, систематизировать и хранить результаты творческой деятельности участников, представляющие определенную ценность для них самих и будущих пользователей. Аккумулируя интеллектуальные ресурсы, система обретает свойства своеобразного катализатора развития контента и логики учебных курсов, обогащаемых очередными поколениями студентов, заимствующих достижения прошлых лет и вносящих свою лепту. Такой метаболизм знаний осуществляется не только по «вертикали» поколений, но и в рамках одной группы, где лидеры способны поделиться информацией и творческими находками, помогая так или иначе отстающим. Эффект такого взаимодействия возрастает при использовании в рамках ДОТ интерактивных деловых игр (ИДИ). Подобные неформальные структуры и процессы имеют определенную силу действия, дополняя усилия преподавателей и отражаясь на результатах образования, наполняя его новыми смыслами и формируя ряд профессиональных компетенций. Таким образом система Moodle служит не только технологической платформой для формирования коллективных баз данных и знаний, но и развития новых отношений в студенческой среде, меняя её все

более основательно.

Существенно, что обучение студентов в среде LMS Moodle формирует у них знания и навыки, полезные для успешного использования подобных интерфейсов в других открытых учебных центрах, позволяя использовать альтернативные источники и изучать другие курсы за рамками типовых учебных планов своего вуза. Такой контакт с внешним миром меняет условия самостоятельной работы студентов (СРС), облегчая им выход на оперативный простор. А в широком смысле это можно понимать как подготовку к осуществлению новой парадигмы «образования через всю жизнь» с добычей знаний из всех доступных источников. И даже небольшой семестровый тренинг позволяет получить необходимый для этого опыт.

При переходе к дистанционному обучению радикально меняется деятельность самого преподавателя, ее содержание и форма. Обычная репродуктивная дидактика вытесняется и заменяется конструированием ДОТ-курсов, организацией и управлением образовательным процессом, типовыми функциями тьюторов. В общем случае для создания и ввода в действие нового курса требуется выполнить ряд типовых этапов разработки сложных систем, включая концептуальное, техническое и рабочее проектирования, информационное наполнение и экспериментальную проверку (тестирование) курса. При этом все учебные материалы должны быть подготовлены и надлежаще оформлены, исключая необходимость очного общения. Полновесный состав и рациональная организация информационной базы любого курса – обязательное условие использования ДОТ и, фактически, перевод его в качественно новое состояние. Как и другие LMS, Moodle побуждает преподавателя к систематизации и рационализации своих источников, приданию им завершенной формы интеллектуального продукта, обладающего свойствами и признаками интеллектуальной собственности.

Эти и другие неочевидные эффекты и возможности, сопутствующие использованию LMS Moodle как инструментального средства информатизации учебных процессов, могут рассматриваться как стимуляторы и катализаторы разнообразных изменений в сопряженных областях, включая мотивации и образ мысли участников, их организационные формы и отношения, принципы действия и взаимодействия, информационное обеспечение и прочее. При системном подходе к делу внедрение LMS должно сопровождаться комплексными изменениями в сфере её применения, включая подготовительные (пропедевтические) циклы для новых учебных групп, погружаемых в среду ДОТ. Каждое такое изменение, причинно обусловленное, объективно необходимое и влияющее на конечный результат, должно порождать свой полезный результат, а в совокупности это дает кумулятивный эмерджентно-синергетический эффект, соответствующий самым оптимистичным (в духе ВРР) ожиданиям. Потому что конечной целью инноваций являются не они сами, а порождаемый ими блага.

В СибГИУ программная оболочка Moodle используется с 2005 года (рисунок 2). На ее базе построено свыше 40 курсов дистанционного обучения и прошли обучение около 2 тысяч студентов с частичной или полной заменой аудиторных занятий виртуальными. При этом успешно использованы и прошли многократные испытания все модули и распространенные форматы файлов, различные режимы и формы обслуживания студентов.

В целом LMS Moodle зарекомендовала себя как гибкий, достаточно надежный и сравнительно простой инструмент дистанционного обучения, который в сочетании с другими средствами может стать со временем реальной альтернативой очному обучению, обладая немалыми достоинствами и преимуществами. Следует учитывать, что технический прогресс и приобретаемых преподавателями опыт быстро расширяют возможности ДОТ и повышают качество обучения, тогда как традиционные формы обучения достигли своих пределов совершенства и практически исчерпали себя уже в настоящее время. Дальнейшее повышение требований к качеству и эффективности образования должны закономерно привести к доминированию ДОТ в учебном процессе.

СДО - ИНТЕГРАТОР Вы зашли под именем Борис Георгиевич Новокрецин (Выход)

Сибирский государственный индустриальный университет

Наступающие события

Не имеется никаких наступающих событий

[Перейти к календарю...](#)
[Новое событие...](#)

Последние действия

Элементы курса с пятница 10 Июнь 2011, 12:40
Полный отчет о последних действиях

Со времени Вашего последнего входа ничего нового не произошло

НОВОСТНОЙ БЛОК

[Добавить/удалить ленты](#)
НОВОСТИ КАФЕДРЫ АИС
Время собирать камни
НОВОСТИ ДЕКАНАТА
Re: Испытание новостной системы
УСКОРЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ
Re: Не совсем так

Обмен сообщениями

Анна Пуськова
Обмен сообщениями... 1

Категории курсов

ПРОПЕДЕВТИКА	6
АБИТУРИЕНТАМ	8
СТУДЕНТАМ ВУЗА	14
СПЕЦИАЛИСТАМ	5
ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ	2
БИЗНЕС-ПАРТНЕРЫ	3
ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ГРАМОТНОСТИ	3

Поиск курса:

ОБЪЯВЛЕНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ САЙТА

[Подписаться на форум](#)

Как работать с новостями
от Борис Георгиевич Новокрецин - вторник 22 Сентябрь 2009, 01:17

Новостной блок предназначен для оперативного оповещения участников о новостях во всем мире, регионе, вузе, кафедре и отдельных группах при работе с LMS Moodle через Internet или мобильные терминалы (технология WiFi в стенах вуза). Блок может меняться по составу новостных RSS-лент, который предлагается активными пользователями с отражением наиболее актуальных тем и источников. Новости кафедры, деканата, учебных групп и сайта в целом, опубликованные в соответствующих форумах, могут комментироваться, оцениваться и уточняться желающими...

[Редактировать](#) | [Удалить](#)

Открыт внутренний Webmail
от Роман Койнов - понедельник 9 Июнь 2009, 13:36

Люди

Участники

Пользователи на сайте

(последние 5 минут)
 Борис Георгиевич Новокрецин

Элементы курса

Ресурсы
 Глоссарии
 Форумы
 Чаты

Администрирование

- Уведомления
- Пользователи
- Курсы
- Оценки
- Местонахождение
- Перевод
- Модули
- Безопасность
- Внешний вид
- Главная страница
- Сервер
- Сетевое взаимодействие
- Отчеты
- Разное

ВНЕШНИЕ РЕСУРСЫ

[Добавить/удалить ленты](#)
НОВОСТИ ЯНДЕКСа (Наука)

Рисунок 2 – Адаптированная версия LMS Moodle в СибГИУ

Библиографический список

1. Ойхман Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии./ Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 336 с.
2. Главный сайт распространителей LMS Moodle (<http://www.moodle.org>)
3. Белозубов А.В. Система дистанционного обучения Moodle. Учебно-методическое пособие/ А.В.Белозубов, Д.Г.Николаев - СПб: СПбГУ ИТМО, 1999. – 109 с.
4. Андреев А.В. Практика электронного обучения с использованием Moodle. / А.В.Андреев, С.В. Андреева, И.Б. Доценко. – Таганрог: Издательство ТИЮФУ, 2008. – 144 с.
5. Гаевская Е.Г. Система дистанционного обучения MOODLE. Методические указания для практических занятий. Учебное пособие – СПб: СПбГУ, 2007. – 26 с.

**СЕКЦИЯ 4.
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВХОДЕ РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Гусев С.С.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
г. Москва*

1. Введение

При построении моделей динамических объектов управления по экспериментальным данным возникает задача учета априорной информации о структуре и параметрах реального объекта. При проведении экспериментов фиксируются входные и выходные переменные, а априорная информация относится к параметрам объекта, которые связаны с этими переменными только косвенно - обычно через метод наименьших квадратов (МНК). В статье предлагается оригинальная процедура выявления экспериментов наилучшим образом влияющих на точность оценок параметров объекта.

В работе рассматривается математическая модель физического объекта увеличения температуры на входе активной зоны (АЗ) реактора на быстрых нейтронах. Известно, что увеличение температуры АЗ реактора, сопровождающееся увеличением температуры поверхности тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), может привести к разрушению ТВЭЛов АЗ реактора. Тепловой поток, при котором возникает перегрев ТВЭЛов, принято называть критическим тепловым потоком (КТП). Экспериментальные исследования по определению КТП проводятся на специальных теплофизических установках, которыми обеспечиваются требуемые режимные и геометрические параметры (давления, температуры, расходы, имитаторы ТВЭЛ требуемой геометрии и др.).

Модель, рассматриваемая в работе, строится по экспериментальным данным работы [1]. Результаты работы представлены на рисунке 1. На рисунке 1 отображена зависимость двух параметров – давления P и температуры T от времени t . Параметр T в данном случае соотносится с КТП, а параметр P – с характеристикой теплоносителя – с давлением в АЗ.

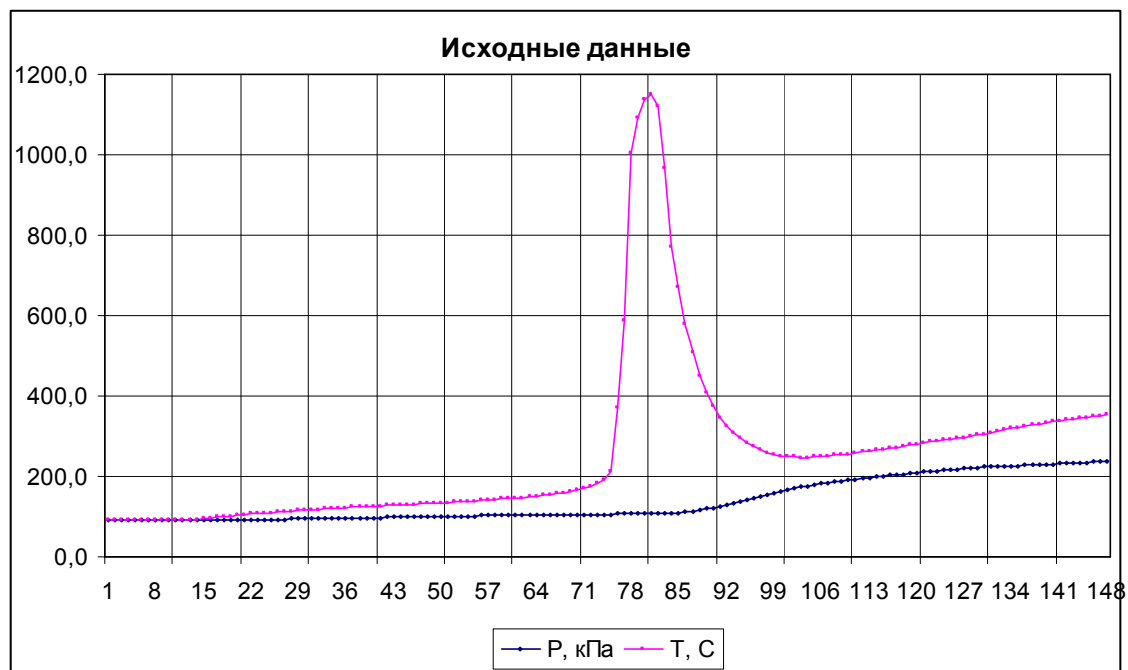


Рисунок 1 – Исходные данные ($P(t)$ – давление в АЗ, $T(t)$ – температура на входе в АЗ)

Следует сказать несколько слов о представленных на рисунке 1 зависимостях. Можно отметить, что обе зависимости носят «плавный» характер. Это отражает закономерное поведение данных: чем выше давление в АЗ, тем выше температура в АЗ и наоборот.

Следует отметить, что при экспериментальных исследованиях с физической моделью, регистрировалось большее количество физических параметров (включая, например, расходы, и др.), влияющих на процесс теплопередачи. Преобразователи давления (манометры, вакуумметры и мановакуумметры) типа МЭД предназначены для непрерывного преобразования избыточного или вакуумметрического давления в унифицированный выходной сигнал переменного тока, основанный на изменении взаимной индуктивности. В данной работе для построения модели использовалась только часть из них. Тем не менее, модель прогноза теплового потока на такт вперед показала меру определенности 0,65. Использованием априорной информации удалось повысить меру определенности модели до 0,67, соответственно снизив ошибку прогноза.

Некоторые теоретические аспекты этого алгоритма идентификации применительно к рассматриваемой модели представлены в работах [2, 3].

2. Постановка задачи

Рассмотрим алгоритм идентификации динамического стационарного объекта, учитывающего априорную информацию о параметрах объекта. Будем рассматривать динамический стационарный объект вида

$$T(t) = \sum_{i=1}^a h_i T(t-i) + \sum_{i=1}^b h_{a+i} P(t-i), \quad (1)$$

где $T(t)$ – скалярный выход объекта (температура в АЗ) в момент времени t , $P(t)$ – вход объекта (давление на входе в АЗ) в момент времени t , h_i – постоянные (не зависящие от времени) параметры динамического объекта, a – глубина памяти по выходу, b – глубина памяти по входу.

Дополнительно об объекте (1) известно, что параметры h , принадлежат априорно известной области H , т.е.

$$h \in H. \quad (2)$$

Будем предполагать, что модель, соответствующая объекту (1), имеет ту же структуру

$$T^*(t) = \sum_{i=1}^a k_i T(t-i) + \sum_{i=1}^b k_{a+i} P(t-i), \quad (3)$$

где k_i есть оценки параметров объекта h_i , и параметры модели должны удовлетворять тем же ограничениям (2), что и неизвестные параметры объекта. Для конкретной физической модели параметры структуры (3) были равны $a = b = 3$. То есть модель для прогноза теплового потока на один такт вперед имела вид

$$T^*(t) = \sum_{i=1}^3 k_i T(t-i) + \sum_{i=4}^6 k_i P(t-i). \quad (4)$$

По экспериментальным данным, содержащим 126 опыта (замера), методом МНК была построена динамическая модель вида (4) с параметрами, представленными в таблице 1. Коэффициент корреляции между прогнозом теплового потока на один такт вперед и его фактическим значением для модели с параметрами из таблицы 1 равен 0,651, что соответствует среднеквадратической ошибке (СКО) прогноза 169.

Представительная выборка (126 опыта) и невысокий множественный коэффициент корреляции ($R=0,651$) с высокой степенью вероятности предопределяют, что истинные па-

параметры объекта лежат в области ± 3 СКО около средних МНК-оценок параметров из таблицы 1.

Таблица 1 – Параметры МНК-модели

Коэффициент	Оценка	СКО
K1	1,6577	0,0849
K2	-0,657	0,1578
K3	-0,1	0,1
K4	9,8	13,8
K5	-19,1	27,3
K6	9,4	13,6

Целью работы является, среди всех проведенных экспериментов найти те, которые в наибольшей степени отвечают за ошибки оценок и повысить точность модели (и соответственно прогноза), используя условие (2) об априорно известной области существования параметров объекта. В качестве области H будем принимать область около МНК-оценок из таблицы 1. Границу этой области для каждого коэффициента выберем в пределах ± 3 СКО. Алгоритм идентификации, основанный на использовании этой информации, описан ниже.

3. Алгоритм идентификации

Первоначальные исходные данные, полученные с экспериментальной установки, имеют вид, показанный в таблице 2.

Таблица 2 – Блок исходных данных

t	$P(t)$	$T(t)$
дискретное время	давление на входе в АЗ	температура в АЗ
1	91,1	90,8
2	91,0	91,0
3	91,0	91,0
4	90,9	91,1
5	90,9	91,2
...
125	235,7	348,7
126	236,4	350,9

Из таблицы 2 видно, что в соответствии с моделью (4) $T(t)$ зависит от 6 переменных, находящихся в трех строках выше $T(t)$.

Для дальнейшей обработки эти данные в соответствии со структурой динамического объекта (1) должны быть преобразованы в вид, показанный в таблице 3. Принципиальное значение такого преобразования состоит в том, что выход объекта $Q(t)$ в произвольной строке блока данных зависит только от переменных в этой же строке. Таким свойством не обладает блок данных в таблице 2.

Структура блока преобразованных исходных данных позволяет использовать для получения оценок параметров модели (4) произвольный набор строк из таблицы 3. Это свойство будет использовано для перехода в пространство оценок параметров.

Выбирая случайным образом из таблицы 3 некоторый блок в m ($m > 6$) строк, можем вычислить соответствующий ему набор оценок параметров модели (4). Количество таких наборов – число сочетаний из количества экспериментов 126 по m ($m > 6$), то есть астрономическое число, создающее проблемы и для современных вычислительных машин. Важно отметить, что точность оценок параметров модели в каждом блоке зависит от конкретного набора экспериментов, а не от всех экспериментов вместе, как в МНК. Это позволяет оценить вклад каждого отдельного эксперимента в ошибку оценки.

Таблица 3 – Блок преобразованных исходных данных

t	$P(t-3)$	$P(t-2)$	$P(t-1)$	$T(t-3)$	$T(t-2)$	$T(t-1)$	$T(t)$
4	91,1	91,0	91,0	90,8	91,0	91,0	91,1
5	91,0	91,0	90,9	91,0	91,0	91,1	91,2
6	91,0	90,9	90,9	91,0	91,1	91,2	91,3
...
124	234,6	234,5	235,0	341,7	344,0	346,4	348,7
125	234,5	235,0	235,7	344,0	346,4	348,7	350,9
126	235,0	235,7	236,4	346,4	348,7	350,9	353,0

Для перехода в пространство оценок параметров используется следующая процедура. Из общего блока исходных данных (таблица 3) выбирается текущий блок, содержащий m строк. Текущий блок обрабатывается с помощью метода наименьших квадратов, а результаты обработки заносятся в таблицу 4. Кроме оценок параметров, которые помещаются в столбцы 7-10, в столбцы 2-6 таблицы 4 заносятся и номера строк блока исходных данных (таблица 3), которые были использованы для их вычисления. В столбец 11 вносится ошибка оценки параметра $k1$, которая вычисляется следующим образом

$$\Delta(i) = |k1(i) - k1_{mnk}|, \quad (5)$$

где $k1(i)$ – оценка $k1$ параметра модели (4) с помощью i -го текущего блока; $k1_{mnk}$ – оценка $k1$ параметра модели (4) из таблицы 1 (средняя по всем данным). Если ошибка (5) превышает заранее заданный предел (как правило, 3 СКО для данного параметра), то в 12 столбце таблицы 4 ставится 1, что свидетельствует о том, что строки из i -го текущего блока участвовали в формировании большой ошибки оценки.

Такая процедура вычислений выполняется для всех $126-m$ текущих блоков. В результате формируется таблица 4.

Таблица 4 – Полный блок промежуточных оценок

Номер текущего блока	Номера строк исходного блока данных					Текущие оценки параметров				Ошибка оценки $k1$	Индикатор большой ошибки
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	n1	n2	n3	...	n20	k1	k2	...	k6	Δ	Ind
1	4	5	6	...	23						
2	5	6	7	...	24						
3	6	7	8	...	25						
...
i	$n1(i)$	$n2(i)$	$n3(i)$...	$n20(i)$	$k1(i)$	$k2(i)$...	$k6(i)$		
...
92	95	96	97	...	114						
93	96	97	98	...	115						

МНК-оценка коэффициента $k1$ из таблицы 1 равна 2,4223. Наша следующая задача будет состоять в том, чтобы разработать алгоритм, позволяющий найти, каким конкретно экспериментам в блоке данных (таблица 3) соответствуют большие ошибки оценок. В частности, для $k1$ меньше нуля и больше двух. Эта задача не имеет однозначного решения, поскольку в вычислении каждой оценки участвуют данные не одного, а нескольких экспериментов.

Рассмотрим эту проблему более подробно.

Плохим экспериментом будем называть эксперимент, при использовании которого в текущем блоке оценки сильно отличаются от номинальных (из таблицы 1). Проблема состоит в том, что в каждый текущий блок входит много строк исходных данных (экспериментов). А какой конкретно эксперимент приводит к большим ошибкам заранее не известно. Рассмотрим алгоритм, позволяющий решить эту задачу.

В таблице 4 последний, двенадцатый столбец Ind – индикаторный. В нем стоят только нули или единицы. Если в какой-либо строке в этом столбце стоит 1, то это означает, что оценка параметра k_1 (из столбца 7 таблицы 4) отличается от номинального значения k_{1mnk} (из таблицы 1) больше чем на 3 СКО, то есть вычислена с большой ошибкой. При этом под подозрение попадают все входящие в этот блок строки, перечисленные в столбцах 2 – 6 таблицы 4.

Выберем из таблицы 4 только строки, соответствующие большим ошибкам, и по номерам строк, попавших в столбцы 2-6, построим функцию частоты номеров строк, участвовавших в вычислении плохих ошибок. График этой функции показан на рисунке 2.

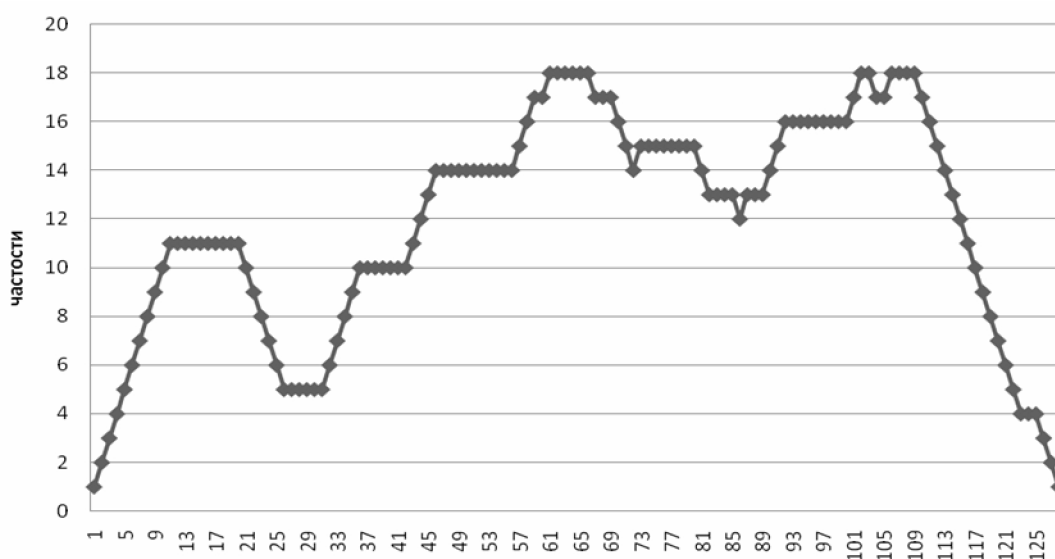


Рисунок 2 – Функция распределения «плохих» строк

Как видно из рисунка 2, есть несколько областей, в которых резкие отклонения оценок появляются особенно часто. Одна область 58-70, вторая – 92-111. Именно эксперименты с этими номерами привели к грубым оценкам параметров модели. Исключение из обработки этих строк должно привести к повышению точности модели. Исключение из блока данных «плохих» строк, приводящих к локальному нарушению условия (4), позволяет построить модель, дающую меньшую ошибку прогноза.

4. Заключение

Рассмотрен алгоритм идентификации динамического объекта, учитывающий априорную информацию о его параметрах.

Алгоритм преобразовывал блок исходных данных в множество блоков меньшей размерности. Для каждого из этих блоков вычислялись оценки параметров объекта и запоминались номера строк, использованных для вычисления этих оценок.

Оператор, реализующий описанный алгоритм, преобразовывал матрицу исходных данных в специальную матрицу, учитывающую частоту попадания оценок в область h_i , тем самым отсекая малоинформативные строки.

Множественный коэффициент корреляции для такой модели будет равен $R=0,671$. СКО прогноза от истинных значений с вырезанными «плохими» строками критического

потока составляет 157. МНК оценки по 126 экспериментам дали СКО прогноза 169, т.е. точность прогноза увеличилась на 7 %.

Библиографический список

1. Безруков Ю.А., Астахов В.И., Брантов В.Г., Абрамов В.И., Тестов И.Н., Логвинов С.А., Рассохин Н.Г. Экспериментальные исследования и статистический анализ данных по кризису теплообмена в пучках стержней для реакторов ВВЭР // Теплоэнергетика. – 1976. – № 2. – С. 80 – 82.
2. Чадеев В.М., Илюшин В.Б. Алгоритм идентификации динамических объектов с учетом априорной информации об объекте // Автоматика и телемеханика. – 2006. – № 7.
3. Гусев С.С., Чадеев В.М. Алгоритм идентификации с переходом в пространство параметров // Проблемы управления. – 2009. – № 1. – С. 18 – 21.

МЕТОДЫ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ АСУ ТЕПЛОЙ РАБОТОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Денисов М.А., Бугрин И.С., Соловьев К.Г.

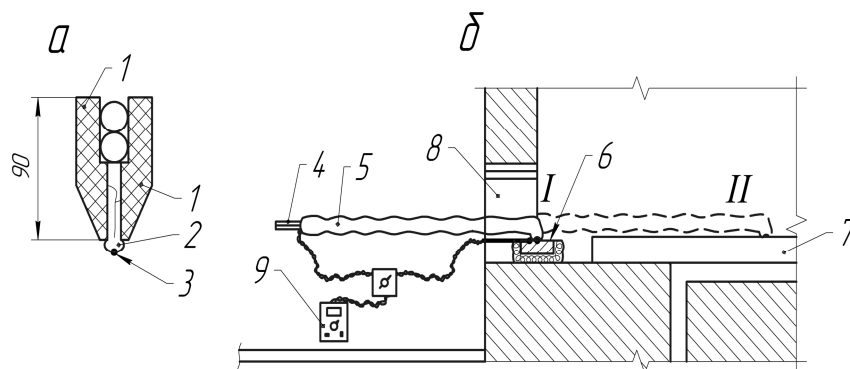
Уральский федеральный университет

г. Екатеринбург

Определение рациональных режимов (рецептов) нагрева металла является одной из самых сложных проблем, которые приходится решать при внедрении на промышленных печах АСУ ТП с системами автоматизации верхнего уровня. Для этого приходится проводить специальные исследования: делать «прогонки» по печи опытных заготовок с термопарами, рассчитывать оптимальные кривые нагрева для разных производительностей работы печи, разного сортамента и марочного состава металла. Методика ведения таких работ сложна и в освоении, и в реализации, поэтому работы часто не удается провести качественно. Соответственно, по информации с отдельных объектов, персонал прокатных цехов могут не устраивать результаты работы систем управления и автоматику второго уровня на них или выключают, или используют в «режиме советчика».

Для снижения трудоемкости работ по освоению АСУ ТП нагревательных печей, разработан комплекс методов измерения полей температуры и методов расчета рациональных режимов нагрева металла. В частности, в комплексе применяется способ контактного измерения температуры поверхностей (способ мягкого теплового контакта), предложенный в [1]. Способ использует свойство волокнистых материалов обеспечивать идеальный (без воздушного зазора) тепловой контакт их поверхности с поверхностью, температура которой измеряется. Способ измерения реализуется термопарой, рабочий спай и прилегающие к спаю электроды которой прижимаются к измеряемой поверхности узкой полоской волокнистого огнеупора.

Проведена отработка варианта конструкции контактной термопары для измерений на промышленных нагревательных печах [2]. Измерительная часть прибора показана на рисунке 1, а. Она состоит из двух огнеупорных обкладок 1, между которыми зажаты согнутая полоска из уплотненной каолиновой ваты 2 со спаем и электродами 3 термопары ТХА и корпус прибора 4 из двойной трубки из нержавеющей стали. Корпус 4 не имеет водяного охлаждения, поэтому контактная термопара 5 снаружи обмотана каолиновой ватой, задерживающей размягчение и деформацию корпуса 4 под действием высокой температуры на время, достаточное для проведения очередной серии измерений. Серия измерений здесь - это 3 – 4 измерения, необходимые для определения температуры металла, после каждого из которых измерительная часть прибора перекалывается на соседние не охлажденные прибором участки поверхности заготовки.



I – градуировка термопары; II – измерение температуры металла;
 1 – огнеупорные обкладки; 2 – каолиновая вата; 3 – термопара ТХА; 4 – корпус прибора;
 5 – контактная термопара; 6 – градуировочная пластина с термопарой;
 7 – нагреваемый металл; 8 – боковое окно печи; 9 – вторичный прибор

Рисунок 1 – Схема контактной термопары (а) и измерений на печи (б)

В работе [1] приведены данные о динамике изменения температуры в процессе измерений, о влиянии конструкции термопары и материала поверхности на результаты измерений. Наиболее ответственные измерения рекомендовано совмещать с градуировочным экспериментом, в котором измерения контактной термопарой проводятся сначала по схеме на рисунке 1, б на контрольной пластине с поверхностной термопарой. Предельная погрешность измерительного комплекта, использующего термопары ТХА в контактной термопаре и контрольной пластине, и вторичный прибор мультиметр МАСТЕР/Professional MY-65, составила $\Delta t = \pm 12,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Конструкция огневых камер нагревательных печей металлургии часто исключает возможность контактного измерения температуры металла. Поэтому отработывался способ бесконтактного измерения температуры поверхностей заготовок, описанный в [3].

Для расчетного определения рациональных тепловых режимов (рецептов) нагрева металла разработана математическая модель, в которой рабочее пространство печи рассматривается как комбинация огневых камер, содержащих «свод», «металл» и изотермическую объемную зону. Например, в толкательной методической печи на каждом расчетном участке по ее длине имеется огневая камера над металлом и камера под металлом (рисунок 2).

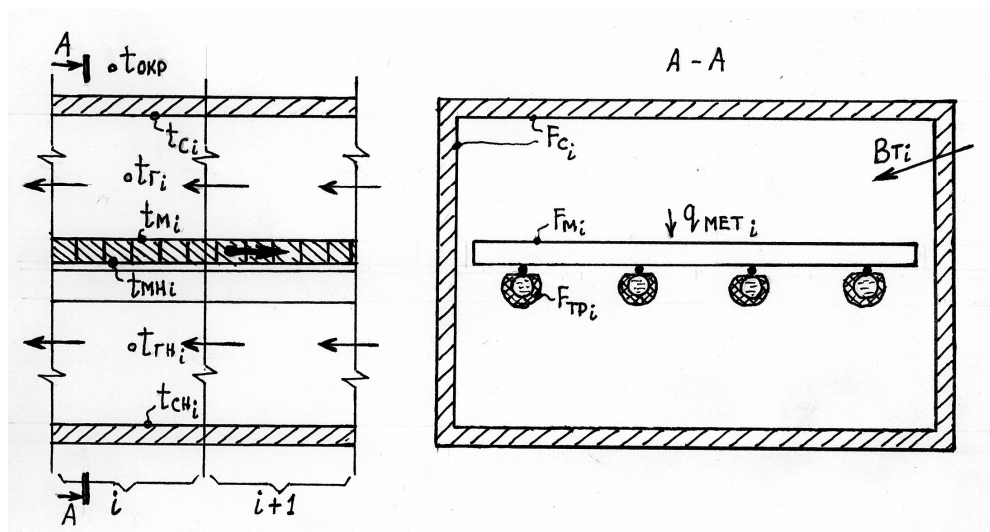


Рисунок 2 – Расчетная схема толкательной методической печи

У камеры над металлом «свод»- это совокупная поверхность свода и боковых стен. «Металл»- верхняя поверхность заготовок (в печах других конструкций это условная поверхность, проходящая через верхние поверхности заготовок). В нижней сварочной зоне учитывается наличие потерь тепла к охлаждаемым опорным трубам печи.

В такой постановке для толкательных печей уравнения баланса тепла имеют вид:

– для поверхности «свода» камеры

$$\chi_{C,i}(t_{C,i} - t_{OKP}) = \alpha_{Ki}^C(t_{Gi} - t_{Ci}) + q_{PEZ.LC,i}, \quad (1)$$

– для поверхности «металла»

$$q_{MET,i} = \alpha_{Ki}^M(t_{Gi} - t_{Mi}) + q_{PEZ.LM,i}, \quad (2)$$

– для объемной зоны продуктов горения

$$\begin{aligned} B_{Ti}Q_H^P + B_{Ti}c_Tt_T + B_{Ti}L_\alpha c_B t_B - B_{Ti}V_\alpha c_{G,i}t_{G,i} + B_{БАЛ,i+1}(c_{G,i+1}t_{G,i+1} - \\ - c_{G,i}t_{G,i}) - B_{ПОДС,i}(c_{B,i}t_{Gi} - c_{B,i.окр}t_{OKP}) = \chi_{C,i}(t_{C,i} - t_{OKP})F_{Ci} + \\ + (q_{MET,i} + q_{MET,i}^{НИЗ})F_{Mi} + K_{ТР,i}\chi_{ТР,i}(T_{Gi} - T_{ВОДЫ})F_{ТР,i}. \end{aligned} \quad (3)$$

В выражениях (1) – (3): t_{Gi} , t_{Ci} , t_{Mi} – средние температуры продуктов горения, «свода» и «металла», соответственно; $q_{MET,i}$ – суммарный поток тепла, поглощенного верхними поверхностями металла; $q_{MET,i}^{НИЗ}$ – суммарный поток тепла, поглощенного нижними поверхностями заготовок (в толкательных печах и печах с шагающими балками $q_{MET,i}^{НИЗ}=0$); $F_{M,i}$, $F_{C,i}$, $F_{ТР,i}$ – поверхности ряда заготовок, свода и опорных труб, приходящиеся на длину расчетного участка i ; $K_{ТР,i}$ – поправочный коэффициент; B_{Ti} – расход топлива на длине участка i ; Q_H^P – теплота горения топлива; t_T , t_B – температура подогрева топлива и воздуха, соответственно; c_T , c_G , c_B – теплоемкости топлива, дымового газа и воздуха; L_α , V_α – объем воздуха, необходимый для сжигания 1 м³ топлива, и получающийся при этом объем продуктов горения, при заданном коэффициенте расхода воздуха α ; α_{Ki}^M , α_{Ki}^C – коэффициенты теплоотдачи конвекцией к поверхностям металла и свода; $B_{БАЛ,i+1}$, $B_{ПОДС,i}$ – расходы газа, поступающего с участка $i+1$, и воздуха, подсосываемого в печь на участке i ; $\chi_{C,i}$, $\chi_{ТР,i}$ – коэффициенты теплопередачи через кладку свода и изоляцию труб; $q_{PEZ.LC,i}$, $q_{PEZ.LM,i}$ – результирующие тепловые потоки излучения на свод и металл. В верхних сварочных зонах задается $F_{ТР,i}=0$. Для расчета печей иных типов запись выражений (1) – (3) корректируется.

Расчеты на модели проводятся при заданной температуре поверхностей нагреваемого металла. Это означает, что условия теплообмена на границе металла и греющей среды заданы, и есть возможность разделить расчеты внешней и внутренней задач теплообмена. Соответственно, по одному из вариантов модели теплообмена решение задачи сводится к последовательному использованию вычислительного программного комплекса ANSYS Multiphysics и математического пакета MathCAD. В ANSYS определяется поле температуры в трехмерных заготовках металла. Учитывается, что в печах с механизированным подом заготовки расположены на поду на расстоянии друг от друга, а в толкательных печах укладка металла сплошная. На поверхностях модели заготовок размещается слой окалины, меняющейся во времени толщины. Программа в MathCAD решает задачу теплообмена излучением в камере, определяет распределения температуры и расхода топлива по длине печи. По алгоритму из работы [2] определяются рациональные режимы (рецепты) нагрева металла.

Разработанные методы исследования тепловой работы прошли апробацию при проведении исследований на печи с шагающим подом № 3 НСММЗ [2].

Библиографический список

1. Денисов М. А. Способ мягкого контакта и приборы для измерения температуры поверхностей твердых тел // Измерительная техника. – 2003. – № 1. – С. 40 – 43.

2. Денисов М. А., Соловьев К. Г. Расчетно-экспериментальный метод исследования нагрева металла и выбора режимов.- Сталь. – 2010. – № 2. – С. 90 – 95.
3. Денисов М.А., Бугрин И.С. Моделирование системы контроля температуры нагревающегося окисленного металла // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2011. – С. 113 – 117.

ОПЫТ НАЛАДКИ ИНФОРМАЦИОННОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК*

Грачев В.В., Шипунов М.В., Барагичев К.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
г. Новокузнецк*

Пусконаладочные работы являются одним из завершающих этапов разработки автоматизированных комплексов. На этом этапе производится окончательная наладка и настройка всех видов обеспечения автоматизированных комплексов, загрузка конфигурации в базу данных, проверка работы систем управления базами данных [1]. И в отличие от, например, процесса наладки технических средств, длительность которого невелика, процесс наладки информационного и программного обеспечения может занять довольно продолжительное время. Причиной такой затянутости является то, что изменения в списке измеряемых параметров, номенклатуре агрегатов, технологии могут производиться не только на стадии проектирования, но и во время пусконаладки и нормальной эксплуатации. Все изменения, корректировки и оптимизации требуют отражения в информационном и программном обеспечении. Поэтому традиционно наладка требует постоянного присутствия инженеров-наладчиков на объекте автоматизации для выполнения указанных работ или для контроля за их проведением, что выливается в дополнительные расходы.

С развитием информационных технологий и интеграцией промышленных сетей в Интернет появляется возможность использовать средства удалённого доступа к элементам информационной сети автоматизированного комплекса и производить часть наладочных работ по настройке информационного и программного обеспечения не выходя из офиса компании-разработчика. Наиболее эффективными и распространёнными технологиями являются виртуальные частные сети VPN (Virtual Private Network) и системы доступа к удалённому рабочему столу RDP (Remote Desktop Protocol) и VNC (Virtual Network Computing). Рассмотрим эти технологии более подробно.

Виртуальные частные сети VPN – обобщённое название технологий, позволяющих с помощью общедоступной сетевой инфраструктуры реализовать сервисы, близкие к сервисам частной сети по качеству (безопасность, доступность, независимость в выборе адресов) [2]. Несмотря на то, что коммуникации осуществляются по сетям с неизвестным уровнем доверия, уровень доверия к построенной логической сети не зависит от уровня доверия к базовым сетям благодаря использованию криптографических средств (шифрование данных, аутентификация пользователей). При должном уровне реализации и использовании специального программного обеспечения сеть VPN может обеспечить высокий уровень шифрования передаваемой информации и, как следствие, высокий уровень доверия.

Структурно VPN состоит из двух частей: «внутренняя» (логическая) сеть, которых может быть несколько, и «внешняя» сеть, поверх которой проходит соединение (Интернет).

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 10-07-00193-а.

Возможно также подключение к виртуальной сети отдельного компьютера. Подключение удалённого пользователя к VPN производится посредством сервера доступа, который подключён как к внутренней, так и к внешней (общедоступной) сети. При подключении удалённого пользователя (либо при установке соединения с другой защищённой сетью) сервер доступа требует прохождения процесса идентификации, а затем процесса аутентификации. После успешного прохождения обоих процессов, удалённый пользователь наделяется полномочиями для работы в сети, то есть происходит процесс авторизации.

Системы доступа к удалённому рабочему столу позволяют работать за удалённым компьютером так, будто это локальный компьютер, так как предоставляют доступ к его ресурсам: рабочий стол, звуковая система, сервер печати, сетевые соединения. Наиболее распространены следующие две системы.

RDP (протокол удалённого рабочего стола) – закрытый протокол прикладного уровня, разработанный компанией Microsoft, используется для обеспечения удалённой работы пользователя с сервером, на котором запущен сервис терминальных подключений [3]. Программы-клиенты существуют практически для всех операционных систем (Windows, Mac OS X, Linux, FreeBSD, Android, Symbian). Так как протокол и служба терминальных подключений разработаны компанией Microsoft, серверная часть системы существует только на платформе Windows.

Для работы с использованием этой системы требуется включить службу терминальных подключений на удалённом компьютере (сервере) и подключиться к ней программой-клиентом. При этом происходит подключение к пользовательской сессии операционной системы, из-за чего существует ограничение на количество одновременных подключений. Возможна работа как в текстовом, так и в графическом режиме.

Virtual Network Computing (VNC) – система удалённого доступа к рабочему столу компьютера, использующая протокол RFB (англ. Remote FrameBuffer, удалённый кадровый буфер) [4]. Управление осуществляется путём передачи нажатий клавиш на клавиатуре и движений мыши с одного компьютера на другой и ретрансляции содержимого экрана через компьютерную сеть.

Система VNC платформенезависима: VNC-клиент, называемый VNC-viewer, запущенный на одной операционной системе, может подключаться к VNC-серверу, работающему на любой другой ОС. Существуют реализации клиентской и серверной части практически для всех операционных систем, в том числе и мобильных (Windows Mobile, iOS, Android, Symbian). К одному VNC-серверу одновременно могут подключаться несколько клиентов.

Различия между представленными системами представлены в таблице 1.

Эти два подхода к организации доступа к удалённому рабочему столу различаются принципом предоставления доступа, но результат близок – для настройки программных средств, загрузки базы данных и проверки работы СУБД инженер-наладчик может не находиться на объекте физически, а только иметь доступ к его информационной сети. И всё же удобнее использовать RDP для корректировки, оптимизации и настройки, а VNC – для наблюдения за уже работающей системой либо для коллективной работы и обучения.

Метод удалённой наладки информационного и программного обеспечения автоматизированного комплекса был успешно применён при реконструкции технологического комплекса обогатительной фабрики «Барзасская». По проекту требовалось разработать автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом обогащения (АСОДУ ТКО) угля класса 0-13 мм и интегрировать её в существующую АСОДУ технологическим комплексом углеприёма, погрузки и обогащения (УПО). Во время пусконаладочных работ непосредственного присутствия инженеров-разработчиков требовали монтаж и установка контроллеров, серверов и диспетчерских станций, наладка информационной сети, настройка сбора данных с датчиков, проверка прохождения сигналов и первоначальная загрузка программ в контроллеры и установка SCADA-системы на диспетчерские станции и SCADA-сервера.

Таблица 1 – Сравнение систем доступа к удалённому рабочему столу

Характеристики	Системы доступа к удалённому рабочему столу	
	RDP	VNC (RFB)
Ограничение на количество одновременных подключений/пользовательских сессий	1, вытесняет активную сессию	Задаётся администратором
Общий буфер обмена	Да	Нет
Шифрование	RC4 128 бит	Аутентификация – DES 56 бит, шифрование трафика не оговорено в стандарте, но возможно в конкретной реализации.
Передача файлов	Да	Да
Передача звука	Да	Нет
Операционные системы, для которых имеется программа-сервер	Семейство Windows	Семейство Windows, Mac OS X, Linux, FreeBSD, Android, Symbian
Операционные системы, для которых имеется программа-клиент	Семейство Windows, Mac OS X, Linux, FreeBSD, iOS, Android, Symbian	Семейство Windows, Mac OS X, Linux, FreeBSD, iOS, Android, Symbian

После выполнения этих работ была произведена настройка серверной части систем удалённого доступа на компьютерах обогатительной фабрики и клиентской части – на компьютерах инженеров-разработчиков. Дальнейшим этапом стала корректировка программного обеспечения контроллеров, SCADA-серверов и диспетчерских станций и информационного обеспечения на серверах баз данных с помощью метода удалённого доступа.

Схема использованного соединения с информационной сетью фабрики представлена на рисунке 1.

Использованная последовательность шагов для установления соединения с узлами информационной сети такова. Первоначально инженер-разработчик устанавливает соединение с VPN-сервером обогатительной фабрики и получает IP-адрес. Вторым шагом является подключение к серверу безопасности фабрики по протоколу RDP и вход под заранее созданной на сервере учётной записью. Для корректировки программного обеспечения контроллеров достаточно выполнения первых двух шагов, собственно изменение программы осуществляется с помощью специализированных программных пакетов, установленных на сервере безопасности. На третьем шаге, в зависимости от решаемой задачи, происходит подключение к основной (резервной) диспетчерской станции, к основному (резервному) SCADA-серверу или к основному (резервному) серверу баз данных по протоколу RDP для работы с ними. Также третьим шагом может стать подключение к основному рабочему месту оператора с использованием системы VNC для наблюдения за состоянием системы и оказания помощи.

Дополнительным преимуществом использованного метода является возможность одновременного RDP-подключения к паре серверов баз данных или к паре SCADA-серверов для параллельной их настройки.

Использование метода удалённого доступа к узлам информационной сети при проведении пусконаладочных работ позволило сократить длительность командировок до нескольких недель и оказывать поддержку персонала обогатительной фабрики без необходимости дополнительных поездок весь период пусконаладочных работ и во время эксплуатации.

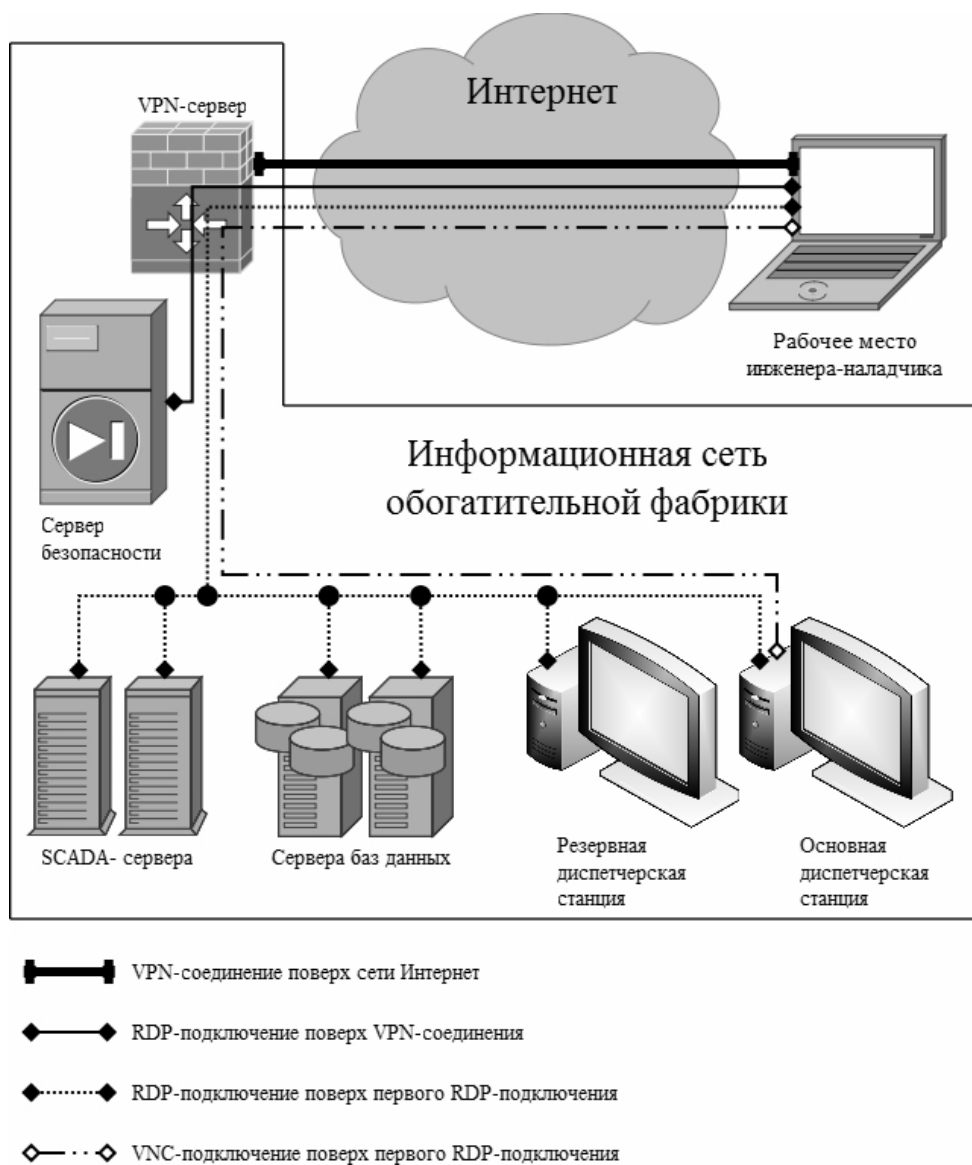


Рисунок 1 – Структурная схема соединения с информационной сетью обогатительной фабрики

Библиографический список

1. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания; Введ. 31.12.1991. – 6 с.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 3-е изд./ В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб.: Питер, 2008. – 958 стр.
3. Remote Desktop Protocol – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Remote_Desktop_Protocol] – Загл. с экрана.
4. Virtual Network Computing – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. данные – Режим доступа: [<http://ru.wikipedia.org/wiki/VNC>] – Загл. с экрана.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ГРУНТЕ

Платонова С.В., Гулевич Т.М., Андрианов О.Н.,
Логинов В.В., Морозов П.А., Мальцев В.В.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Уточнение характера распределения напряжений по подошве фундаментов может повысить точность определения прогнозируемых деформаций основания и расчетных усилий, используемых при оценке прочности и деформируемости материала фундаментов и тем повысить надежность возводимых зданий и сооружений. Поэтому получение дополнительных сведений о распределении контактных напряжений в песчаном основании является актуальным [1].

Для измерения напряжений под полосовым штампом традиционно использовались малые податливые жесткие грунтовые датчики давления конструкции А.П. Криворотова [2]. Малые датчики представляют собой полые плоские цилиндры диаметром 0,035 м, высотой 0,005 м, наружным диаметром 0,035 м. Датчики изготовлены из коррозионностойкой стали.

К характеристикам рассматриваемых датчиков предъявляются определенные требования: диапазон измерений от 0 до 588399,12 Па (6 кгс/см²); допустимая нелинейность до 2 % RO; температурный диапазон от минус 50 до 70 °С; разрешающая способность до 6 мВ/В; класс защиты не ниже IP 20.

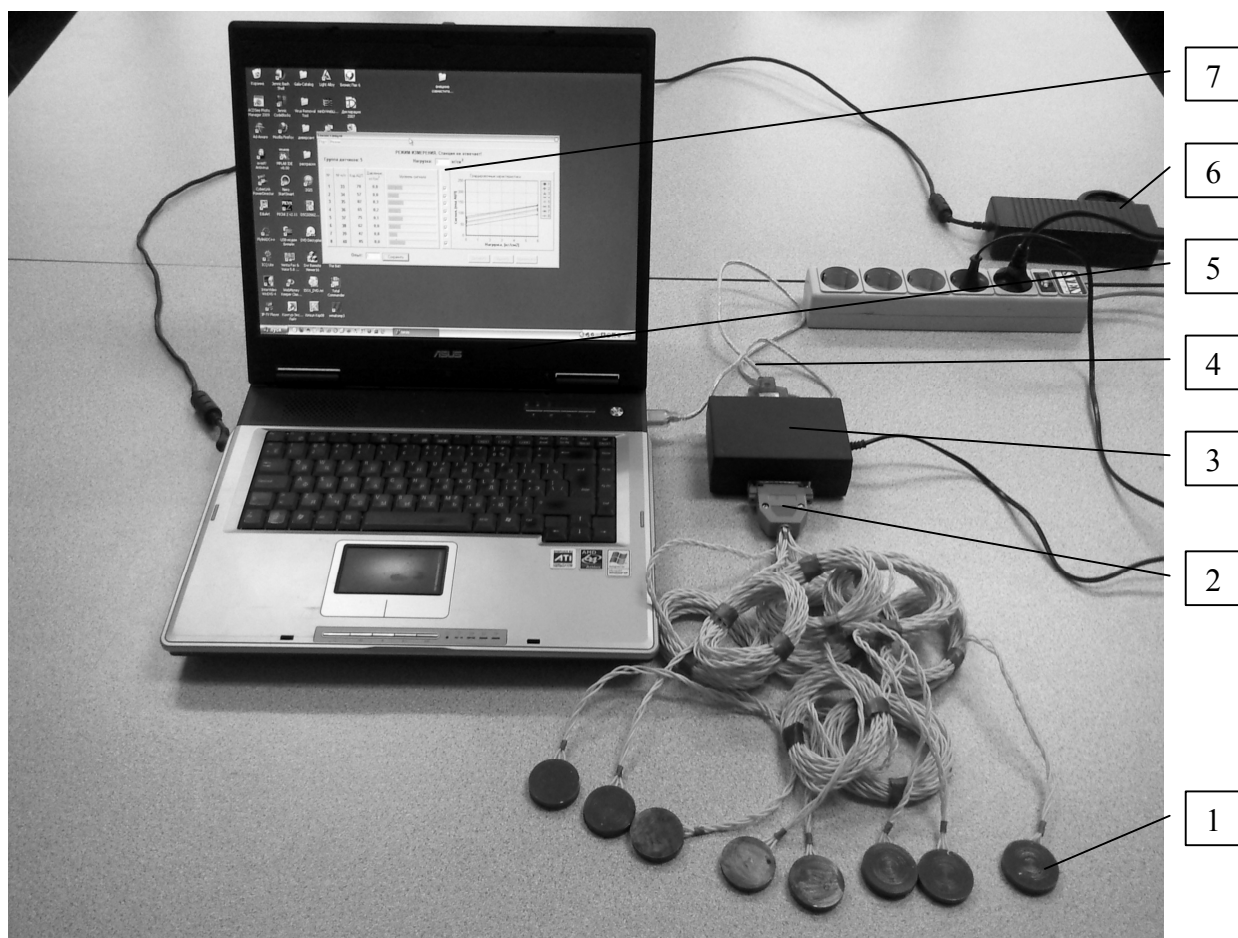
Использование стандартных датчиков такого типа, как отечественных, так и зарубежных фирм-изготовителей требует больших финансовых затрат, что ограничивает возможности их применения, особенно при проектировании распределенных систем контроля. В связи с этим была поставлена и решена задача разработки и реализации специализированной, мобильной, микропроцессорной тензометрической системы для распределенного контроля напряжений в грунтах для лабораторных и натурных испытаний. Автоматизированная распределенная тензометрическая система состоит из микропроцессорного измерительного преобразователя, подключаемого к IBM-совместимому персональному компьютеру через интерфейс RS-232 (COM-порт). Программный модуль позволяет сохранять результаты тарировки каждого датчика в группе и усредненные измеренные значения по восьми аналого-цифровым каналам в отдельные текстовые файлы. Внешний вид разработанной тензометрической системы представлен на рисунке 1. Внешний вид тензодатчика тензометрического модуля представлен на рисунке 2.

Техническое описание и характеристика комплекта:

– напряжение питания	170 – 260 В;
– интерфейс для подключения к ПК	RS-232;
– количество одновременно подключенных датчиков	8;
– количество групп датчиков	32;
– формат файла с записываемыми данными	ANSI (текст);
– интервал усреднения результата измерения	2 секунды;
– предельная погрешность измерения	1,8 %;
– тип подключаемых датчиков	тензорезистивные, полумост, 2×100 Ом, трехпроводная схема подкл.

Настройки COM-порта

скорость	9600 бит/с,
бит данных	8,
стоповых бит	1.



1 – тензометрический модуль, состоящий из 8 тензодатчиков; 2 – гибкий разъем тензометрического модуля; 3 – микропроцессорная тензометрическая станция; 4 – переходник ORIENT USS-111 (USB-COM MALE DB9 (RS232)); 5 – персональный компьютер; 6 – блок питания ПК; 7 – интерфейс программы «Tenzo»

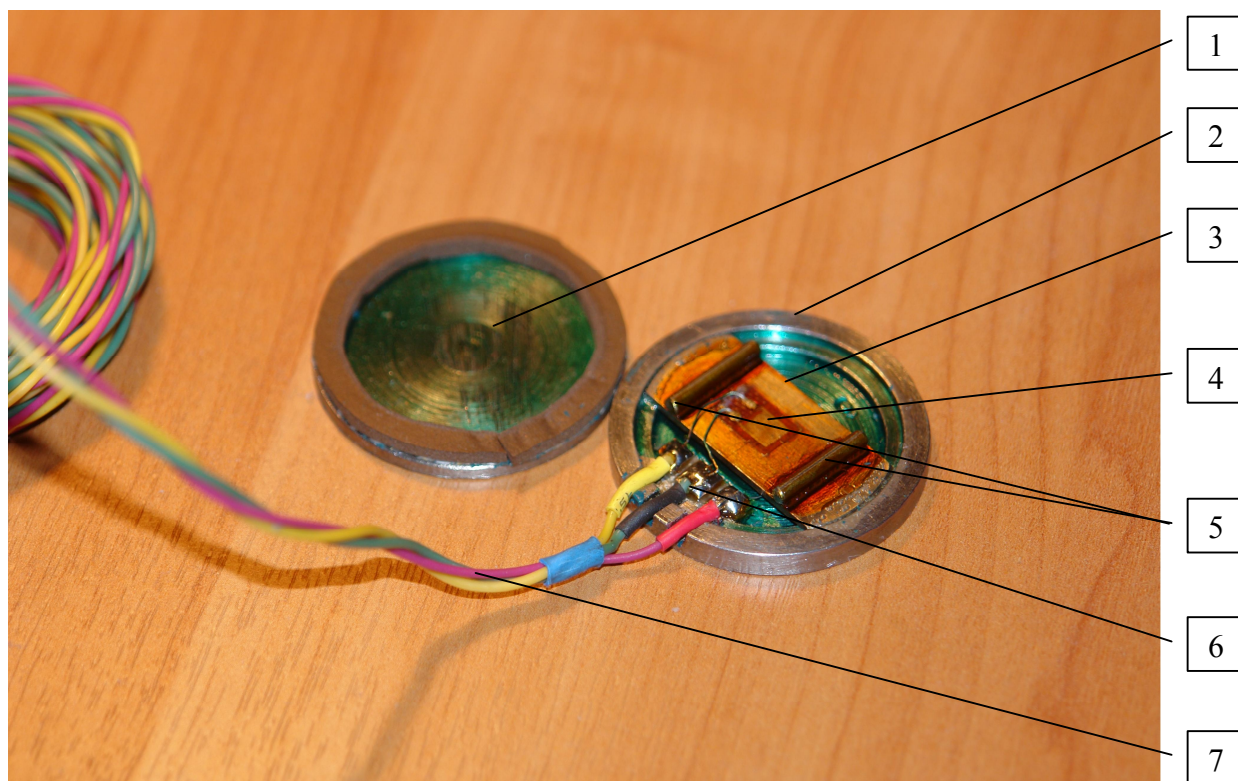
Рисунок 1 – Общий вид тензометрической системы

Многоканальная микропроцессорная тензометрическая станция выполняет преобразование относительного изменения сопротивления в напряжение, усиление и вырабатывает стабилизированное напряжение для питания датчиков. Базовый восьмиканальный модуль работает по полумостовой схеме включения тензопреобразователей с последовательным разъемным подключением 32 групп датчиков. Подключение модуля к компьютеру осуществляется через преобразователь интерфейса RS232-USB. Питание – от 220В. Встроенный микропроцессорный тензоусилитель позволяет подключить тензодатчики без использования промежуточных усилителей.

Разработанный комплекс позволяет решать широкий круг задач измерения и обработки динамических сигналов при обслуживании большого числа контролируемых точек (до 256) с помощью мобильной микропроцессорной станции небольшого габарита и малого веса.

Программное обеспечение разработано в виде одного исполняемого модуля «tenzo.exe», который можно устанавливать в любую папку компьютера путем обычного копирования. При работе программы (в режимах сохранения результатов измерения и проведении операций тарировки) в каталоге, где установлена программа, создается папка «GN» для хранения индивидуальных градуировочных характеристик датчиков в виде тек-

стовых файлов с парами значений в виде: «КОД=НАГРУЗКА». При проведении экспериментов создается папка с указанным именем, в которой будут сохраняться текстовые файлы с усредненными значениями измеренной величины по 8-ми каналам подключенной группы датчиков.



- 1 – крышка тензодатчика с резиновым уплотнителем (рабочая поверхность);
2 – корпус тензодатчика; 3 – упругая пластина преобразователя; 4 – тензорезисторные чувствительные элементы; 5 – силопередающие элементы; 6 – трехпроводное соединение спайкой чувствительных элементов с проводниками (красный, желтый, черный);
7 – соединительные проводники

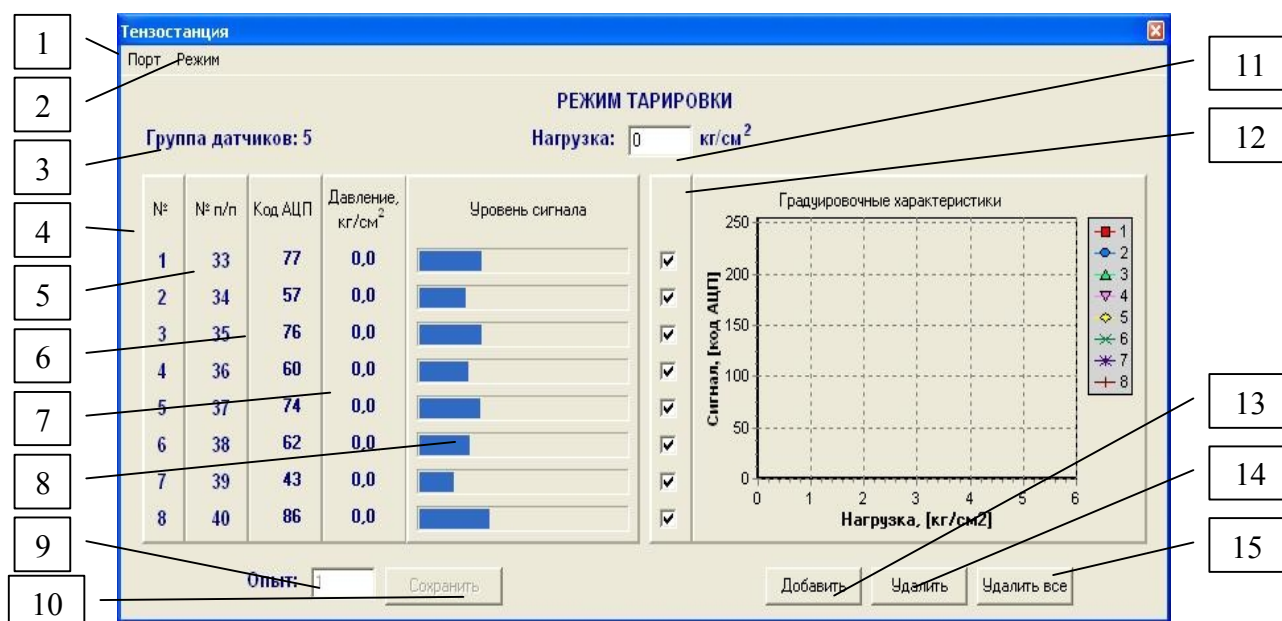
Рисунок 2 – Общий вид тензодатчика

Экранная форма интерфейса программы «tenzo» с описанием основных рабочих функций представлена на рисунке 3.

В системе предусмотрены два режима работы: «Тарировка» и «Измерение».

Тарировка измерительного канала производится индивидуально (или по группе каналов). Процесс тарирования повторяется необходимое число раз при разных контрольных нагрузках соответствующих реперным точкам градуировочной характеристики в заданном диапазоне измерения. Предусмотрена корректировка результатов тарировки для всех или конкретных датчиков. При проведении операции тарировки для каждого датчика сохраняются пары значений «сигнал-нагрузка» в табличной форме градуировочных характеристик и производится определение оценки измеряемой величины с помощью кусочно-линейной аппроксимации.

Режим рабочих измерений осуществляется с использованием индивидуальных тарировочных таблиц и соответствующих градуировочных характеристик и предназначен для сохранения усредненных измеренных значений нагрузки на устанавливаемом интервале по каждому из восьми каналов (датчиков в подключенной группе). Пример градуировочной таблицы и соответствующих характеристик представлен в таблице 1 и на рисунке 4.



1 – выбор COM-порта; 2 – выбор режима работы (тарировка или испытание); 3 – номер группы датчиков; 4 – номер датчиков в группе; 5 – общий порядковый номер датчиков; 6 – измеренный сигнал датчика (код АЦП); 7 – результаты измерения (пересчет код АЦП- \rightarrow кг/см²); 8 – контроль уровня сигналов датчиков; 9 – поле ввода номера опыта; 10 – кнопка «Сохранить» (для сохранения результатов измерения в файл); 11 – поле ввода значения нагрузки (при тарировке или испытании в соответствующих режимах); 12 – кнопки переключателей для выбора датчиков в режиме тарировки для отображения и корректировки ГХ; 13 – кнопка «Добавить» для последующего добавления оцифрованных точек ГХ в установленном диапазоне измерений; 14 – кнопка «Удалить» для удаления конкретной оцифрованной точки ГХ соответствующей введенному значению нагрузки; 15 – кнопка «Удалить все» для удаления всех оцифрованных точек

Рисунок 3 – Интерфейс программы «Tenzo»

Для проведения испытаний выполняются следующие операции: подключение соответствующей группы датчиков к тензостанции; контроль нумерации датчиков и показаний кодов АЦП. Результаты измерений сохраняются в папке с именем «ГГГГ-ММ-ДД ЧЧ-ММ G M» (текущие год, месяц, число, час, минута, значение нагрузки, номер опыта) для дальнейшего анализа результатов испытаний.

Таблица 1 – Экспериментальные данные тарировки датчиков давления группы 1

Нагрузка	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 3	Датчик 4	Датчик 5	Датчик 6	Датчик 7	Датчик 8
кг	коды	коды	коды	коды	коды	коды	коды	коды
0	86	56	60	64	75	60	76	60
20	110	82	86	92	99	86	97	85
40	126	101	102	110	119	105	117	103
60	146	119	118	126	136	123	135	122

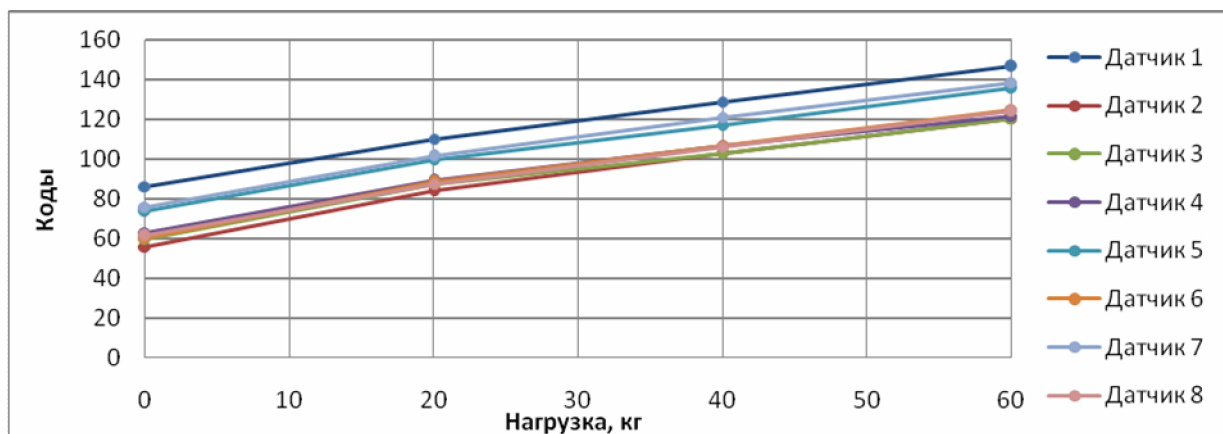


Рисунок 4 – Градуировочные характеристики датчиков группы 1

Библиографический список

1. Криворотов А.П., Халтурина Л.В.. Напряженное состояние глинистого грунта в контактном слое под подошвой жёсткого полосового штампа. // Основания и фундаменты. – 1992. – № 2. – С.20-23.
2. Криворотов А.П. О методике измерения давлений в грунтах. // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1971. – № 1. – С. 6 – 7.
3. Методы и средства натурной тензометрии: Справочник / М.Л. Дайчик, Н.И. Пригоровский, Г.Х. Хуршудов. – М.: Машиностроение, 1989. – 240с.: ил.: -ISBN5217003928.
4. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРНИКОВЫХ ЧИСЕЛ

Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

Постановка проблемы с потеплением климата Земли вынуждает (и даже в мировом масштабе) оценивать эмиссии парниковых газов. Для примера, в металлургических процессах основную массу парниковых газов составляет диоксид углерода. По аналогии с технологическим топливным и экологическим числами (ТТЧ и ТЭЧ) [1, 2] введена математическая модель для эколого-парникового анализа – технологическое парниковое число процесса (ТПЧ_П).

$$\text{ТПЧ}_{\text{П}i} = K_{\text{П}} \cdot \sum_{k=1}^N M_k, \quad (1)$$

где M_k – фактическая удельная масса выбросов парниковых газов k -го загрязняющего вещества, т выбр./т прод. для i -го передела; $K_{\text{П}}$ – коэффициент перевода стоимостной оценки ущерба к оценке в условных энергетических единицах (кг у.т./т п.г.). При условии принятия за стоимость топлива цены природного газа («газового» эквивалента) он представляется в виде:

$$K_{\Pi} = \frac{C_{\text{в.в.}}}{C_{\text{пр.г.}}} \cdot \frac{Q_{\text{н.пр.г.}}^p}{Q_{\text{н.у.т.}}^p}, \quad (2)$$

где $C_{\text{в.в.}}$ – плата природопользователя (предприятий, учреждений, организаций) за загрязнение окружающей среды выбросами в атмосферу парниковыми газами, принято значение 50 дол. США или 1500 рубл./т п.г.; $C_{\text{пр.г.}}$ – цена природного газа, принимается на уровне 350 дол. США за 1000 м³ (0,35 дол. США за 1 м³ = 10,5 рубл. за 1 м³); $Q_{\text{н.пр.г.}}^p$ – низшая рабочая теплота сгорания природного газа, 35,8 МДж/м³, $Q_{\text{н.у.т.}}^p$ – низшая рабочая теплота сгорания условного топлива, 29,3 МДж/кг у.т. Таким образом, размерность ТПЧ – кг у.т./т п. г. С учетом приведенных численных значений имеем $K_{\Pi} = 0,1745$ кг у.т./кг п.г. Величина K_{Π} является условным расчетным коэффициентом, характеризующим соотношение экономических оценок $C_{\text{в.в.}}$ и $C_{\text{пр.г.}}$, естественно, подлежащее корректировке при их изменении. Таким образом, ТПЧ_Π – это количество килограмм условного топлива (кг у.т.), требуемого для погашения стоимости экономического ущерба от выбросов парниковых газов на единицу выпускаемой продукции в конкретном металлургическом процессе.

Полная модель – результирующее (сквозное) значение ТПЧ_С для какой-то продукции (например, чугуна) вычисляется по значениям ТПЧ_Π предыдущих переделов с учетом массовых долей Ψ_i :

$$\text{ТПЧ}_C = K_{\Pi} \cdot \sum_{i=1}^M \left(\Psi_i \sum_{k=1}^N M_{ik} \right). \quad (3)$$

Здесь индекс i соответствует номеру передела в технологической цепи, а индекс k означает эмиссию диоксида углерода от k -го источника в i -м переделе. Коэффициент K_{Π} принимается постоянной величиной. По этой причине суммированию подлежат только значения эмиссий. Например, на 1 т агломерата выделяется 205,6 кг CO_2 , на 1 т кокса – 391,5 кг CO_2 . Для выплавки 1 т чугуна необходимо 1,8 т агломерата ($\Psi_1=1,8$) и 0,51 т кокса ($\Psi_2=0,51$) с 85 % углерода. Тогда на 1 т чугуна образуется $510 \cdot 0,85 \cdot 3,667 = 1589,6$ кг CO_2 . Величина 3,667 показывает, сколько образуется диоксида углерода в кг при сжигании 1 кг чистого углерода [3]. Суммарная эмиссия на 1 т чугуна $M_S = 1,8 \cdot 205,6 + 0,51 \cdot 391,5 + 1590 = 2159,75$ кг/т чугуна (после сжигания доменного газа). Суммарный ТПЧ для чугуна будет равен $2159,75 \cdot 0,1745 = 376,88$ кг у.т./т чугуна. При этом индекс k формулы (3) не используется, так как на каждом переделе считаем по одному источнику диоксида углерода. Если в доменной печи учесть инжекцию природного газа, то эмиссия CO_2 доменной печи имела бы две составляющие. Отметим, что значение $M_S = 2159,75$ кг/т чугуна является локальной нижней границей эмиссии, так как при этом не учтены составляющие эмиссии CO_2 от расходов электроэнергии на дутье, кислород и т.п.

На базе математических моделей (см. Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В. «Структура информационной подсистемы АСУ ТП по вычислению эмиссии диоксида углерода» в этом же сборнике) разработан программный комплекс для расчета эмиссии диоксида углерода в конкретных технологических условиях на конкретных агрегатах и значений ТПЧ_Π. Программный продукт, предназначенный для расчетов выбросов различных газов, обеспечивает потребности любого металлургического предприятия, имеющего конкретные: исходные продукты с различными параметрами; технологические процессы; производимую продукцию, параметры которой могут изменяться от процесса к процессу, от смены к смене.

Основные алгоритмические блоки обеспечивают (рис. 1): ввод исходных данных; вычисления по соответствующим формулам; вывод расчетных данных.

К исходным данным относятся: тип технологического процесса; параметры топлива; масса топлива; параметры шихты; масса получаемого продукта; параметры получаемого

продукта.

База данных содержит следующие основные сведения:

- составы твердого топлива по сухой массе различных месторождений;
- составы жидкого топлива различных месторождений;
- составы газообразного топлива различных месторождений;
- физические свойства компонентов топлив (молекулярные, атомные массы, удельные плотности и т.д.);
- коэффициенты удельных эмиссий массовых, массово-объемных, объемных;
- состав чугунов;
- состав сталей.

Прикладные программы базы данных обеспечивают следующие функции:

- расчет сухой массы твердого топлива по введенному исходному рабочему составу;
- расчет рабочей массы твердого топлива при заданной его влажности;
- расчет плотности горючих газовых смесей и доли содержания в них углерода;
- модификацию данных.

Общая схема алгоритма представлена на рисунке 1. Важная исходная информация – тип технологического процесса. В зависимости от выбранного типа процесса алгоритм должен обеспечивать запрос нужных исходных данных, характеризующих процесс. Алгоритмы ввода исходных данных по твердому топливу (рисунок 2) базируются на формулах, приведенных в [4]. В расчетах необходимо использовать характеристики рабочей массы топлива. При этом следует учитывать, что влажность топлива существенно зависит от условий хранения и не является величиной постоянной. В этой связи параметры твердого топлива необходимо пересчитывать по формулам из [4].

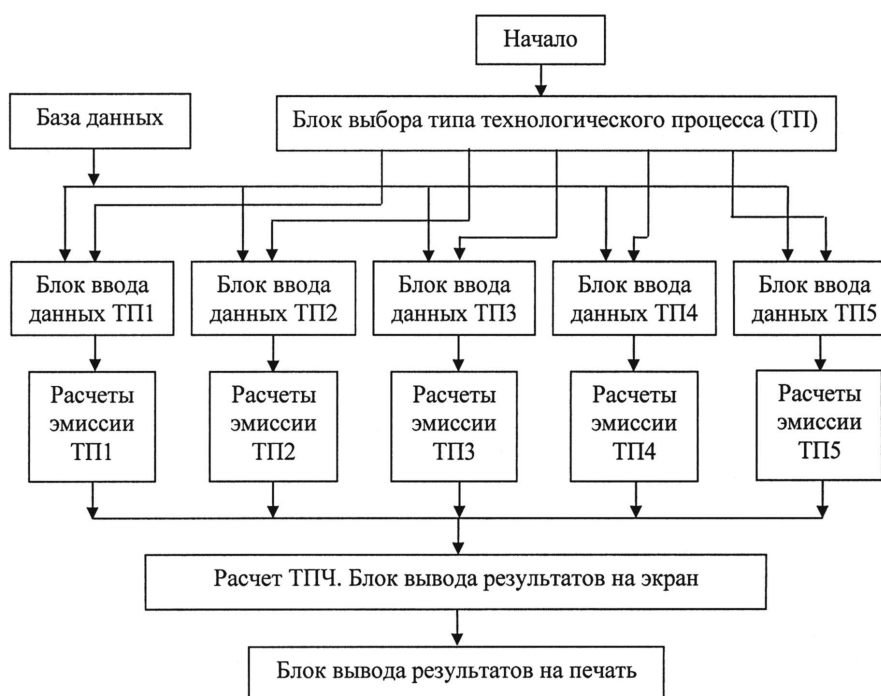


Рисунок 1 – Укрупненная схема алгоритма

Алгоритм ввода параметров жидкого топлива мало чем будет отличаться от алгоритма ввода параметров твердого топлива.

Для газообразного топлива алгоритм ввода имеет другой вид (рисунок 3). Этот алгоритм должен обеспечивать ввод состава топлива, процентное содержание его компонентов (объемное или массовое), удельный расход его на единицу продукции. Алгоритм должен обеспечить расчет массового содержания углерода в топливе.

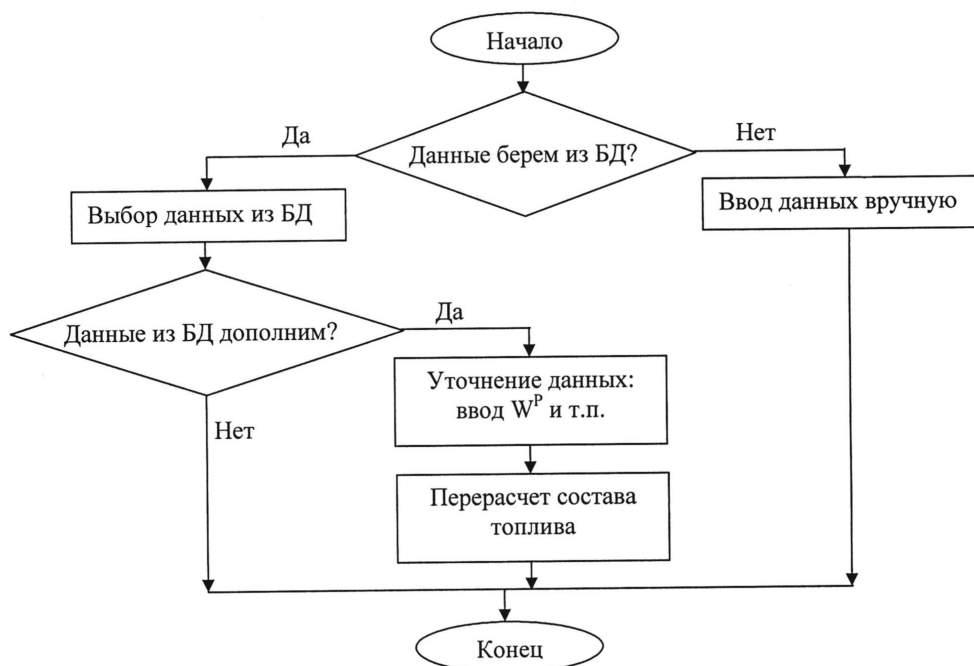


Рисунок 2 – Алгоритм блока ввода параметров твердого топлива

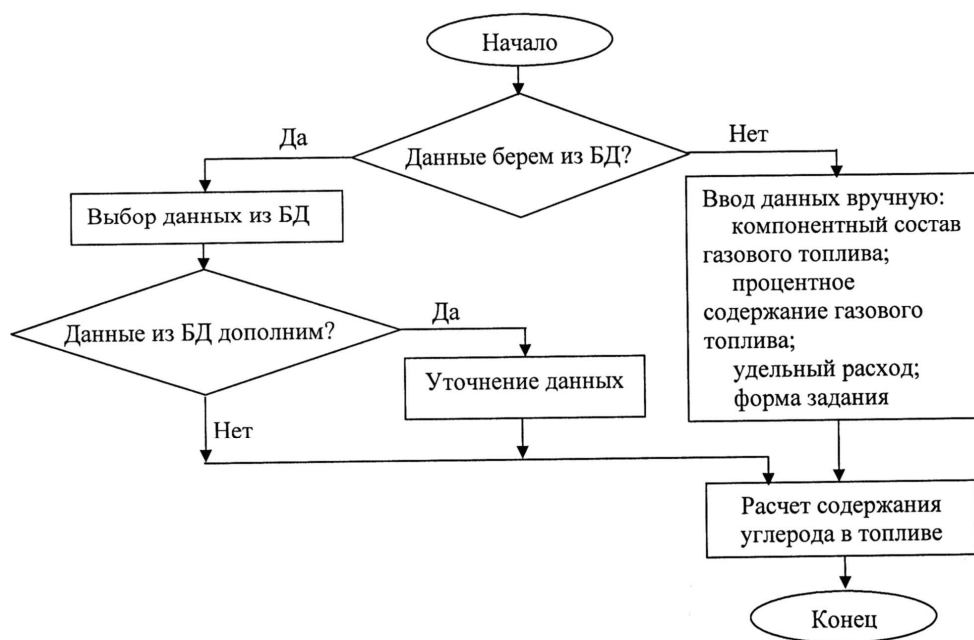


Рисунок 3 – Алгоритм блока ввода параметров газообразного топлива

Алгоритм ввода состава отходящих газов (рисунок 4) похож на предыдущий, хотя есть ряд отличий. Этот алгоритм можно реализовать с использованием блоков алгоритма ввода параметров газообразного топлива.

Приведенные схемы элементарных алгоритмов ввода исходных данных используются как блоки при построении более сложных алгоритмов ввода исходных данных (рисунок 5) для различных типов технологических процессов. Например, общий алгоритм ввода исходных данных для мартеновской печи показан на рисунке 6.

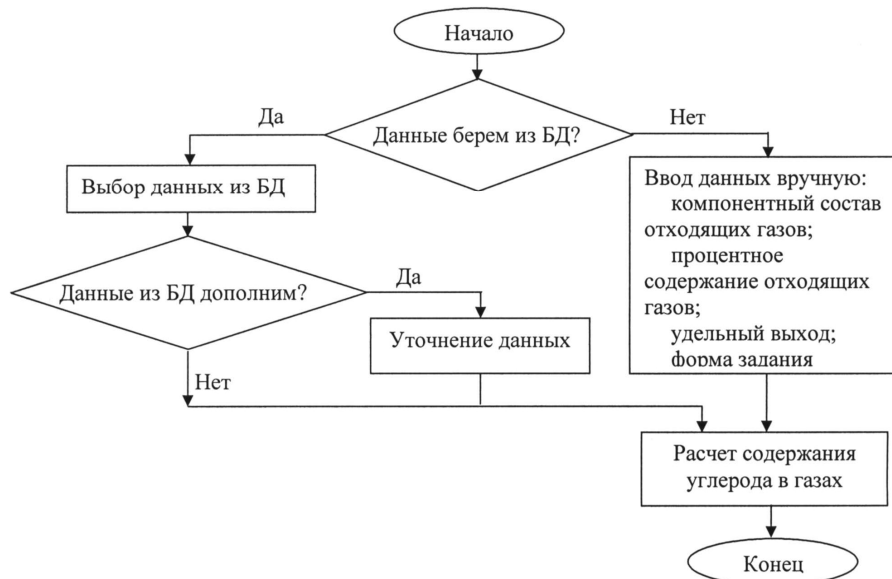


Рисунок 4 – Алгоритм блока ввода параметров отходящих газов

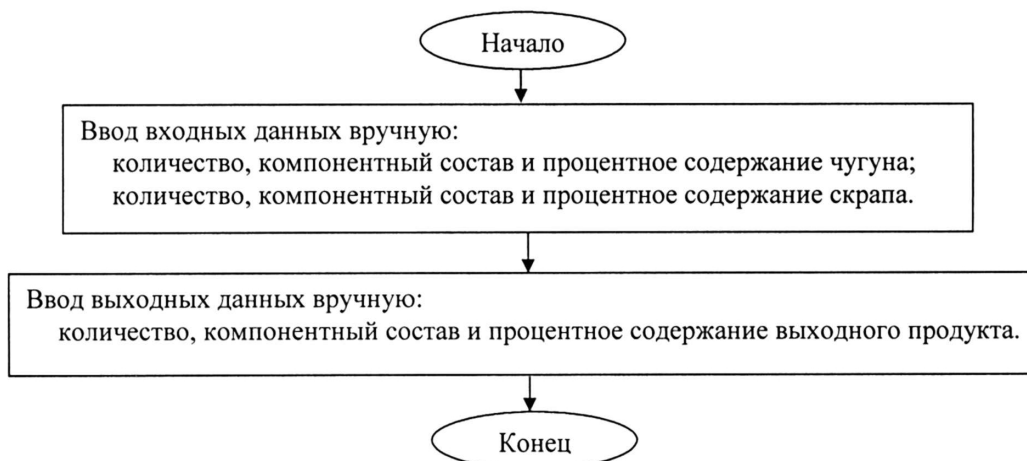


Рисунок 5 – Алгоритм блока ввода параметров для процессов с выгоранием углерода

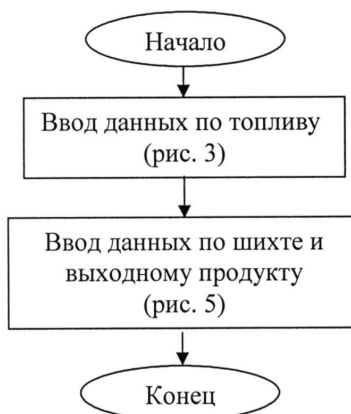


Рисунок 6 – Алгоритм блока ввода параметров для мартеновского процесса

Алгоритмы вычислений зависят от типа технологического процесса. Формулы для вычислений приведены в упомянутой выше статье (см. Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В. «Структура информационной подсистемы АСУ ТП по вычислению эмиссии диоксида углерода» в этом же сборнике). В зависимости от заданного типа технологического процесса алгоритм должен обеспечивать выбор соответствующих формул.

Алгоритмы вывода результатов определяются пожеланием заказчика.

Библиографический список

1. Лисиенко В.Г., Соловьева Н.В., Трофимова О.Г. Альтернативная металлургия: проблема легирования, модельные оценки эффективности / Под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2007. – 440 с.
2. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Розин С.Е. Методология и информационное обеспечение сквозного энергетического анализа. – Екатеринбург: УГТУ, 2001. – 98с.
3. Шевелев Л.Н. Оценка выбросов парниковых газов в черной металлургии России. Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия», 2008, вып. 8 (1304). С. 3 – 8.
4. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: Справочное издание: В 3-х книгах. Книга 1 / под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2004. – 608 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДИК МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Данилевич С.Б.

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Доклад посвящен исследованию влияния числа контролируемых параметров изделий на известные показатели достоверности результатов измерительного контроля (риски заказчика R_z и производителя $R_{п.}$, а также вероятность ошибки контроля 2 рода P_2). Это актуальная задача для серийно выпускаемой высокотехнологичной продукции [1].

Вычисление показателей достоверности проводилось с применением разработанной имитационной модели процедуры контроля, что позволило автоматизировать процесс [2-4].

Ниже приведены результаты исследования влияния погрешности измерений и числа контролируемых параметров изделий на R_z , $R_{п.}$ и P_2 , полученные с использованием имитационной модели сплошного многопараметрического контроля [4].

Предполагалось, что качество каждого изделия характеризуется независимыми идентичными параметрами X_i ($i = 1, \dots, I$), число параметров I было принято равным 3, 10, 30 и 100. Каждый параметр X_i - нормально распределенная случайная величина с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратичным отклонением (СКО) $\sigma = 3$.

В таблицах 1 и 2 приведены оценки искомых рисков, полученные для двух случаев: при $\sigma = 1$ и 0,8. Использовались модели погрешности измерений контролируемых параметров в виде равномерно распределенных случайных величин с СКО $\sigma_{и} = 0,1, 0,2$ и 0,3. При расчетах было принято, что предельное допускаемое значение для каждого параметра $\Delta = \pm 3$.

В случае отсутствия контроля при СКО параметра $\sigma = 1$ вероятность «негодности» изделия, характеризующегося одним параметром (вероятность выхода параметра за допуск) равна 0,27 %, характеризующегося тремя параметрами – 0,82 %, десятью параметрами – 1,67 %, тридцатью параметрами – 7,79 %, ста параметрами – 23,7 %. Это совпадает с результатами, приведенными в [1].

При отсутствии контроля при СКО параметра $\sigma = 0,8$ вероятность негодности изделия, характеризующегося тремя параметрами – 0,82 %, десятью параметрами – 0,17 %, тридцатью параметрами – 0,54 %, ста параметрами – 1,75 %.

Таблица 1 – Оценки искомых рисков, полученные при $\sigma = 1$

Показатель достоверности (%)	Число контр. параметров I	СКО погрешности измерения параметров $\sigma_{и}$		
		0,1	0,2	0,3
Rз	3	0,1	0,17	0,23
	10	0,33	0,56	0,71
	30	0,98	1,65	2,13
	100	3,22	5,43	6,92
Rп	3	0,14	0,33	0,59
	10	0,45	1,08	1,95
	30	1,25	3,04	5,4
	100	3,4	7,96	13,90
P ₂	3	11,9	20,7	27,4
	10	11,8	20,2	25,6
	30	11,4	19,2	24,3
	100	10,2	16,5	19,7

Таблица 2 – Оценки искомых рисков, полученные при $\sigma = 0,8$

Показатель достоверности (%)	Число контр. параметров I	СКО погрешности измерения параметров $\sigma_{и}$		
		0,1	0,2	0,3
Rз	3	0,01	0,02	0,02
	10	0,03	0,04	0,06
	30	0,09	0,14	0,18
	100	0,29	0,47	0,69
Rп	3	0,01	0,04	0,09
	10	0,05	0,14	0,28
	30	0,15	0,40	0,85
	100	0,51	1,36	2,82
P ₂	3	15,7	28,7	34,1
	10	15,1	25,3	32,2
	30	16,8	25,9	32,2
	100	16,5	26,2	32,0

Приведенные результаты позволили сделать следующие предварительные выводы.

1) Зависимость вероятности Rз как от числа контролируемых параметров, так и погрешности измерений близка к линейной.

2) Вероятность P₂ при малых погрешностях измерений почти не зависит от числа контролируемых параметров, но существенно зависит от погрешности измерений.

Библиографический список

1. Розно М.И. Откуда берутся неприятности. // Стандарты и качество. – 2002. – № 11. – С. 14 – 20.
2. Данилевич С.Б., Колесников С.С. Качество продукции и достоверность результатов контроля. // Компетентность. – 2011. – № 2. – С. 20 – 22.
3. Данилевич С.Б., Колесников С.С., Пальчун Ю.А. Применение имитационного моделирования при аттестации методик контроля и испытаний. // Измерительная техника – 2011. – № 7.
4. Данилевич С.Б. Разработка эффективных методик контроля и испытаний продукции. Монография. Новосибирск, 2011. – 120 с.

ПРОТОТИПНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Трофимов В.Б.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Экспертная система (ЭС) – это интеллектуальная человеко-машинная система, аккумулирующая знания, предназначенная для обучения и оказания консультационной помощи специалистам, работающим в некоторой предметной области. Различают два типа ЭС. Системы первого типа предназначены для начинающих специалистов, чей профессиональный уровень не слишком высок. В базах знаний таких систем хранятся знания, полученные от специалистов экстра-класса. Системы второго типа призваны помогать специалистам высокой квалификации, выполняя для них значительную часть рутинных операций и обработку больших массивов данных. Особенностью ЭС является наличие в них подсистемы объяснений, повышающей консультационную силу ЭС и, тем самым, осуществляющей интерпретацию и обоснование рекомендаций [1].

Обобщенная базовая структура ЭС представлена на рисунке 1 [2, 3]. ЭС функционирует следующим образом: пользователь, желающий получить необходимые данные и знания, через свой интерфейс отправляет запрос к ЭС, а решатель, используя базу знаний (накопленный опыт и знания профессионалов), ищет и выдает пользователю подходящую рекомендацию, комментируя ход своих рассуждений при помощи подсистемы объяснений.

Ниже приведены многовариантные определения указанных на рисунке 1 понятий.

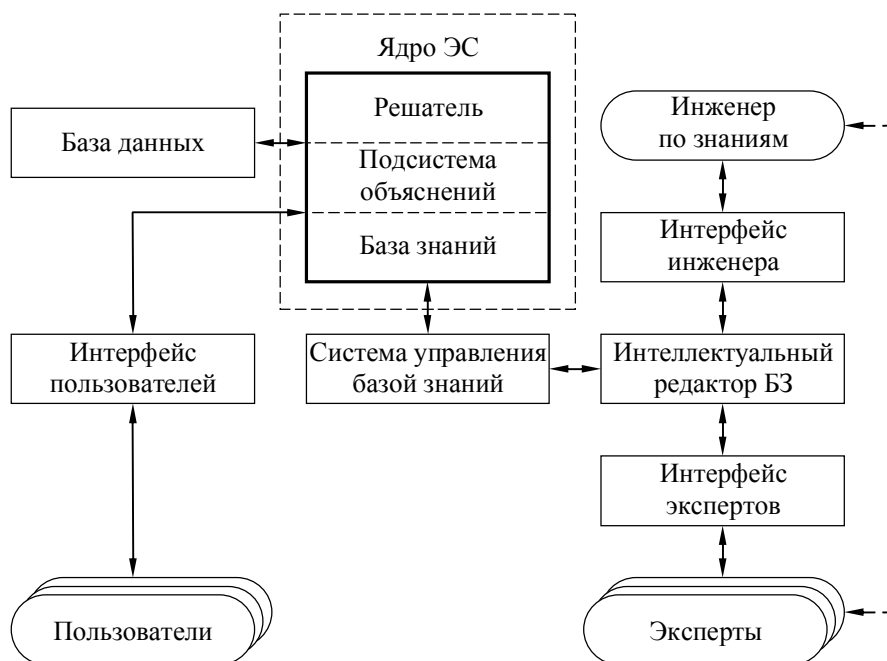


Рисунок 1 – Обобщенная базовая структура экспертной системы

Инженер по знаниям – специалист, основной задачей которого является структурирование базы знаний и наполнение ее знаниями, относящимися к конкретной предметной области. В процессе этой деятельности он выбирает форму представления знаний, удобную для данной предметной области, осуществляет их извлечение из вербальных источников (официальные документы, учебники, монографии, изобретения и т.п.), а также в результате общения с экспертами-специалистами в данной проблемной области [1]. *Инженер по зна-*

ниям (когнитолог, инженер-интерпретатор, аналитик) – специалист по искусственному интеллекту, относящийся к коллективу разработчиков, и осуществляющий интерпретацию знаний эксперта и структурирование их в виде базы знаний [2, 4].

Эксперт – высококвалифицированный специалист, согласившийся поделиться опытом в рассматриваемой предметной области [4]; или подробнее – специалист, который владеет разнообразными знаниями и умениями предметной области, имеет доступ к большому количеству источников знаний (книг, справочников и т.п.), которые освоил за годы обучения, теоретической и экспериментальной работы, а также приобрел навыки и опыт поиска эффективных решений конкретного класса задач [3].

Интеллектуальный редактор базы знаний (БЗ) – компьютерная программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создания БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок («help»-режим) и других сервисных средств, облегчающих работу с названной базой [2]. *Система управления базой знаний (СУБЗ)* – совокупность программных и аппаратных средств для организации в БЗ процедур, связанных с поиском знаний, пополнением базы знаний, ее корректировкой [1]. *Редактор базы знаний* – это программа, предназначенная для ввода в БЗ новых знаний о предметной области. При этом в режиме приобретения знаний (обучения системы) происходит перевод неформальных знаний эксперта о предметной (прикладной) области с его профессионального языка на язык формальных правил с помощью инженера по знаниям [3].

Решатель (интерпретатор, дедуктивная машина) – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, накопленных в БЗ [2]. *Решатель* – система, способная находить оптимальные решения задач благодаря встроенной в нее общей стратегии поиска решения (например, путем поиска в пространстве альтернатив или путем логического вывода) [1]. *Решатель* – это «мозг» ЭС, то есть программа, реализующая определенную методологию обработки знаний, хранящихся в базе знаний, получение и представление заключений и рекомендаций [3].

База знаний – совокупность программных средств, обеспечивающих поиск, хранение, преобразование и запись в памяти компьютера сложно структурированных информационных единиц (знаний) [1]. *База знаний* – ядро ЭС, совокупность формализованных знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному) [2].

Подсистема объяснений – часть ЭС, предназначенная для разъяснения пользователю способа, которым получено решение. Она дает ответы на вопросы трех типов: «*Как-вопросы*» – заставляют подсистему объяснять путь решения; «*Почему-вопросы*» – вызывают у подсистемы необходимость в пояснении, почему получено именно это решение, а не какое-либо другое; «*Что-вопросы*» – требуют от нее выдачи всей имеющейся в ЭС информации относительно объекта или явления, к которому относится этот класс вопросов. Для ответов на вопросы конкретного типа в подсистеме имеется набор специальных процедур и рабочая память, в которой в процессе поиска решения формируется информация, необходимая для ответа на вопросы пользователя [1]. *Подсистема объяснений* – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» – это трассировка всего процесса получения решения с указанием использованных фрагментов БЗ, то есть всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему» – ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, то есть отход на один шаг назад [2].

Интерфейс пользователя (естественно-языковый интерфейс) – совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих «общение» интеллектуальной системы с пользователем на ограниченном рамками предметной области естественном языке. В состав интерфейса входят словари, отражающие состав и лексику языка, лингвистический процессор, осуществляющий анализ текстов и синтез ответов пользователю [1].

При формировании стадий и этапов процедуры построения экспертных систем (рисунок 2) за основу были взяты ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания», стандарт SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method), а также подходы, изложенные в работах [1 – 9].

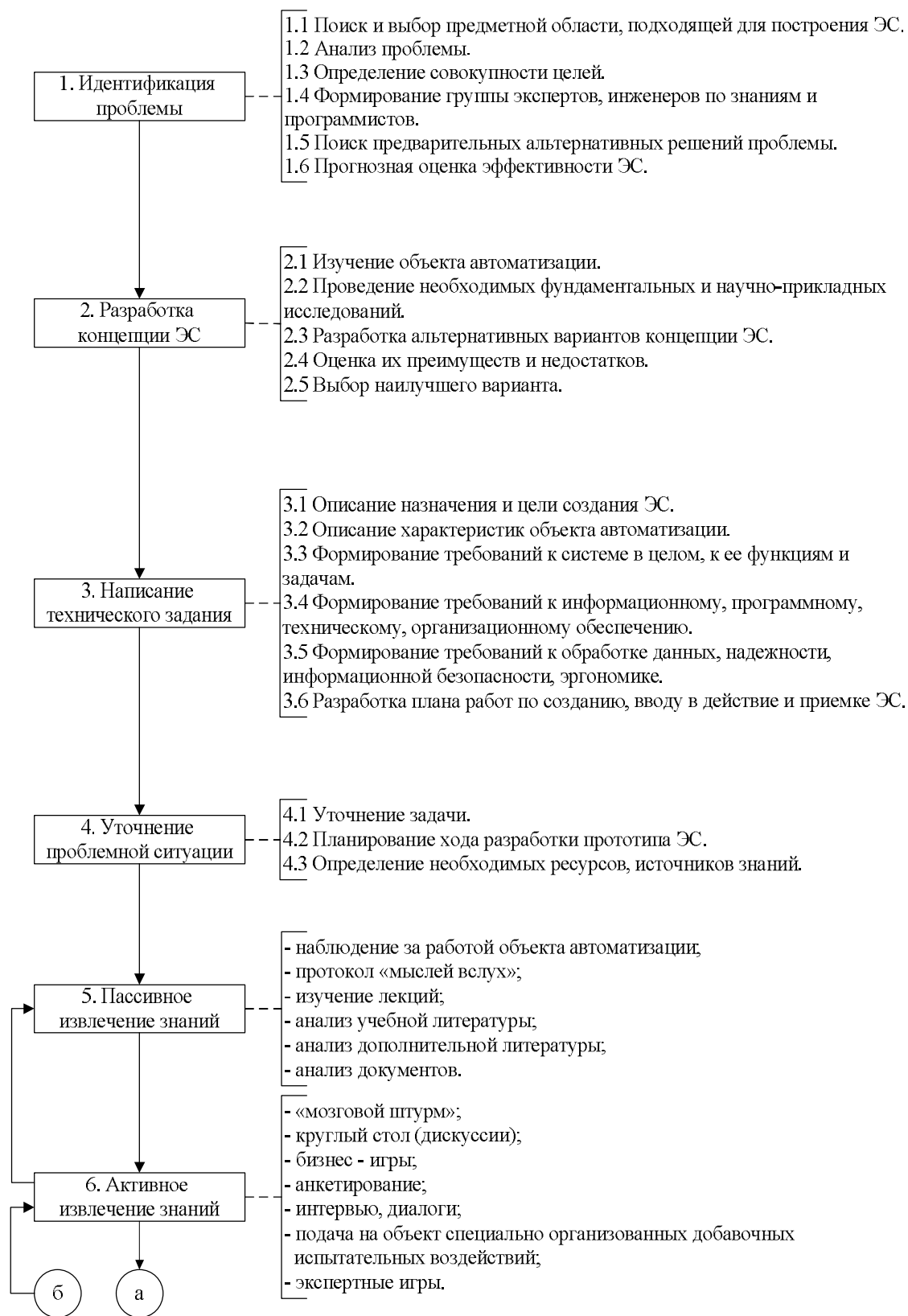
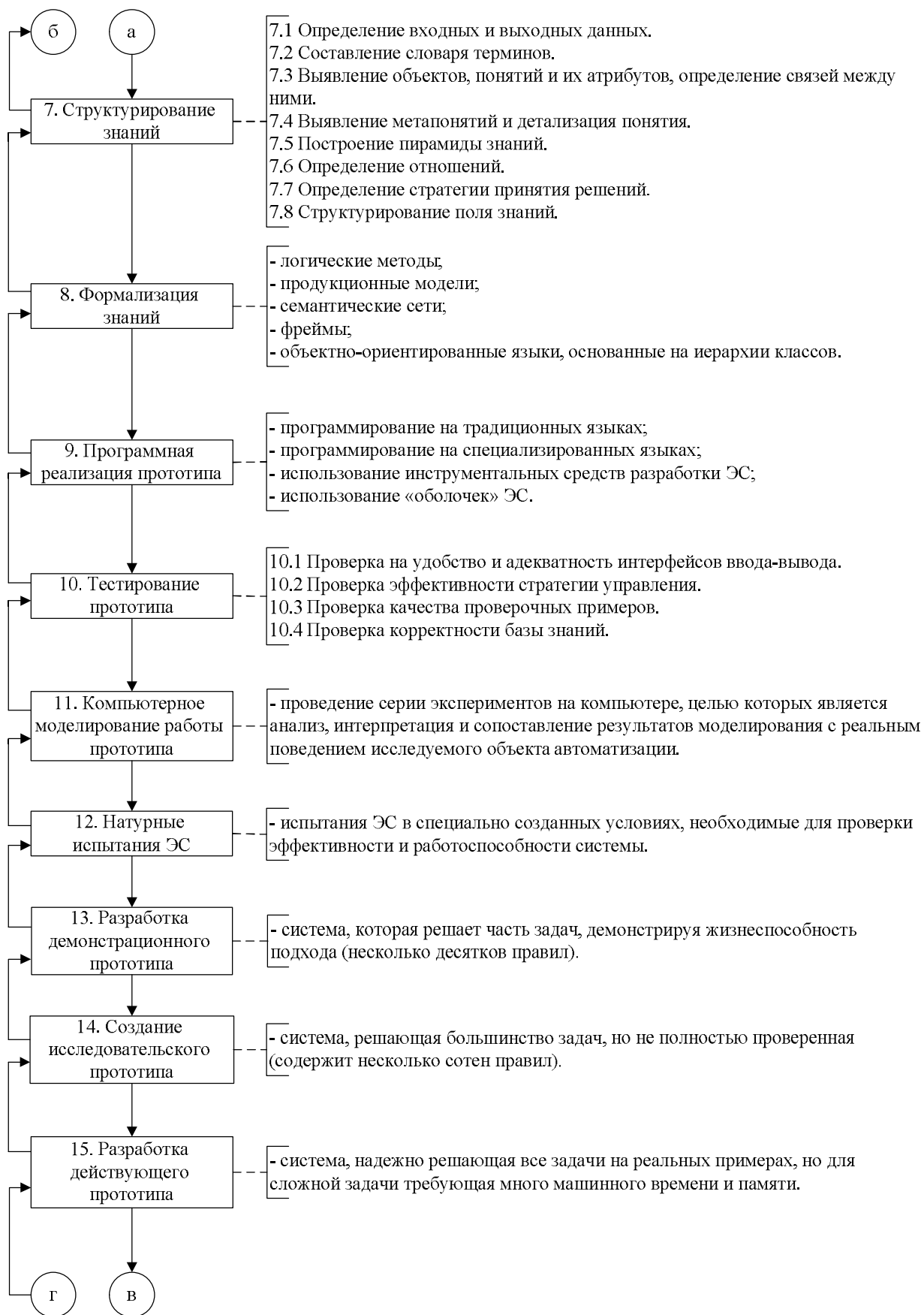
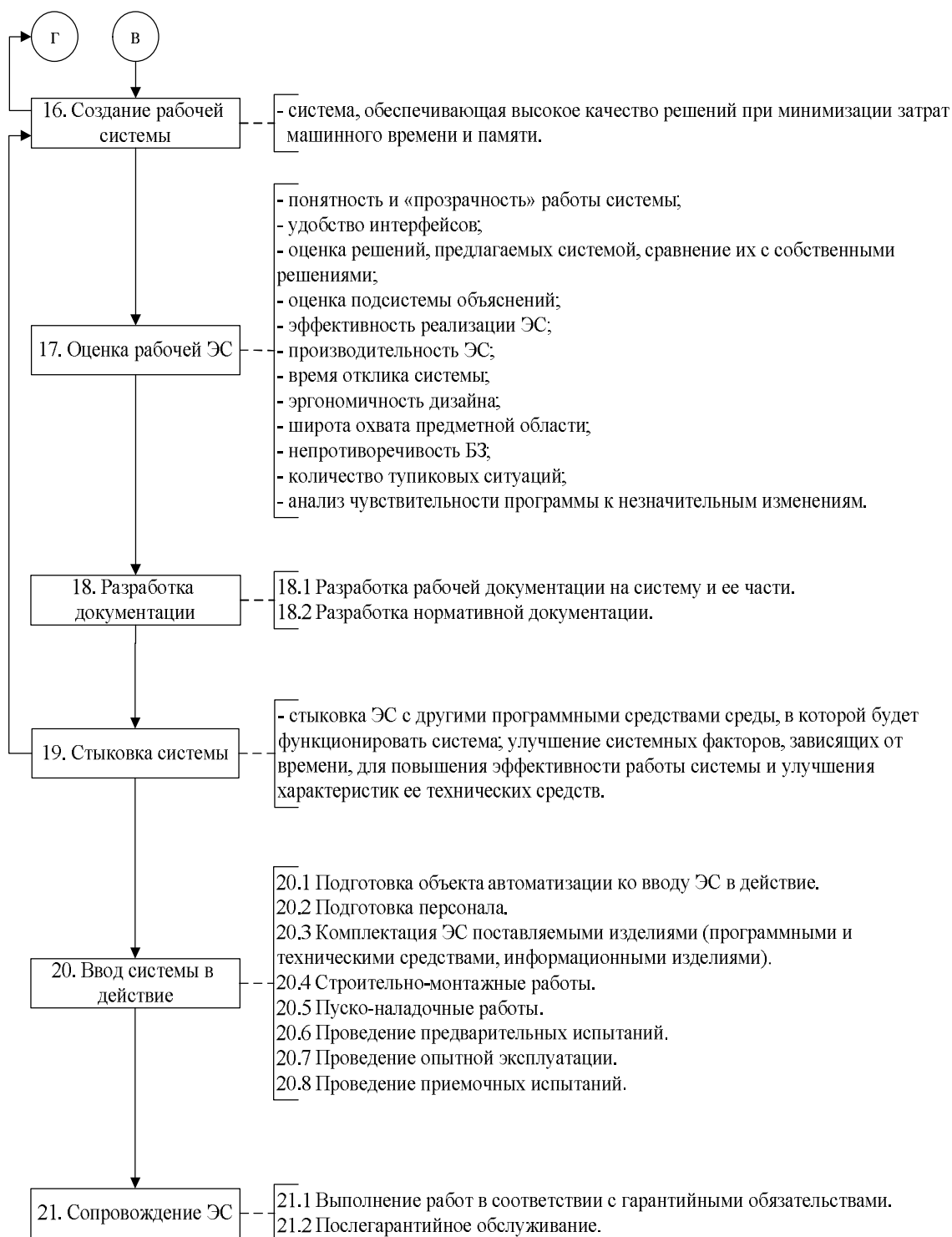


Рисунок 2 – Процедура построения экспертных систем



Продолжение рисунка 2



Продолжение рисунка 2

В экспертных системах база знаний, являющаяся ее ядром, представляет собой совокупность формализованных знаний, введенных в систему инженером по знаниям через интеллектуальный интерфейс. Для заполнения базы знаний, то есть для обучения интеллектуальной системы управления, знания извлекаются из трудов по управлению, технологических инструкций и опыта работы экспертов (операторов-технологов, операторов-контролеров и т.п.), а также из предыстории работы самой системы. Извлечение знаний выполняется с помощью рационального сочетания активных и пассивных методов, с учетом системного [5] и натурно-модельного [7] подходов. Активное извлечение знаний осуществ-

ляется с нанесением специально организованных явных и неявных испытательных (тестовых) воздействий, способствующих построению адекватных моделей изучаемых объектов.

После извлечения знаний необходимо их структурировать, то есть выполнить их неформальное описание в виде графа, таблицы, диаграммы или текста, которое отражает поле знаний, включающее терминологию, список основных понятий и атрибутов, отношения между входной и выходной информацией, стратегии принятия решений, а также ограничения стратегий.

После извлечения и структурирования знаний выполняется этап их формализации. Наибольшее распространение в системах управления сложными объектами для формализации знаний получила продукционная модель, или модель, основанная на правилах. Правила позволяют представлять знания в виде предложений типа «Если [условие], то [действие]». Под условием понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием – событие, выполняемое при успешном исходе поиска (оно может быть промежуточным, выступающим далее как условия, и терминальным, завершающим работу системы).

Эффективность разработанной процедуры построения экспертных систем подтверждается полученными результатами исследований, проведенных с использованием модельных и натурных данных [10 – 12].

Библиографический список

1. Толковый словарь по искусственному интеллекту / А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Пospelов – М: Радио и связь, 1992. – 256 с.
2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных системы / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. Информационные системы в металлургии: Учебник для вузов / Н.А. Спириин и др. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2001. – 617 с.
4. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы / Д.В. Гаскаров – М: Высш. шк., 2003. – 431 с.
5. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования / В.Я. Ротач – М.: Энергия, 1973. – 440 с.
6. Хейес-Рот Ф. Построение экспертных систем / Ф. Хейес-Рота, Д. Уотермена, Д. Лената – М.: Мир, 1987. – 441 с.
7. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения / Под ред. Л.П. Мышляева – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.
8. Структура трехуровневой АСУ ТП доменной печи с использованием логико-количественной экспертной системы: Учебное пособие / В.Г. Лисиенко, Е.Л. Суханов, В.А. Морозова, Ю.Н. Овчинников – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. – 82 с.
9. Экспертная система управления процессом спекания агломерата / В.И. Соловьев, Е.А. Павлова, В.М. Сухинин, А.П. Скороходов // Черные металлы. – 2006. – № 3. – С. 11 – 16.
10. Generalized structure of an intelligent control system for technological objects and experience of its use / V.B. Trofimov, S.M. Kulakov // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. - 2011. - Vol. 47, No. 3. - P. 313 - 320.
11. Интеллектуальная система распознавания поверхностных дефектов проката / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов, Н.Ф. Бондарь, С.В. Чабан // Информационные технологии. – 2008. – № 5. – С. 53 – 59.
12. Патент 2426069 Российской Федерации, МПК G01B 11/30, B21C 51/00. Способ неразрушающего контроля качества поверхности рельсов / В.Б. Трофимов, С.М. Кулаков – № 2010112763/28; заявл. 01.04.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 22 – 15 с.; 3 л.ил.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ-ПРЕССОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНФОРМ

Солопко И.В.

Сибирский федеральный университет

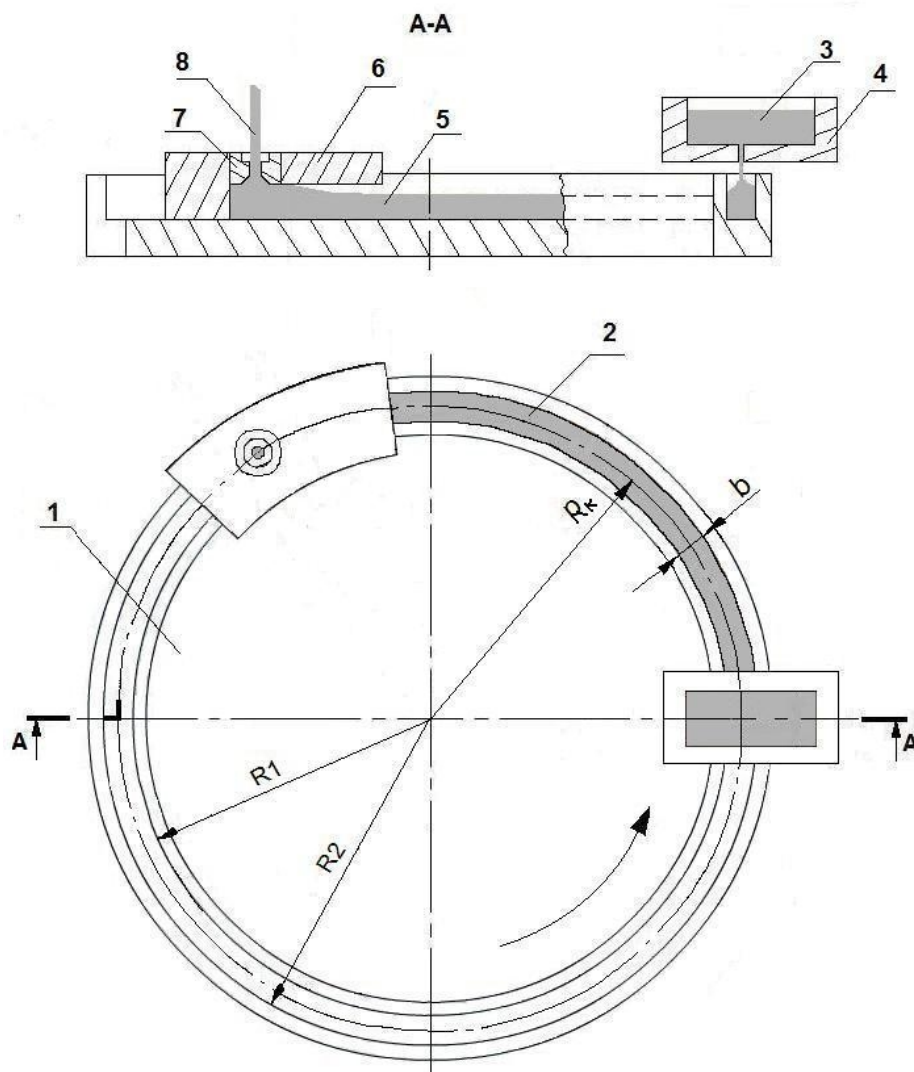
г. Красноярск

В современной металлургической промышленности широко применяются различные модификаций машин и установок, позволяющих совмещение ряда процессов путем реализации единой технологической схемы «жидкий металл→кристаллизация→обработка металлов давлением→готовое изделие». Совмещенные процессы дают большой экономический эффект, так как за счет отсутствия промежуточного нагрева обрабатываемого металла, позволяют значительно снизить существенную долю общих энергетических затрат производства, уменьшить металлоемкость, снизить площади, сократить штаты, снизить расходы на содержание и амортизацию оборудования. Новым направлением промышленного освоения технологии непрерывного литья-прессования цветных металлов и сплавов является способ Кастэкс, основанный на использовании рабочего узла установок Конформ роторного типа в качестве кристаллизатора заливаемого в него жидкого металла [1]. При проектировании установок для непрерывного литья-прессования оптимизация конструкции и формы инструмента с целью получения изделий высокого качества и минимальными энергозатратами на деформацию литой заготовки достигается путем определения оптимальных размеров инструмента, выбора тепловых режимов процесса и системой охлаждения. В лаборатории кафедры «Обработки металлов давлением» Сибирского федерального университета смонтирована установка для совмещения непрерывного литья цветных металлов и сплавов с непрерывным прессованием профилей подобно способу Конформ на базе карусельного кристаллизатора (рисунок 1). Жидкий металл 3 заливается через литниковую коробку 4 в ручей 2 вращающегося колеса-кристаллизатора 1 и кристаллизуется до входа в разъемный контейнер, образованный на участке сопряжения ручья и матрицедержателя 6. Разъемный контейнер прямоугольного или квадратного сечения, одна часть которого неподвижна относительно другой. Продольное перемещение слитка 5 приводит к его распрессовки осаждением до заполнения контейнера по всему поперечному сечению при этом непрерывно нарастает величина площади контакта слитка с контейнером до момента достижения активными силами трения величины достаточной для выдавливания в отверстие матрицы 7 в виде пресс-изделия 8. Таким образом, контейнер по длине разделяется на две зоны: первая – зона неполного контакта, на протяжении которой силы контактного трения создают вторую зону – полного контакта, обеспечивающую давление для экструдирования металла [2]. Это обуславливает неравномерное распределение сдвиговых деформаций металла в зоне перед матрицей из-за большого градиента скоростей течения металла по сечению деформационной зоны, поэтому характер течения металла в разъемном контейнере существенно отличается от его течения при традиционном прессовании из неподвижного контейнера. В связи с этим специфика расчета размеров инструмента для непрерывного прессования заключается в следующем:

- 1) Нахождение оптимальной геометрии контейнера и канала матрицы:
 - размеров поперечного сечения контейнера;
 - значений входного угла матрицы;
 - длины контейнера, достаточной для выдавливания металла в отверстие матрицы.
- 2) Расчет температурных полей с различной интенсивностью охлаждения инструмента:
 - в ручье колеса-кристаллизатора при литье и формировании слитка для нахождения

оптимального расстояния от литниковой коробки до контейнера;

– в очаге деформации при непрерывном прессовании для поддержания стабильности протекания процесса в соответствующем интервале температур.



1 – колесо-кристаллизатор; 2 – ручей; 3 – жидкий металл; 4 – литниковая коробка;
5 – слиток; 6 – матрицедержатель; 7 – матрица; 8 – пресс-изделие

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки непрерывного литья-прессования, действующей по принципу Конформ

С целью повышения оперативности проектирования посредством автоматизированного расчета оптимальных конструктивных параметров экспериментальной установки для непрерывного литья-прессования методом Конформ на базе карусельного кристаллизатора разработаны компьютерные программы авторские права, на которые защищены свидетельствами о государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ [3, 5].

Программа «Оптимизация размеров инструмента при непрерывном прессовании Конформ» вариационным методом определяет соотношение высоты и ширины прямоугольного сечения контейнера, путем минимизации величины жесткой зоны на границе неподвижной части контейнера со слитком, и оптимальное значение входного угла матрицы, обеспечивающее минимальную величину удельной силы прессования, а методом баланса

мощностей находит длину контейнера, состоящую из длины зоны полного контакта слитка с контейнером и длины зоны неполного контакта. Вывод формул и описание методики расчета опубликованы в работе [4].

Для организации автоматизированного расчета в соответствующие белые поля (рисунок 2) вводятся исходные параметры процесса прессования, матрицы и колеса-кристаллизатора, после этого в синих полях автоматически показываются промежуточные результаты расчета.

Рисунок 2 – Интерфейс программы «Оптимизация размеров инструмента при непрерывном прессовании Конформ»

После нажатия кнопки «Расчёт» открывается окно с результатами расчёта (рисунок 3). Основные результаты расчёта отображены в синих полях, промежуточные – в белых.

Рисунок 3 – Окно результатов выполнения программы «Оптимизация размеров инструмента при непрерывном прессовании Конформ»

В итоге, получены оптимальные значения для проектирования инструмента:
– поперечное сечение контейнера 10×10 мм;

- входной угол пресс-матрицы $72^{\circ}43'$;
- длина контейнера 63 мм.

Программа «Расчет тепловых параметров затвердевания алюминиевых расплавов при непрерывном литье в кристаллизатор карусельного типа» решает методом конечных разностей дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности в контактной задаче слитков и инструмент при затвердевании алюминиевых расплавов в стальной карусельный кристаллизатор для граничных условий 3-го рода с естественным и принудительным охлаждением разной интенсивности. Для упрощения расчетов неявных разностных уравнений сложная трехмерная задача заменена последовательностью более простых одномерных задач методом покомпонентного расщепления, решение каждого уравнения осуществили методом прогонки, теоретическое обоснование и подробный алгоритм расчета изложен в работе [6].

После нажатия кнопки «СЧЕТ» (рисунок 4) с учетом времени разлива появится окно результатов распределения температур в слитке и кристаллизаторе, на основании температурного поля в слитке определяются текущие значения глубины жидкой лунки, протяженность двухфазной зоны и твердой фазы, основным результатом вычислений является длина слитка определяющая оптимальное расстояние от литниковой коробки до контейнера (рисунок 5). Кроме того, результаты можно просмотреть в виде графических зависимостей.

МАТЕРИАЛ КРИСТАЛЛИЗАТОРА:	5XHM	МАТЕРИАЛ ЗАГОТОВКИ:	Al сплав	АД - 31
ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ:	40	ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ:		200
ТЕПЛОЕМКОСТЬ:	500	ТЕПЛОЕМКОСТЬ:		1170
ПЛОТНОСТЬ:	8000	ПЛОТНОСТЬ:		2710
ГЛУБИНА КРИСТАЛЛИЗАТОРА:	0.01	КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ:		0.14
РАДИУС КРИСТАЛЛИЗАТОРА:	0.145	ТЕМПЕРАТУРА ЛИКВИДУС:		647
ТОЛЩИНА СТЕНКИ КРИСТАЛЛИЗАТОРА:	0.02	ТЕМПЕРАТУРА СОЛИДУС:		636
К-Т ТЕПЛООТДАЧИ СЛИТКА КРИСТ-РУ:	2320	ШИРИНА СЛИТКА:		0.01
К-Т ТЕПЛООТДАЧИ ДНА КРИСТ-РА:	1740	ВЫСОТА СЛИТКА:		0.008
К-Т ТЕПЛООТДАЧИ СТЕНКИ КРИСТ-РА:	1740	НАЧАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА РАСПЛАВА:		700
К-Т ТЕПЛООТДАЧИ ВОЗДУХУ:	580	ТЕМПЕРАТУРА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ:		20
УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ (оборот/мин):	2.0	НАЧАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА КРИСТ-РА:		20
РАСЧЕТНОЕ ВРЕМЯ(СЕК) ПРОЦЕССА:	960	ТЕМПЕРАТУРА НАЧАЛА ПРЕССОВАНИЯ:		400
ШАГ ПОКАЗА ГРАФИКОВ:	10000			

Рисунок 4 – Интерфейс программы «Расчет тепловых параметров затвердевания алюминиевых расплавов при непрерывном литье в кристаллизатор карусельного типа»

В итоге выбран принудительный режим охлаждения инструмента жидкостью и воздухом, и получена длина слитка, характеризующая оптимальное расстояние от литниковой коробки до контейнера, 395 мм.

На основании проведенных исследований и расчетов изготовлен инструмент для экспериментальной установки (рисунок 6). Проведение экспериментов по испытанию опытной установки осуществлялось путем заливки алюминиевого расплава через литниковую коробку в ручей колеса-кристаллизатора. Высота заливки составила 6 – 8 мм, и она ре-

гулировалась специальным дозатором. Матрица применялась плоская (входной угол 90 градусов) с диаметром калибрующего отверстия 6 мм. Скорость вращения колеса-кристаллизатора при среднем диаметре ручья 145 мм составила 2 об/мин. В результате проведения серий экспериментов получено несколько прутков длиной от 5 до 10 мм, что подтвердило работоспособность установки.

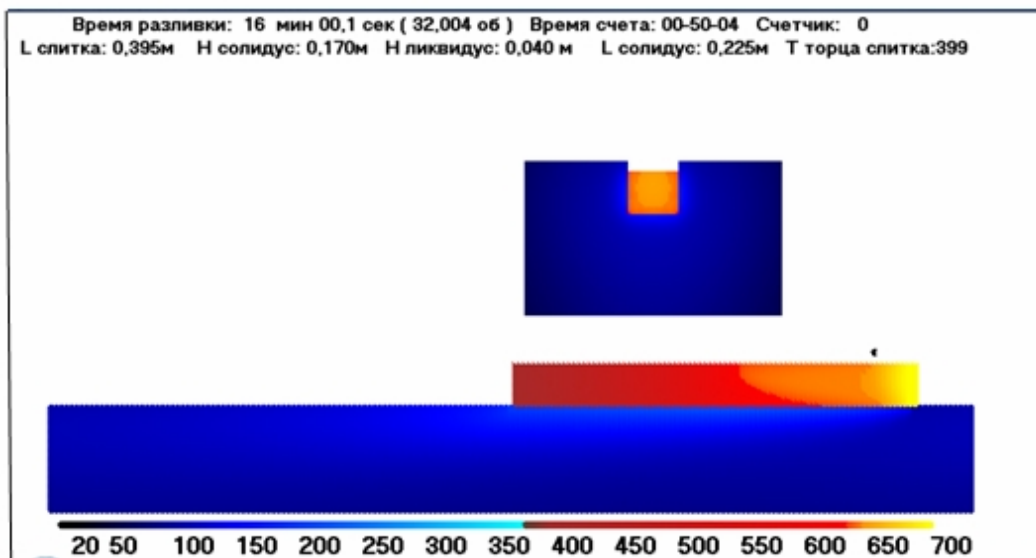
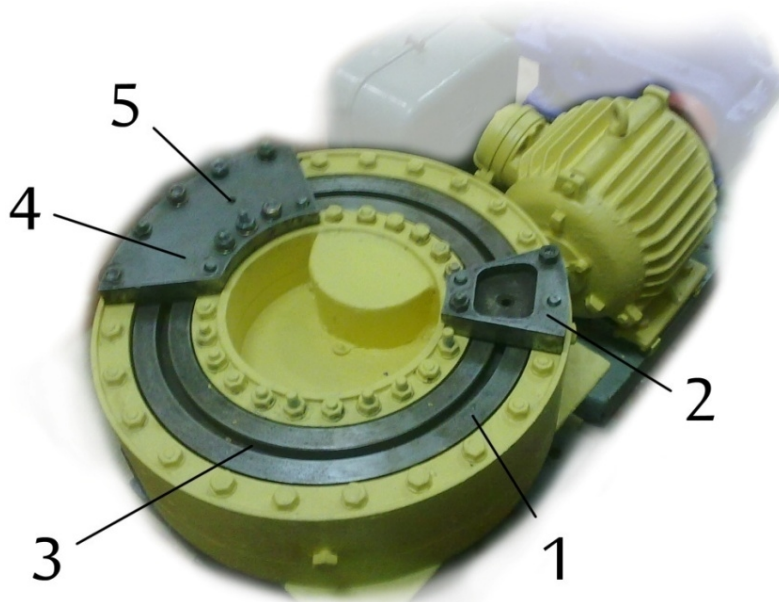


Рисунок 5 – Окно результатов выполнения программы «Расчет тепловых параметров затвердевания алюминиевых расплавов при непрерывном литье в кристаллизатор карусельного типа»



1 – карусельный кристаллизатор; 2 – литниковая коробка; 3 – ручей;
4 – матрицедержатель; 5 – матрица

Рисунок 6 – Экспериментальная установка для совмещения непрерывного литья и прессования способом Конформ на базе карусельного кристаллизатора

На данном этапе исследований разработана и находится на регистрации авторского права программа «Расчет тепловых режимов при непрерывном литье-прессовании алюминиевых сплавов способом Конформ» предназначенная для автоматизированного расчета распределения температур в слитке, колесе-кристаллизаторе и контейнере при непрерывном литье-прессовании с учетом тепла выделяющегося в очаге деформации за счет работы трения и работы деформации, основные уравнения представлены в работе [7]. Также на основании температурного поля слитка определяются текущие значения глубины жидкой лунки, протяженность двухфазной зоны и твердой фазы, текущая температура прессования, длина слитка охлажденного до температуры прессования и время выхода на стационарный режим работы при различных технологических параметрах и условиях охлаждения.

Автоматизированный расчет позволяет не только упростить процедуру проектирования, но и обеспечить поиск рациональных параметров инструмента установки для совмещения непрерывного литья и прессования способом Конформ на базе карусельного кристаллизатора, следовательно, предложенные программы могут применяться конструкторами и технологами по обработке металлов давлением в заводских условиях.

Библиографический список

1. Локшин М.З., Шамраев В.Н., Авдеев В.В., Богатов В.Ю. Современные способы непрерывного прессования труб, профилей и проволоки//Технология легких сплавов. – 1992. – № 10. – С. 60 – 65.
2. Непрерывное литье-прессование цветных металлов. Сергеев В.М, Горохов Ю.В., Соболев В.В., Нестеров Н.А., М.: Металлургия, 1990. – 85с.
3. Горохов Ю.В., Солопко И.В. Оптимизация размеров инструмента при непрерывном прессовании Конформ. Свидетельство РФ №2010613104. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.05.2010.
4. Горохов Ю.В., Солопко И.В., Суслов В.П. Расчет минимальной длины контейнера при непрерывном прессовании способом «Конформ»//Цветные металлы, 2010, №10, С.81-84.
5. Горохов Ю.В., Нестеров Н.Н., Солопко И.В. Расчет тепловых параметров затвердевания алюминиевых расплавов при непрерывном литье в кристаллизатор карусельного типа. Свидетельство РФ № 2011610265. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.01.2011.
6. Солопко И.В., Довженко Н.Н., Нестеров Н.А., Горохов Ю.В. Расчет температурных полей при кристаллизации расплава в ручье приводного колеса при непрерывном литье-прессовании методом Конформ // Высокие технологии, образование, промышленность. Т.4: сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 27 – 29 апреля 2011, Санкт-Петербург, Россия/под ред. А.П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 313 – 319.
7. Солопко И.В. Расчет тепловых режимов непрерывного прессования литых заготовок из алюминиевых сплавов методом Конформ. Молодёжь и наука: сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс] /отв. ред. О.А.Краев - Красноярск : Сиб. федер. ун-т., 2011. – С. 222 – 224.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО ДИСПЕРСНОГО СЫРЬЯ

Ноздрин И.В., Ширяева Л.С., Терентьева М.А.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Сопоставление различных технологий получения порошков тугоплавких соединений свидетельствует о том, что для достижения наноуровня в первую очередь востребованы технологии, основанные на применении высококонцентрированных энергетических потоков для газификации сырья и формирования целевого продукта при объемной конденсации из газовой фазы. Среди подобных технологий плазменный способ отличается сравнительной простотой реализации и является наиболее изученным и конкурентоспособным. Процессы плазменного синтеза условно можно подразделить на три стадии: 1) эволюция исходного сырья, включающая его движение в потоке газа-теплоносителя, нагрев и фазовые переходы; 2) химические реакции, т.е. сам синтез; 3) формирование дисперсного продукта (конденсация, коалесценция, кристаллизация, коагуляция). На завершенность первой стадии, являющейся в случае использования дисперсного сырья лимитирующей и определяющей в связи с этим количественный выход целевого продукта, существенные ограничения накладывают высокие скорости движения реагирующих сред, составляющие в каналах трехструйных прямоточных реакторов в зависимости от рабочих параметров плазмотронов 30 – 60 м/с и тем самым способствующие сокращению времени пребывания сырья при температурах перехода его в паровую фазу ($10^{-4} - 10^{-5}$ с). В связи с этим из всех факторов, влияющих на степень превращения исходного сырья, а именно: теплофизических и термодинамических свойств плазмы и сырья, соотношения массовых расходов плазмообразующего газа и сырья, начальной температуры плазмы, конструктивных особенностей реактора, удельных энергозатрат, организации процесса смешения дисперсного сырья с плазмой и др. – основным лимитирующим фактором является теплообмен высокотемпературного потока газа с движущимися в нем частицами обрабатываемого материала. Следовательно, высокие степени превращения сырья на первой стадии синтеза могут быть достигнуты при таких гидродинамических и энергетических параметрах реакторов, которые обеспечивают за весьма ограниченное время подвод от теплоносителя к дисперсному сырью количества энергии, достаточного для требуемых теплофизических и физико-химических превращений. Однако экспериментальное исследование этой стадии синтеза затруднено ввиду её кратковременности и отсутствия надежно работающих в подобных условиях средств диагностики и контроля и сводится в связи с этим, как правило, к модельно-математическому, позволяющему при определенной «идеализации» процесса выявить влияние на степень перехода сырья в газовую фазу температуры и скорости газового потока в зоне ввода сырья, расхода реагентов, условий ввода и размеров частиц сырья.

Существующие математические модели первой стадии плазменных процессов синтеза с использованием дисперсного сырья, обзор и подробный анализ которых приведен в [1], являются в основном одномерными, рассматривающими безградиентный нагрев частиц, движущихся в потоке с постоянными или изменяющимися параметрами. В большинстве моделей принимаются постоянными значения коэффициентов межкомпонентного теплообмена, свойства плазмы, такие как теплопроводность и теплоемкость, свойства дисперсного материала, температура потока. Потери тепла в стенку не учитываются, принимаются средние по экспериментальным данным или вычисляются по зависимостям для турбулентного режима на стабилизированном участке. При расчетах не учитывается влияние концентрации твердого сырья на теплообмен плазмы со стенками реактора, не всегда учитываются значительный температурный перепад в пограничном слое частицы. Такие допущения сни-

жают практическую ценность результатов моделирования. Действительно, изменение коэффициента теплоотдачи от плазменного потока к стенке канала на длине реактора в 1 калибр в зависимости от рабочих параметров плазмотронов может изменяться от 350 – 400 до 200 – 250 Вт/(м²·К), т.е. на 35 – 40 %, образование гарниссажа на стенках реактора приводит к снижению коэффициента теплоотдачи на 15 – 35 % [2]. Для азота и воздуха при температурах выше и ниже 4000 К различие в значениях теплоемкости и коэффициента теплопроводности может превышать 100 – 300 %.

Таким образом, при некоторой разноплановости подходов модельно-математическое исследование сводится к совместному решению уравнений движения частиц сырья, межкомпонентного теплообмена и теплообмена плазменного потока со стенками реактора, т.е. представляет собой случай математического моделирования сложных металлургических систем. При этом число допущений может достигнуть 10, в связи с чем задача не имеет точного решения, а моделирование носит прогнозный характер. Поэтому необходим критический подход к выбору модели и оценке результатов исследования. Однако интерес исследователей к математическому моделированию стадии испарения дисперсного сырья устойчиво сохраняется длительное время, что объясняется высокой практической значимостью результатов.

В развитии математического моделирования процессов обработки дисперсного сырья применительно к условиям трёхструйного плазменного реактора можно выделить следующие этапы совершенствования и углубления. В 70-е–80-е годы 20-го столетия в Институте тепло- и массообмена АН БССР [1] под руководством профессора А.Л. Моссэ выполнены работы, включающие следующее поэтапное построение модели: постановку задачи, математическое описание структурных блоков, составление вычислительного алгоритма, программирование и реализацию программы «BIS-80» на ЭВМ, опробование модели для процессов, в которых обрабатываемый дисперсный материал подвергается в основном теплофизическим превращениям без «газификации» в условиях лабораторного реактора. В 80-е – 90-е годы 20-го столетия в Сибирском металлургическом институте (ныне Сибирский государственный индустриальный университет) под руководством профессора Г.В. Галевского выполнен цикл работ, обобщенных в [2], направленных на совершенствование базового варианта модели: учет эффекта вынужденной турбулизации плазменного потока, снижения интенсивности теплообмена при гарниссажеобразовании в канале, экспериментальное определение для оксидов степени восстановления по составу газовой фазы, позволившее установить высокую достоверность результатов численных расчетов. Так, установлено, что для оксидов ванадия, кремния, титана, циркония наблюдается превышение расчетной степени испарения (фактически восстановления) над экспериментально определенной степенью восстановления, составляющей 5 – 10 %, что может быть объяснено полидисперсностью сырья, существенной неизотермичностью потока и свидетельствует об адекватности модели. В дальнейшем было осуществлено конвертирование программы «BIS-80» для работы в операционной системе MS Windows (программа «BIS-80/MSW»).

Описание математической модели взаимодействия плазменного и сырьевого потоков А.Л. Моссэ – Г.В. Галевского приведено в [3]. Модель включает пять блоков: блок задания начальных условий; блок изменения гидродинамических условий, описывающий движение частиц и плазменного потока уравнениями диаметра конуса разлета частиц из фурмы подачи дисперсного сырья, движения частиц, неразрывности потока, пролетаемого частицей в реакторе расстояния; блок изменения тепловых условий, описывающий теплообмен плазменного потока со стенками канала реактора уравнениями теплофизических свойств газа при среднемассовой температуре потока и температуре частицы, баланса тепла для реактора, баланса тепла для газа, теплового потока от плазмы к стенке реактора; блок изменения тепловых условий, описывающий теплообмен плазменного потока с дисперсным сырьем уравнениями коэффициента межкомпонентного теплообмена, баланса тепла для дисперсного материала, степени испарения; блок оценки достоверности результатов плазменной обработки оксидного сырья, основанный на обобщающем положении о лимитировании про-

цессов плазменного восстановления степенью перехода сырья в газовую фазу и на экспериментальном определении степени восстановления по составу газовой фазы.

При моделировании обычно принимаются следующие допущения, начальные и граничные условия. Начальное сечение реактора $x = 0$ соответствует точке соударения плазменных струй и сырьевого потока; температура и скорость плазменного потока в поперечном сечении реактора одинаковы и равны среднемассовой; частицы монодисперсны, имеют температуру, равную их среднемассовой, распределены равномерно по поперечному сечению реактора, не сталкиваются друг с другом и со стенками реактора. Начальные условия при $x = 0$: $\tau = 0$; начальная температура частицы равна 300 К; количество тепла, переданное частице в момент времени $\tau = 0$, равно 0. Граничные условия: диаметр реактора постоянен; температура плазмы больше температуры частицы, температуры плавления и испарения перерабатываемых материалов – заданные величины.

Отличительной особенностью реализуемого варианта модели является использование для теплообмена плазменного потока со стенками канала реактора расчетной зависимости, полученной авторами для реальных условий образования борида и карбида хрома в плазменном реакторе, не учитываемых известными уравнениями [1]: промышленный уровень мощности реактора – 150 кВт; трехструйный вариант камеры смешения с углом наклона плазменных струй 30° , обеспечивающий вынужденную турбулизацию плазменного потока; футеровка канала реактора толщиной 0,005 м из диоксида циркония, снижающая теплоотдачу от плазменного потока на 20 %; введение в плазменный поток разнообразного по фазовому составу, дисперсности и теплофизическим свойствам высокодисперсного сырья (хрома, оксида и хлорида хрома (III), пиролитического углерода); расходная массовая концентрация высокодисперсного сырья 0,12 кг/кг, близкая к максимальной и снижающая теплоотдачу от плазменного потока на 15 %. Уравнение имеет вид

$$St = (0,524 \pm 0,125) Re_{f,x}^{-0,424 \pm 0,098} \cdot Pr_{f,x}^{-0,05}, \quad (1)$$

где St , Re и Pr – числа Стентона, Рейнольдса и Прандтля;

x и f – индексы, соответствующие среднемассовой температуре потока и осевой координате.

Компьютерное моделирование обеспечивает при заданных характеристиках сырья, геометрических характеристиках и параметрах работы реактора расчет расстояния, которое частица пролетает в реакторе, продолжительности «жизни» частиц, температуры плазменного потока, частицы и стенки канала реактора, скорости плазменного потока и частицы, степени испарения частиц, доли энергии, переданной газом стенке реактора, частицам и оставшейся в потоке.

Для прогнозирования характеристик сырья, предлагаемого к использованию при плазменном синтезе борида и карбида хрома, и оценки гидродинамических и энергетических режимов его эффективной переработки проведено модельно-математическое исследование влияния на степень испарения начальной температуры плазменного потока, крупности сырья и массовой расходной концентрации. Необходимые для расчётов данные взяты из [4-6]. Исследования проводились для следующих режимов работы трёхструйного реактора: подведённой мощности 75 кВт и массовых расходов плазмообразующего и транспортирующего газа (азота), составляющих $9 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 10^{-3}$ кг/с соответственно.

Анализ результатов расчёта движения и нагрева частиц оксида хрома (III) показывает, что рабочие параметры реактора обеспечивают полное испарение частиц крупностью от 5 до 20 мкм, причём взаимодействие частиц с потоком происходит в условиях сопоставимых скоростей, составляющих для частиц размером 5 мкм 32-60 м/с, а 10 мкм – 28 – 55 м/с за время соответственно $15 \cdot 10^{-5}$ – $18 \cdot 10^{-5}$ и $54 \cdot 10^{-5}$ – $85 \cdot 10^{-5}$ с. Следует отметить, что увеличение до определённого уровня массовой расходной концентрации оксида не влияет на степень его испарения. Максимальная расходная концентрация, при которой возможна полная

переработка Cr_2O_3 , составляет 0,1 кг/кг для частиц крупностью 20 мкм, 0,12 кг/кг для 10 мкм и 0,135 кг/кг для 5 мкм. При этом оптимальная загрузка реактора позволяет увеличить долю энергии, переданную частицам, т.е. тепловой КПД потока, например, для частиц 5 мкм с 0,075 до 0,18 и снизить удельные энергозатраты с 3,14 до 2,43 кВт·ч/кг оксида хрома. Расчёты показали, что изменение скорости подачи порошка Cr_2O_3 с 1 до 3 м/с практически не приводит к изменению гидродинамической обстановке в потоке, а, следовательно, не оказывает влияние на межкомпонентный теплообмен. При использовании в качестве сырья порошка металлического хрома оптимальное по сравнению с оксидом сочетание теплофизических характеристик, в первую очередь коэффициента теплопроводности и теплоты испарения, обуславливает возможность переработки с приемлемой (0,12–1,14 кг/кг) для технологического процесса расходной концентрацией частиц крупностью 10–30 мкм. При этом тепловой КПД потока для частиц крупностью 10 мкм достигает 0,20. Установленные закономерности не зависят от начальной скорости частиц при изменении её в пределах 1 – 3 м/с. При переработке в плазменном потоке азота трихлорида хрома, возгоняющегося уже при температуре 1200 – 1225 К, рабочие параметры реактора обеспечивают полное испарение частиц крупностью 30–70 мкм при массовой расходной концентрации 0,144 кг/кг для 70 мкм и 0,16 кг/кг для 30–50 мкм. Тепловой КПД потока для частиц 70 мкм достигает при этом 0,21.

Проведённое модельно-математическое исследование взаимодействия дисперсного сырья с плазменным потоком азота позволяет сформулировать требования к крупности исходных материалов для синтеза борида и карбида хрома в трёхструйном плазменном реакторе. При подводимой к реактору мощности 75 кВт возможна полная переработка частиц оксида хрома (III) размером не более 20 мкм, хрома не более 30 мкм, хлорида хрома (III) не более 70 мкм. Этим требованиям соответствуют хром металлический марки ПХ-1М (ТУ 14–1–1474–75, изм.), поставляемый в виде порошка крупностью –10 мкм, оксид хрома (Cr_2O_3) металлургический марки ОХМ-0 (ГОСТ-2912-79, изм.), поставляемый в виде порошка крупностью -5 мкм, и хром хлористый (ТУ 6-09-02-269-77, изм.), поставляемый в виде порошка крупностью -70 мкм.

Выводы. Проведено модельно-математическое исследование взаимодействия дисперсного хромсодержащего сырья с высоконагретым потоком газа в плазменном реакторе. Рассчитана степень испарения сырья для синтеза борида и карбида хрома в зависимости от крупности, скорости ввода в плазменный поток, массовой расходной концентрации, энергетических параметров реактора. Установлено, что при подводимой к реактору мощности 75 кВт достигается 100 %-ная степень испарения частиц хрома крупностью не более 30 мкм, оксида хрома (III) не более 20 мкм, хлорида хрома (III) не более 70 мкм. На основании полученных результатов выбраны сырьевые материалы для синтеза борида и карбида хрома.

Библиографический список

1. Моссэ А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах / А.Л. Моссэ, И.С. Буров. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
2. Руднева В.В. Компьютерное моделирование режимов эффективной переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе / В.В. Руднева, Г.В. Галевский, Е.К. Юркова // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: тр. VI Всерос. науч.-практ. конф. – СибГИУ. –Новокузнецк, 2007. – С. 343–346.
3. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния : монография: в 3 т. / науч. ред. Г.В. Галевский : дополнительный том. Плазмометаллургическое производство карбида кремния : развитие теории и совершенствование технологии / В.В. Руднева. – М. : Флинта : Наука, 2008. – 387 с.
4. Свойства элементов : справочник в двух частях. Ч.1. Физические свойства / Под ред. Г.В. Самсонова. – М. : Металлургия, 1976. – 600 с.
5. Самсонов Г.В. Физико-химические свойства окислов : справочник / Г.В. Самсонов [и др.]. – М. : Металлургия, 1978. – 472 с.
6. Фурман А.А. Неорганические хлориды / А.А. Фурман. – М. : Химия, 1980. – 416 с.

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Нестеров А.В., Нестеров С.В.

*Кубанский государственный технологический университет
г. Краснодар*

Акустические сигналы наравне с вибрационными, электрическими и другими используют для диагностики, контроля, идентификации и автоматического управления. В частности, авторами доклада предложен способ структурной и параметрической идентификации электропривода по его акустической характеристике [3]. В основу этого способа положен «классический» метод свободного выбега ротора [1]. Отличие заключается в динамических характеристиках, снимаемых в режиме самоторможения ротора. По «классической» методике получают зависимость угловой скорости ротора от времени $\omega(t)$. Согласно предложенному способу записывают уровень звука (шума) $L_A(t)$, громкость которого уменьшается по мере выбега ротора. Эту зависимость $L_A(t)$ называют акустической (шумовой) характеристикой [3]. С качественной точки зрения очевидно, что акустическая характеристика $L_A(t)$ есть выраженная в громкости звука зависимость $\omega(t)$. Поэтому принципиально возможна идентификация ротора по его акустической характеристике $L_A(t)$. В свою очередь, определение функции $L_A(t)$ является самостоятельной задачей, включающей в себя физический и математический эксперимент. Решение названной задачи составляет предмет настоящей работы.

Другие вопросы, связанные с программой исследований, выбором аппаратного и программного обеспечения (ПО) поставленной задачи, изложены в работе [3]. Здесь кратко укажем, что испытаниям подвергался двигатель постоянного тока (ДПТ) типа 1ПИ 12.09 со встроенным тахогенератором. Сбор, обработка и анализ акустических характеристик ДПТ осуществлены в системе компьютерной математики MATLAB 7.0 с пакетами расширения Signal Processing Toolbox 5.0 [4] и Statistics Toolbox 3.0 [5]. ПО установлено на ПК обычной конфигурации. Выбор звуковой карты и микрофона в данной работе не рассматривается.

Поставленная задача решена в три этапа: сбор данных, их обработка, построение исходной акустической характеристики $L_A(t)$.

Первый этап комментариев не требует. Запись шума выбегающего ротора в звуковой файл и создание соответствующей переменной MATLAB $y_0(t)$ выполнено согласно требованиям последнего [4]. График непреобразованного (исходного) сигнала $y_0(t)$ показан на рисунке 1.

Первичный сигнал $y_0(t)$ модулирован по частоте и по амплитуде. Причиной уменьшения частоты и амплитуды звуковых колебаний является снижение скорости ротора. Качественную оценку процесса можно получить визуально. Очевидно буквально, что уменьшение амплитуды во времени линейно. Предварительной оценке можно дать строгое математическое обоснование. Для этого необходимо выделить огибающую $y(t)$ первичного сигнала $y_0(t)$.

Второй этап исследований включает переградуирование оси времени и фильтрацию исходного сигнала $y_0(t)$. Переградуировка вводит в расчет секунду как единицу времени взамен периода квантования звука, что упрощает работу с графиками при частоте квантования $f = 44100$ Гц. Низкочастотная фильтрация первичного сигнала $y_0(t)$ выполнена посредством фильтра Баттерфорда, созданного программными средствами (butter) [4]. График огибающей $y(t)$, выделенной из исходного сигнала $y_0(t)$, показан на рисунке 2. Внешний

вид огибающей вполне соответствует предварительному заключению о линейном уменьшении шума ротора при выбеге.

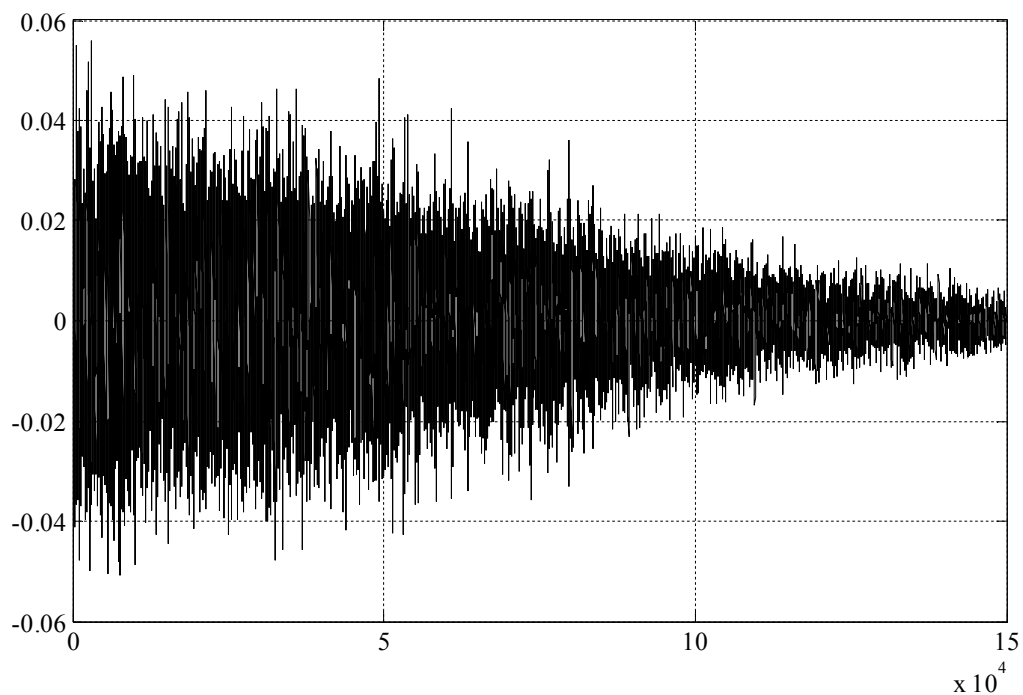


Рисунок 1 – График необработанного сигнала $y_0(t)$

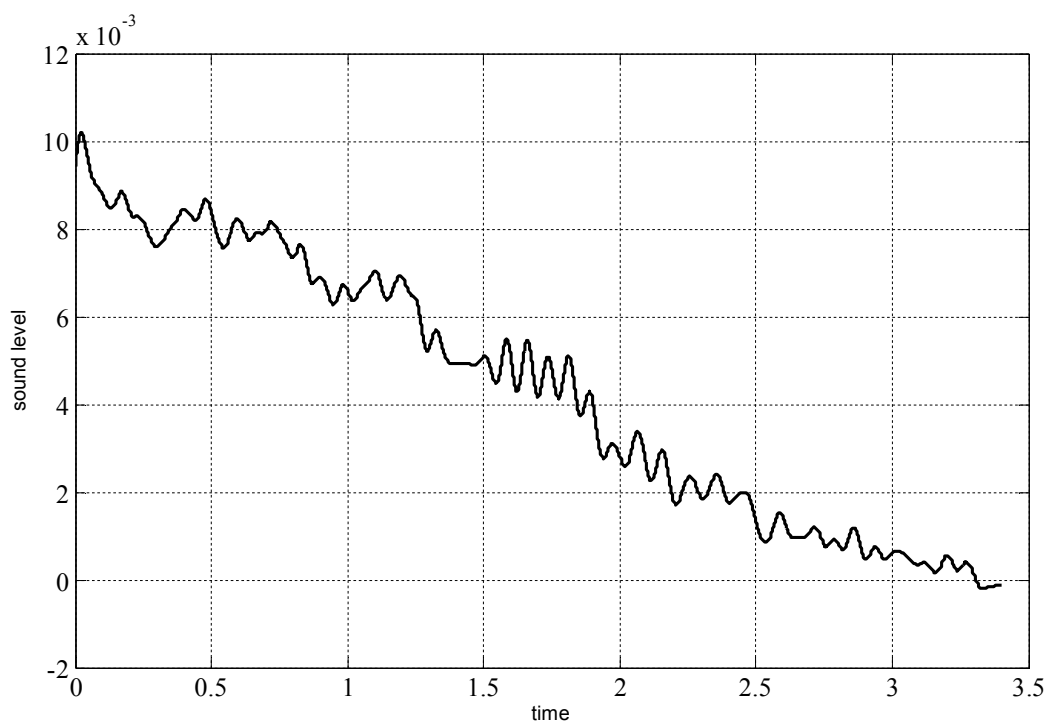


Рисунок 2 – График огибающей $y(t)$

Третий этап состоит в построении линейной регрессионной модели исследуемого процесса

$$\hat{L}_A = b_0 + b_1 t.$$

Предварительное изучение проблемы дает достаточно оснований для принятия гипотезы о линейном характере зависимости уровня шума ротора от времени $L_A(t)$. Проверка названной гипотезы осуществлена классическим методом наименьших квадратов [2]. В результате получено следующее уравнение регрессии

$$\hat{L}_A = 0,0095 - 0,0030t.$$

Соответствующая ему линия регрессии показана на рисунке 3. Там же находится график огибающей $y(t)$.

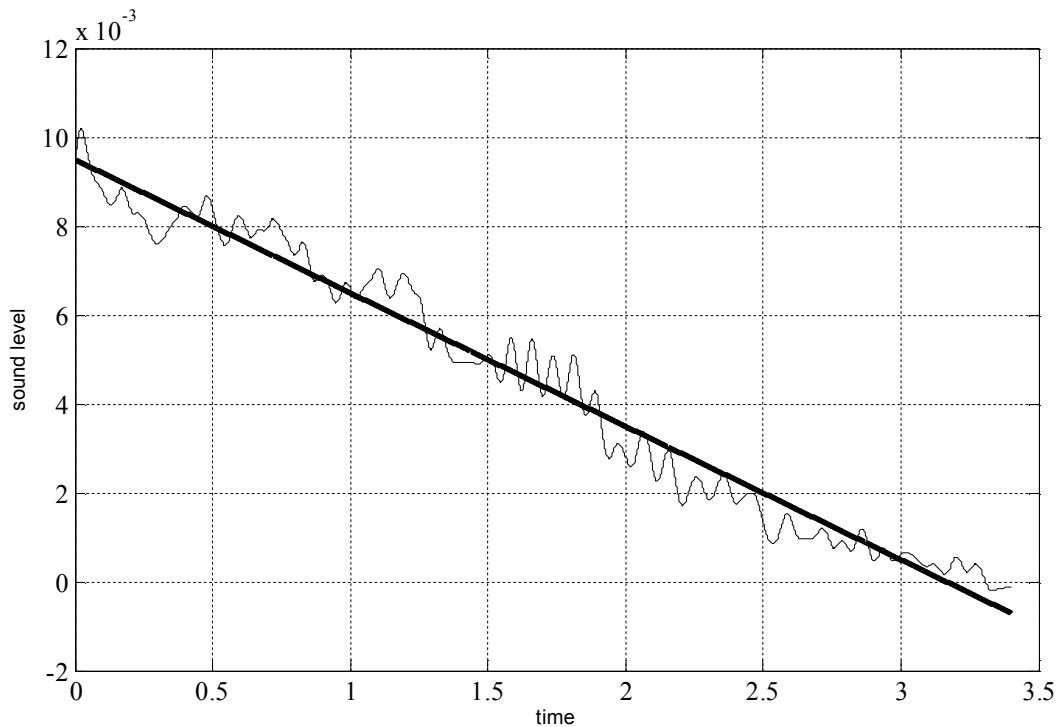


Рисунок 3 – График линейной регрессии

Для оценки статистической значимости уравнения регрессии посредством функции `glmfit` [5] определены следующие статистики:

$$\bar{S}_A^2 = 9,0288 \cdot 10^{-6};$$

$$\bar{S}_{A_{\text{оц}}}^2 = 2,312 \cdot 10^{-7};$$

$$F^T = 1,0085 \quad (p = 0,95; \quad v_1 = 149999; \quad v_2 = 149998).$$

В свою очередь F-отношение равно

$$F = \frac{\bar{S}_A^2}{\bar{S}_{A_{\text{оц}}}^2} = \frac{9,0288 \cdot 10^{-6}}{2,312 \cdot 10^{-7}} = 39,0519$$

и значительно превышает табличное значение $F^T = 1,0085$ с вероятностью вывода $p = 0,95$. Следовательно, согласно критерию Фишера уравнение регрессии в целом адекватно описывает результаты эксперимента.

Кроме линейной гипотезы наиболее реальной представляется гипотеза об экспоненциальном характере $L_A(t)$, так как изменение угловой скорости ротора $\omega(t)$ подчиняется именно этой закономерности [3]. Поэтому для полноты картины построена также экспоненциальная регрессия вида

$$\hat{L}_A = b_1 e^{-t/b_2},$$

где $b_1 = 0,0108$ и $b_2 = 1,6069$.

Линия регрессии показана на рисунке 4 совместно с графиком огибающей $y(t)$.

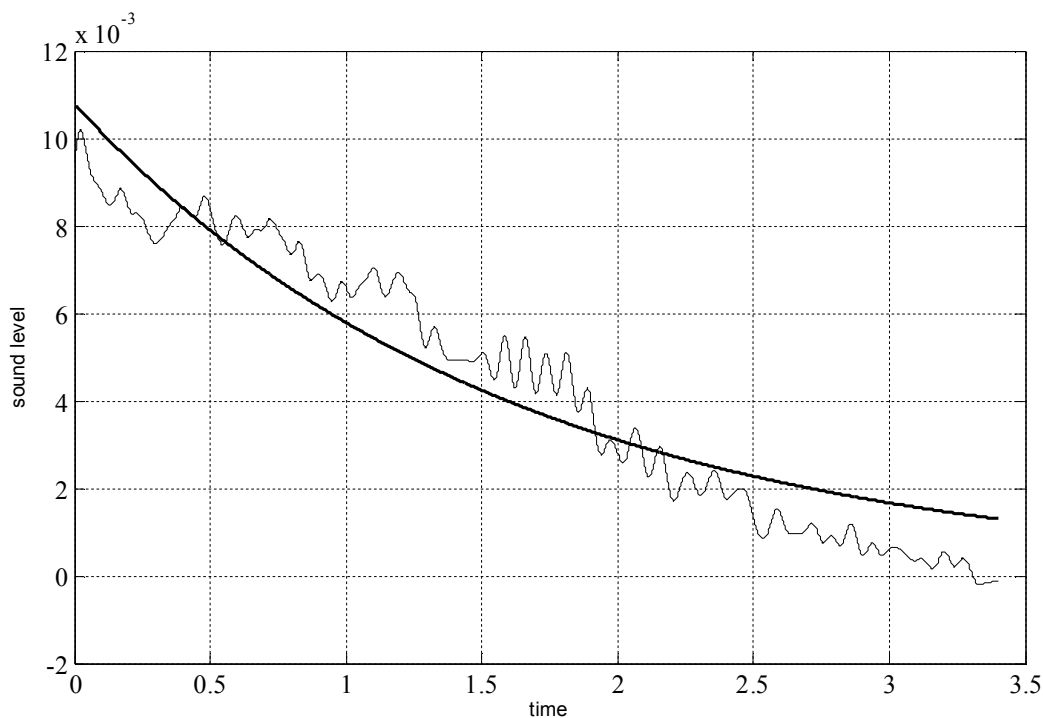


Рисунок 4 – График экспоненциальной регрессии

Характеризующая этот тип регрессии остаточная дисперсия равна $\bar{S}_{A_{\text{ост}}}^2 = 8,8816 \cdot 10^{-7}$ и превышает такой же показатель линейной регрессии почти в четыре раза. Это означает большую точность линейной модели.

Таким образом, поставленная цель достигнута. Установлено, что искомая акустическая характеристика ДПТ линейна $\hat{L}_A = b_0 - b_1 t$.

Библиографический список

1. Борцов Ю.А. Экспериментальное определение параметров автоматизированных электроприводов / Ю.А. Борцов, Г.В. Суворов, Ю.С. Шестаков. – М.: Энергия, 1969. – 104 с.
2. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – 3-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
3. Нестеров А.В. Об одном способе параметрической идентификации электропривода / А.В. Нестеров, С.В. Нестеров // Модели, алгоритмы и программы процессов и систем управления электрооборудованием и электрохозяйством: Тр. научно-практической конф. – Армавир: Изд-во АМТИ, 2007. – С. 61 – 64.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 751 с.
5. <http://matlab.exponenta.ru/statist/book2/index.php>.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ (ИС МПП)

Милованов М.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последнее время во всех отраслях мировой экономики широко внедряются Системы Менеджмента Качества (СМК) на базе стандартов ISO серии 9000. Это обусловлено тем, что СМК является универсальным набором инструментов, позволяющим достичь максимальной эффективности во всех аспектах деятельности любого предприятия или организации.

Любой процесс системы менеджмента качества может быть оценен по следующим группам характеристик:

– *Результативность* – степень достижения запланированного (на определенный срок) результата, достижение поставленной цели (ISO 9001:2000). Это может быть средний балл удовлетворенности потребителей (по анкетированию), количество произведенной продукции, % брака (по массе, объему или шт.), время выполнения заказа и т.д.

– *Эффективность* – соотношение между достигнутым результатом и затратами на его достижение (время, финансы и другие ресурсы, затраченные в процессе) (ISO 9004:2000). Это может быть производительность технологического процесса, рентабельность продукции и т.д.

– *Дополнительные характеристики* – чаще всего нецелевые результаты осуществления процесса (экологические показатели, возникновение потенциальных рисков для других процессов, воздействие на персонал, продукцию).

Для полноценного анализа процесса необходимо оценивать:

- показатели собственно процесса;
- показатели продукта (результата) процесса;
- показатели удовлетворенности клиентов процесса [1].

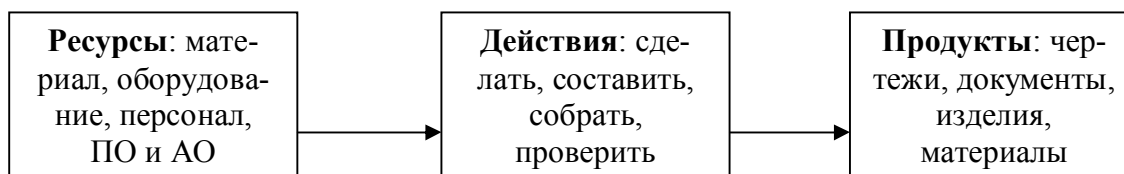
ИС МПП предназначена для моделирования бизнес-процессов протекающих в организации.

Разрабатываемая система моделирования процессов предприятия позволяет:

- описывать процессы в нотации IDEF0;
- проводить декомпозицию процессов на подпроцессы;
- моделировать основные процессы жизненного цикла;
- проводить функционально-стоимостный анализ;
- подготавливать организацию к переходу от функционального к процессному подходу управления;
- устанавливать взаимосвязь между процессами, входящую и исходящую информацию, внешние и внутренние потребители каждого ресурса.

ИС МПП имеет визуальный интерфейс, который представляет собой графический редактор с набором примитивов. Примитивами являются – соединительные стрелки, прямоугольники и т.д. Для создания модели системы достаточно воспользоваться визуальным редактором. Главным объектом моделирования является процесс. Любой процесс характеризуется входящими параметрами, исходящими, управлением и механизмом. Соответственно в процесс может входить сколь угодно стрелок (ресурсы, управления и механизм) и выходить сколько угодно результирующих стрелок.

Каждый процесс может быть декомпозирован на более детальные мелкие подпроцессы. В результате декомпозиции происходит упрощение системы: каждый функциональный блок на диаграмме имеет более простую структуру, чем функциональный блок, который представляет процесс в целом.



Каждый процесс можно описать в виде математической модели, которая характеризуется входными параметрами (ресурсами) и выходными параметрами. Соединительные связи между процессами характеризуются численной величиной, задаваемой в определенных единицах. После задания для каждого процесса своей модели можно запустить процесс расчета проекта. На этапе расчета определяются оптимальные параметры моделей, имеющих целевую функцию. В результате моделирования каждый процесс будет иметь выходные параметры, полученные в определенных единицах. Общим результатом моделирования будут выходные параметры, полученные на верхнем уровне моделируемой системы, которые рассчитываются путем расчета подпроцессов.

Рассмотрим на примере, какие задачи может решать ИС МПП:

1) Определение объема продукции.

При производственном планировании обычно известен заказ, т.е. объем необходимой конечной продукции Y , и требуется определить, какой объем валовой продукции X нужен для выполнения этого заказа. Т.о., стоит задача выразить X через Y . Конечная продукция является производным показателем.

Рассмотрим уравнения, соответствующие строкам модели и описывающие *распределение продукции (межпродуктовый баланс)*:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{i j} + y_i, \quad i = \overline{1, n}$$

Производственные связи между производственными процессами измеряются с помощью *коэффициентов прямых материальных затрат*:

$$a_{i j} = \frac{x_{i j}}{X_j}$$

каждый из которых показывает, сколько единиц продукции i -ого производственного процесса непосредственно затрачивается в качестве средств производства на выпуск единицы продукции j -ой процесса.

Тогда $X_i = \sum_{j=1}^n a_{i j} \cdot X_j + y_i, i = \overline{1, n}$ или в матричной форме: $X_{\langle n \rangle} = A_{[n, n]} \cdot X_{\langle n \rangle} + Y_{\langle n \rangle}$; где

$A_{[n, n]} = (a_{i j})$ - матрица коэффициентов прямых затрат.

Если известна $A_{[n, n]}$, то имеется n уравнений с $2n$ неизвестными и возможны три варианта расчета: дано $X_{\langle n \rangle}$ (валовые выпуски продукции всех процессов), найти $Y_{\langle n \rangle}$ (конечная продукция); дано $Y_{\langle n \rangle}$, найти $X_{\langle n \rangle}$; дано $X_{\langle n-k \rangle}$ и $Y_{\langle k \rangle}$, найти $X_{\langle k \rangle}$ и $Y_{\langle n-k \rangle}$.

Выразив валовую продукцию непосредственно через конечную:

$$X_{\langle n \rangle} = (E_{[n, n]} - A_{[n, n]})^{-1} Y_{\langle n \rangle},$$

где $E_{[n, n]} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$ - единичная матрица;

$$\left(E_{[n,n]} - A_{[n,n]}\right)^{-1} = B_{[n,n]} = \begin{pmatrix} b_{1\ 1} & b_{1\ 2} & \dots & b_{1\ n} \\ b_{2\ 1} & b_{2\ 2} & \dots & b_{2\ n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n\ 1} & b_{n\ 2} & \dots & b_{n\ n} \end{pmatrix} = (b_{i\ j}) - \text{обратная матрица Леонтьева,}$$

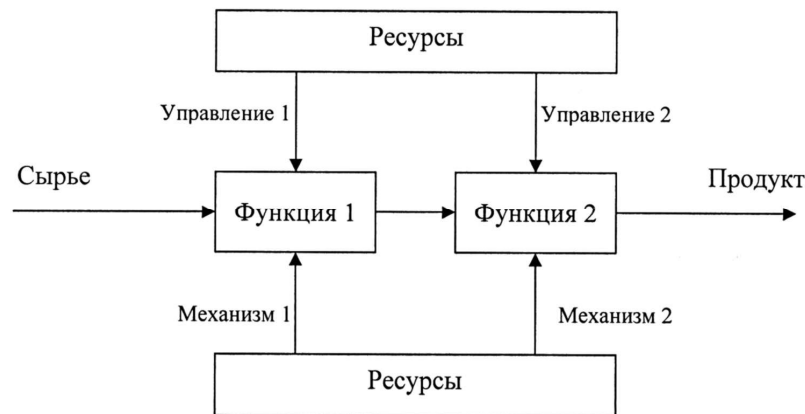
представляющая собой матрицу коэффициентов полных материальных затрат, т.е. коэффициент $b_{i\ j}$ показывает потребность в валовом выпуске продукции процесса i для производства единицы конечной продукции процесса j [2].

2) Анализ затрат по видам деятельности

В рамках анализа затрат по видам деятельности можно воспользоваться функционально-стоимостным анализом или его иностранным аналогом ABC-методом.

В рамках процесса мы имеем дело с тремя стоимостями: стоимостью сырья на входе процесса, стоимостью процесса и стоимостью продукта на выходе процесса. Последняя стоимость также называется себестоимостью. При этом стоимость продукта связана со стоимостью функции следующим соотношением

$$C_{\text{продукт}} = C_{\text{процесс}} + C_{\text{сырье}}.$$



При этом стоимость процесса есть суммарная стоимость функций, из которых состоит этот процесс.

$$C_{\text{процесс}} = \sum_{i=1}^N C_{\text{функция}(i)},$$

где N – количество функций в процессе.

Соответственно, стоимость функции есть сумма стоимостей механизма и управления

$$C_{\text{функция}} = C_{\text{механизм}} + C_{\text{управление}}.$$

При этом стоимость процесса есть суммарная стоимость функций, из которых состоит этот процесс

$$C_{\text{процесс}} = \sum_{i=1}^N C_{\text{функция}(i)},$$

где N – количество функций в процессе.

Соответственно, стоимость функции есть сумма стоимостей механизма и управления

[3]

$$C_{\text{функция}} = C_{\text{механизм}} + C_{\text{управление}}$$

3) Моделирование производства и потребления

Простейшую модель производства можно представить как некоторую систему, перерабатывающую различные виды ресурсов в готовую продукцию.

Производственной функцией называется зависимость между объёмом произведённой продукции y , и затратами различных видов ресурсов, необходимых для выпуска этой продукции x_1, x_2, \dots, x_n :

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

На практике для упрощения модели часто используют двухфакторную производственную функцию $y = f(x_1, x_2)$, включающую два вида ресурсов:

- материальные x_1 , включающие затраты сырья, энергии, транспортные и др.;
- трудовые ресурсы x_2 .

Производственная функция должна удовлетворять ряду требований:

- Без затрат ресурсов нет выпуска: $f(0, 0) = 0$.
- С увеличением затрат любого из ресурсов выпуск растёт, т.е. производственная функция должна быть возрастающей по любому из факторов.
- Закон убывания эффективности: при одних и тех же абсолютных увеличениях затрат любого из ресурсов Δx прирост объёма производства Δy тем меньше, чем больше выпуск продукции.

Зная производственную функцию, можно рассчитать ряд числовых характеристик, такие как:

- Средняя производительность.
- Предельная или маргинальная производительность.
- Частная эластичность.
- Технологическая норма замены и др. [4].

Экономико-математические модели могут предназначаться для исследования разных сторон народного хозяйства (в частности, его производственно-технологической, социальной, территориальной структур) и его отдельных частей. При классификации моделей по исследуемым экономическим процессам и содержательной проблематике можно выделить модели народного хозяйства в целом и его подсистем - отраслей, регионов и т.д., комплексы моделей производства, потребления, формирования и распределения доходов, трудовых ресурсов, ценообразования, финансовых связей и т.п. Моделирование дает возможность понять, какие процессы работают не эффективно, в каких местах можно снизить стоимость и издержки.

Библиографический список

1. Неволina Е.В. Процессный подход управления предприятием – основное требование стандартов серии ИСО 9000. Новая аптека. – 2008. – № 5. – С. 66 – 78.
2. Леонтьев В.В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика: Пер. с англ. / В.В. Леонтьев. – М.: Политиздат, 1990. – 415 с.
3. Курьян А.Г. Функционально-стоимостной анализ деятельности предприятия Электронный ресурс. / А.Г. Курьян, П.С. Серенков, Д.С. Ярошевич - Режим доступа: www.cfin.ru. - Загл. с экрана
4. Моисеев С. И. Математические методы и модели в экономике / Моисеев С. И., Обуховский А.В. – Воронеж: ИММиФ, 2009. – 160 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ БИЗНЕСА

Козлов В.В.

*Московский институт электроники и математики
г. Москва*

Технологическая революция конца двадцатого века навсегда изменила конкурентную среду для компаний из сферы услуг. На данный момент, информация и информационные потоки составляют основу бизнеса большинства крупных и средних компаний. На современном, чрезвычайно изменчивом рынке можно выжить, только будучи подвижным: скорость может быть важнейшим конкурентным преимуществом, а устоявшаяся организационная структура зачастую становится обузой. Это же относится и ИТ-инфраструктуре любой компании, которая должна подстраиваться под все возрастающую информационную нагрузку и появление новых технологий.

Именно с этим связано возникновение понятия управления ИТ-услугами (IT Service Management, ITSM). Технологии ITSM тесно вплетаются в традиционные сферы деловой активности, становясь неотъемлемой частью современных бизнес-процессов и непосредственно влияя на процессы принятия решений.

В современных условиях несоответствие деятельности ИТ-подразделений ключевым бизнес-задачам предприятия превратилось в один из серьезнейших барьеров на пути дальнейшего развития ИТ-отрасли и одновременно стало препятствием к повышению эффективности бизнеса компаний. Отсюда потребность так организовать работу ИТ-служб, чтобы она гармонично вписалась в методику и структуру самого бизнеса.

Неразрывная связь между ИТ и бизнес-процессами на современном предприятии заставляет определять последние в категориях ИТ-сервисов, предоставляемых ИТ-подразделением. В результате и сами ИТ-подразделения в оценке своей деятельности вынуждены перейти от традиционных технологических характеристик к метрикам, основанным на уровне обслуживания и отражающим степень удовлетворенности потребителей качеством предоставляемых услуг.

На сегодняшний день накоплен огромный практический материал, на основе которого созданы руководства и курсы по управлению и оптимизации работы ИТ-услуг на предприятии. Тем не менее, в сфере формализации данной области сделано очень мало.

Предлагаемая модель сервисов ИТ использует компонентную модель бизнеса, продвигаемую корпорацией IBM. В ней компании делятся на компоненты, которые могут одновременно участвовать в нескольких бизнес – процессах. Компоненты принадлежат трем уровням: либо уровню стратегического планирования, либо уровню контроля, либо уровню выполнения. Также имеется разделение на области бизнеса (так называемые компетенции): например, в случае высокотехнологичной компании это могут быть тестирование, разработка, продажа. Компонентная модель позволяет сгруппировать бизнес-процессы и уменьшить количество сущностей, с помощью которых описывается функционирование бизнеса компании.

Целью построения модели ИТ-инфраструктуры компании является формализация данной инфраструктуры в удобном для восприятия виде, а также сокращение стоимости обслуживания сервисов при сохранении приемлемого времени ожидания.

Моделирование сервисов ИТ начинается с разбиения этих сервисов на классы: хранение информации и системы управления базами данных; связь; обработка информации.

Работу любого сервиса можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1.

Здесь тройка E – это внешние по отношению к компании (клиентские) запросы к сервису, с соответствующими им функциями, принадлежащими множеству функций F_E , которые могут быть выполнены сервисом при внешнем запросе; $i=i(f_E)$ – информация, сопутствующая запросу, q_n – состояние сервиса на момент запроса, принадлежащее к множеству

состояний сервиса Q . Аналогично определяется и тройка I , характеризующая запросы к сервису со стороны сотрудников фирмы.

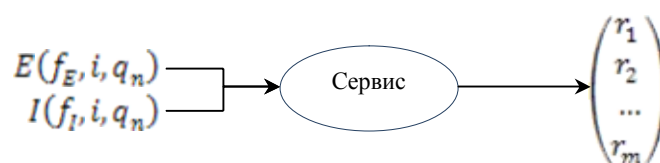


Рисунок 1 – Схема работы сервиса

Результат работы сервиса можно представить как:

$$r_i = (C(d_{r_i}, f_{r_i}, i_{r_i}), q_{n+1}), \quad (1)$$

где

$$C(d_{r_i}, f_{r_i}, i_{r_i}) = \begin{pmatrix} C_1(d_{1r_i}, f_{1r_i}, i_{1r_i}) \\ \dots \\ C_t(d_{tr_i}, f_{tr_i}, i_{tr_i}) \end{pmatrix}, \quad r_i \in R \quad (2)$$

Это означает, что результатом работы сервиса может стать формирование запросов к другим сервисам либо к компонентам бизнеса компании, а также изменение состояния этого сервиса. Эти запросы в свою очередь представляют собой тройку из направления (цели) запроса, запрашиваемой функции и передаваемой информации, соответствующей этой функции.

Над множеством сервисов вводится алгебра. Сложение обозначает объединение функций, предоставляемых складываемыми сервисами, и декартово произведение состояний этих сервисов. Операция умножения имеет результатом последовательное выполнение сервисов с передачей результата работы первого сервиса в качестве входного запроса второму сервису.

Для представления взаимосвязей между сервисами ИТ и компонентами бизнеса компании составляются две таблицы.

В первой строками являются сгруппированные по бизнес-компетенциям компоненты бизнеса; столбцы сгруппированы по вышеперечисленным классам сервисов ИТ, на пересечении строк и столбцов указывается конкретный ИТ-сервис, наличие ввода и вывода информации по отношению к данному компоненту бизнеса, а также степень загруженности этого сервиса данным компонентом бизнеса. Стоит отметить, что нагрузка на сервис создается как компонентами бизнеса, так и другими ИТ-сервисами.

Вторая таблица определяет взаимосвязи между самими сервисами, она используется для построения графа, характеризующего структуру связей между ИТ-сервисами компании.

Каждый Сервис имеет собственные атрибуты: состояние, среднее время получения результата (функция, зависящая от запрошенной у сервиса функции и величины компонентов стоимости обслуживания), стоимость обслуживания. Стоимость обслуживания разложена на составляющие: одна часть стоимости обслуживания – это обслуживание аппаратной части и готовых программных продуктов, вторая – это создание (модификация) программного обеспечения внутри компании и внутренняя техподдержка. Стоимость обслуживания измеряется в абстрактных величинах, но при этом для отдельной модели она может быть привязана к конкретным денежным средствам. Время получения результата зависит от аппаратного и программного обеспечения, и, соответственно, от стоимости обслуживания данного сервиса.

Время обслуживания запроса с точки зрения компонента бизнеса отличается от времени обслуживания с точки зрения сервиса. Пусть имеет место следующее взаимодействие компонента бизнеса компании и ИТ-сервисов (рисунок 2):



Рисунок 2 – Схема работы сервиса

Если некий компонент бизнеса компании хочет получить информацию из базы данных (СУБД), то для сервиса, обеспечивающего связь между данной СУБД и компонентом, будут иметь место два запроса: от компонента к СУБД и от СУБД к компоненту. Если сложить время обслуживания этих двух запросов, то все равно с точки зрения компонента бизнеса время обслуживания будет дольше – за счет времени работы СУБД.

Следовательно, имеем два пути сокращения времени обслуживания: сокращение количества компонентов и сокращение времени обслуживания на каждом из компонентов.

НАСТРОЙКА ТЕРМИНАЛЬНОГО СЕРВЕРА ДЛЯ ПАКЕТА ПРОГРАММ 1С НА WINDOWS SERVER 2008 R2

Мохов А.А., Авдошин А.С.

*Самарский государственный технический университет
г. Самара*

В настоящее время многие государственные и частные организации сталкиваются с проблемой настройки терминального сервера для пакета программ 1С. В данной статье предлагается решение этой проблемы, в частности описывается метод установки и настройки Windows Server 2008 R2 и 1С.

1 Установка Windows Server 2008 R2.

После установки Windows Server 2008 R2 входим в систему под учетной записью «Администратор», задав пароль, состоящий из латинских букв разного регистра и цифр.

2 Создание терминального сервера.

Переходим по пути «Start → Administrative tools → Server manager».

Во вкладке «Roles summary» нажимаем «Add roles», добавляем роль.

В списке ролей выбираем «Remote desktop services», затем нажимаем «Next». Во вкладке «Role services» выбираем пункты «Remote desktop session host» и «Remote desktop licensing», затем переходим по клавише «Next».

В окне «Specify authentication method for remote desktop session host» на вкладке «Authentication Method» выбираем пункт «Do not require network level authentication», чтобы пользователи, использующие более ранние версии ОС Windows, могли зайти на сервер.

В окне «Specify licensing mode» на вкладке «Licensing mode» выбираем «Per user».

Добавляем пользователей. Дважды переходим по клавише «Next». На шаге «RD licensing configuration» выбираем «Configure a discover scope for this license server» и «This workgroup», затем «Next» и «Install».

Перезагружаем компьютер.

3 Активация сервера.

Активируем сервер терминалов и установим лицензии. Переходим по пути - «Start → Administrative tools → Remote desktop services → Remote desktop licensing manager». Выбираем сервер из списка, щелкаем правой клавишей мыши, выбираем «Activated server» (рисунок 1).

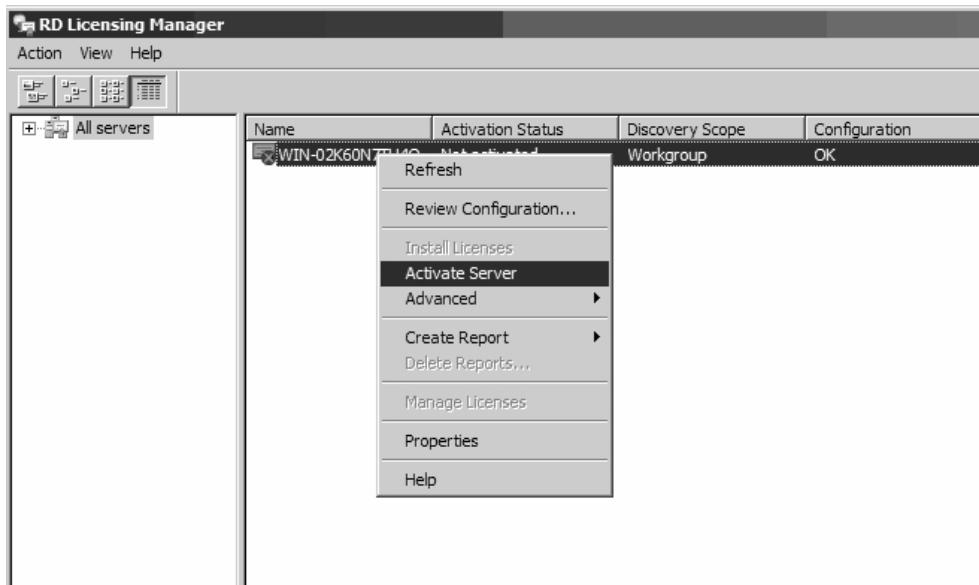


Рисунок 1 – Активация сервера терминалов

Заполняем форму, переходим на последующие шаги, к активации лицензии серверов.

4 Настройка терминального сервера.

Переходим по пути «Start → Administrative tools → Remote desktop session host configuration». В списке «Connections» выбираем «RDP-Тср» и открываем настройки, «Properties» (рисунок 2).

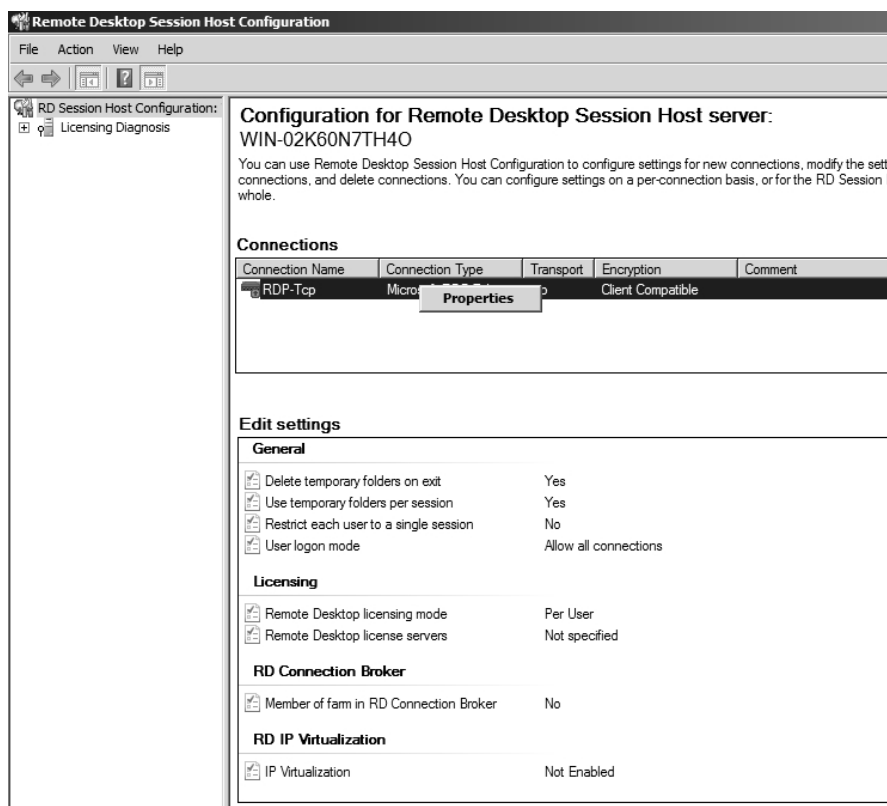


Рисунок 2 – Настройка RDP-Тср

На вкладке «Security» для группы пользователей выбираем уровни доступа.

На вкладке «Remote Control» выбираем пункты: «Use remote control with the following settings», «Require user's permission» и «Interact with the session».

Переходим по пути «Start → Administrative tools → Remote desktop session host configuration» и на пункте «Restrict each user to a single session» открываем «Properties».

На вкладке «General» выбираем: «Delete temporary folders on exit», «Use temporary» и «Allow all connections».

5 Установка 1С: Предприятие v7.7.

Для запуска 1С на ОС с 64 битной архитектурой, потребуется установить 1С на ОС с 32 битной архитектурой. Затем перенести установленные файлы в папку Program Files (x86), находящуюся на системном диске (по умолчанию С:).

Таким образом, в данной статье был рассмотрен процесс установки и настройки операционной системы Windows Server 2008 R2 и запуск 1С на операционной системе с 64-х битной архитектурой. Применение данного метода позволит сократить затраты на закупку программного обеспечения и значительно повысить безопасность вычислительной сети организации, т.к. все операции выполняются на сервере.

ОБ ЭТАПАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЛИНИЯМ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Грачев А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

С древнейших времен в качестве носителя информации человек использует в основном акустические волны, звук и световые волны. Для увеличения дальности и определенно-го уменьшения угла направленности передачи сообщений люди использовали свет: огни костров на вершинах гор, в дальнейшем факелы и «костры тревог или побед» на высоких башнях. Моряки применяли сигнальные лампы для передачи информации. Сохранились сведения о том, что в XII в. до нашей эры весть о падении Трои была передана в Грецию именно оптическим путем.

Современное широкое распространение сетей Атмосферной Оптической Связи (АОС) во многих странах мира началось в 1998 году, когда были созданы недорогие полупроводниковые лазеры мощностью в 100 мВт и более. Подобные системы весьма удобны в условиях, когда прокладка традиционных кабельных систем сильно затруднена или очень дорогостоящая, например, соединения в единую сеть инфраструктуры предприятия на обширной площади.

Сложность задачи решаемой при построении модели АОС, зависит от физических процессов при работе узлов приема-передачи, особенностей процесса передачи данных по сетям, разнообразие условий применения создают серьезные трудности в проведении достаточно достоверных натуральных экспериментов. Использование информационных технологий и программирования позволяет упростить эту работу. А метод компьютерного моделирования объекта и условий его эксплуатации является достаточно удобным и эффективным инструментом.

Моделирование – инструмент анализа и синтеза объектов (процессов, систем), используемый в самых различных областях жизнедеятельности человека: науке, технике, медицине, военном деле и других. Существуют различные трактовки понятия «модель». Под моделью будем понимать совокупность сведений и знаний, определенным образом характеризующих объект моделирование и его состояние[4]. Под компьютерным моделированием в данном сообщении понимается метод исследования свойств определенного объекта с помощью компьютерной модели. Т.е. его описание на языке программирования для персо-

нального компьютера.

Активное состояние объекта всегда испытывает на себе воздействие как внешних, так и внутренних факторов. Поэтому компьютерная модель должна учитывать внутренние и внешние факторы, влияющие на исследуемый объект. Хотя развитие вычислительных технологий идет довольно интенсивно и современные компьютеры позволяют решать обширный круг задач, но все равно выполнить моделирование абсолютно всех возможных факторов влияющих на модель в большинстве случаев не представляется возможным из-за отсутствия необходимых вычислительных мощностей. Таким образом, прежде чем приступить к разработке модели необходимо сформировать пакет исходных данных для моделирования, и четко сформулировать цели и задачи моделирования. Это позволит определить те факторы, влияние которых на поведении объекта наиболее велико и их обязательно стоит учитывать при моделировании, и те, влиянием которых можно пренебречь. Так как речь идет о моделировании процесса передачи информации по атмосферным оптическим сетям на уровне передачи и получения пакетов данных, то факторами, влияющими на процесс передачи стоит считать внешне-атмосферные факторы влияющие на поведение приемопередающей аппаратуры. Это, прежде всего погодные и атмосферные условия. Факторами, которые можно принять за внутренние, стоит считать возможности сетевых протоколов передачи данных, применяемых в передающей аппаратуре.

Следующим этапом разработки модели будет составление описания реального объекта, его возможностей и свойств. Описание процесса функционирования и работы при идеальных и реальных условиях, при воздействии отдельных факторов или их совокупности. Составление математического описания работы объекта-оригинала.

На следующем этапе необходимо определить соответствует ли выявленные свойства модели и функционал заявленным целям. Возможно ли получить ожидаемый результат, будет ли он адекватен заданию. Также следует учитывать время, затраченное на решение и возможность выявления и распознавания ошибок при сбое в работе программы в процессе выполнения. Главным на это этапе будет установление точной зависимости входных и выходных параметров. Для этого лучше всего подойдет какой-нибудь частный случай работы модели. Например, работа протокола передачи данных при идеальных условиях и в отсутствии помех. Само по себе подобная задача является нереализуемой при нормальных условиях работы объекта-оригинала, но она имеет предсказуемый результат, на котором можно проверить адекватность разработанной модели.

Завершающим этапом разработки модели может служить этап разработки инструментария, чаще всего комплекса программных продуктов, для перевода модели на язык программирования. На этом этапе привлекаются выбранные среды разработки программного обеспечения, и разрабатывается программный продукт, включающий в себя описанную модель и все заявленные в задании факторы, влияющие на зависимость моделируемых выходных данных от заданных входных значений. На этом же этапе происходит контрольная проверка адекватности построенной модели.

Так как объект моделирования - это чаще всего совокупность нескольких подсистем, то и разрабатываемая модель должна отвечать модульным принципам. Те или иные группы факторов должны быть описаны в совокупности с похожими. Например, подсистема, описывающая влияние внешних факторов, и подсистема, описывающая влияние внутренних факторов. Или подсистема, производящая свертку входных параметров на входе в модель. Разбиение общей модели на модули может быть и более глубоким, вплоть до отдельного описания каждого фактора и проверки промежуточного модуля на адекватность.

Разумным шагом при разработке модели стоит считать построение для каждого модуля (совокупности модулей) отдельной базы данных. Такой способ позволит разграничить разные типы данных и предотвратить путаницу во всей совокупности данных. Кроме того, остается возможность внесения изменений (добавлений) в отдельный модуль и при этом, не затрагивая данных, используемых в расчетах при других модулях.

Библиографический список

1. Колесов Ю.Б. Сениченков Ю.Б., Моделирование систем: динамические и гибридные системы // СПб.: «БХВ-Петербург», 2006. – 224 с.
2. Scott Bloom, Eric Korevaar, John Schuster, Heinz Willebrand / Принципы работы FSO-систем // Пер. с англ. – ООО «МОСТКОМ» June 2003 / Vol. 2, No. 6 / JOURNAL OF OPTICAL NETWORKING Режим доступа: <http://www.moctkom.ru/articles/fso-osa/fso-osa.htm> свободный.
3. Нечаев В.Г. Лазерные системы связи. – Новосибирск: Издательство «НГТУ», 2005. – 68 с.
4. Торшина И.П. Компьютерное моделирование ОЭС // Издательство «Логос», М., 2009. – 248 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПОДФТ В СИСТЕМЕ ВЕДЕНИЯ РЕЕСТРОВ АКЦИОНЕРОВ

Ярчук В.Ф.

*ЗАО «Ведение реестров компаний»
г. Екатеринбург*

Основное назначение системы ведения реестров «Вереком» (далее – СВР «Вереком») – автоматизация процессов ведения реестра и оперативное выполнение технологических операций на информационной базе данных реестров. Деятельность по ведению реестра включает в себя ведение журнала входящей и исходящей документации, ведение лицевых счетов зарегистрированных лиц, ведение регистрационного журнала проведенных операций, хранение и учет документов, являющихся основанием для внесения записей в реестр. Надзор за деятельностью по ведению реестра акционеров осуществляет Федеральная служба по финансовым рынкам. СВР «Вереком» позволяет выполнить весь цикл обслуживания клиента, начиная с регистрации поступивших документов, выполнения проводок в реестре и заканчивая выдачей выписок, справок и иной информации, запрошенной клиентом. СВР «Вереком» содержит средства контроля за действиями пользователя в системе с целью уберечь его от нарушения технологии ведения реестра, а также средства оперативного оповещения сотрудников регистратора и уполномоченных представителей эмитентов о важных событиях, наступивших в результате выполнения операций в реестре. СВР «Вереком» сертифицирована Профессиональной ассоциацией регистраторов, трансфер-агентов и депозитариев (ПАРТАД).

Среди контролируемых функций, включенных в состав СВР «Вереком» входят функции, регламентированные Федеральным законом № 115 «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» от 7 августа 2001 года, поскольку данный закон регулирует деятельность, в том числе, и профессиональных участников рынка ценных бумаг. В соответствии с законом № 115-ФЗ обязательному контролю подлежат операции, относящиеся к категории крупных, а также операции, одной из сторон которой является организация или физическое лицо, в отношении которых имеются полученные в установленном в соответствии с настоящим Федеральным законом порядке сведения об их причастности к экстремистской деятельности или терроризму. Федеральная служба по финансовому мониторингу доводит данный перечень организаций и физических лиц до организаций, осуществляющих операции с денежными средствами или иным имуществом через публикацию указанного перечня на своем официальном сайте.

Подсистема контроля ПОДФТ (противодействие отмыванию доходов, полученных преступным путем и финансированию терроризма) включает набор функций, размещенных в разных модулях СВР «Вереком». Активация функций подсистемы ПОДФТ производится настройкой режимов контроля ПОДФТ в административном модуле СВР «Вереком»:

- включить проверку зарегистрированного лица на принадлежность «Списку экстремистов»;
- включить проверку представителей зарегистрированного лица на принадлежность «Списку экстремистов»;
- включить контроль крупных сделок.

К основным функциям контроля подсистемы ПОДФТ относятся:

1. Прием актуального состояния справочника «Список экстремистов» (файл terrlist_closed.dbf), распространяемого Федеральной службой по финансовому мониторингу (<http://www.fedsfm.ru>). Принятый справочник становится актуальным для выполнения проверок на принадлежность «Списку экстремистов» зарегистрированных лиц (ЗЛ) и их уполномоченных представителей (УП) в базе данных реестра.

2. Проверка ЗЛ и его УП на принадлежность «Списку экстремистов».

3. Контроль операции по признаку «Крупность сделки».

4. Контроль видов деятельности зарегистрированного юридического лица (ЮЛ). Функция контроля видов деятельности зарегистрированного ЮЛ основана на использовании справочника «Виды деятельности ЮЛ», который включает следующие позиции:

- перевод денежных средств (для некредитных организаций);
- платежи в наличной форме по чекам (для некредитных организаций);
- инкассация денежных средств (для некредитных организаций);
- деятельность, связанная с реализацией предметов искусства и антиквариата;
- осуществление внешнеэкономических операций;
- торговля драгоценными металлами и камнями, а также ювелирными изделиями из

них;

торговля (посредничество в торговле) недвижимым имуществом;

– игорный бизнес (казино, тотализатор, букмекерская контора);

– туристская деятельность, а также иная деятельность по организации путешествий.

Допускается возможность выбора одной или нескольких позиций из справочника «Виды деятельности ЮЛ» в анкете одного ЮЛ. Перечень отмеченных видов деятельности ЮЛ в дальнейшем учитывается при вычислении значения оценки риска данного ЮЛ.

5. Контроль по критериям необычных (подозрительных) операций. Данный контроль основан на использовании справочника «Критерии выявления необычных (подозрительных) операций», который включает следующие позиции:

– немотивированный отказ в предоставлении сведений в распоряжение на выполнение операции в реестре;

– внесение в распоряжение на выполнение операции дополнений и изменений;

– необоснованная поспешность в выполнении операции в реестре;

– сложности, возникающие у регистратора, при проверке предоставленных сведений;

– наличие у регистратора данных, что информация об участниках операции заведомо ложная;

– настойчивость проведения расчетов наличными денежными средствами.

Выбранные пользователем позиции справочника добавляются к записи регистрируемого входящего документа – основания для выполнения операции в реестре.

К признакам необычной операции, которые анализирует подсистема ПОДФТ, относятся также дополнительные признаки:

– ежедневное в течение месяца зачисление и списание с лицевого счета одного и того же количества ценных бумаг;

– ежедневное в течение месяца совершение операций с одними и теми же ценными бумагами, связанных с фиксацией прав собственности на ценные бумаги, в которых попеременно одни и те же лица выступают в качестве лиц, их отчуждающих и приобретающих.

6. Контроль формы выплаты доходов ЮЛ. При подготовке распоряжения на выполнение операции в реестре с участием ЮЛ проверяется значение формы выплаты доходов

ЮЛ. Если форма – наличная, то операции автоматически присваивается критерий «Настойчивость проведения расчетов наличными денежными средствами».

7. Вычисление оценки риска при выполнении контроля распоряжений с участием ЗЛ. Значение оценки риска операции основано на результатах проверки параметров операции, к которым относятся виды деятельности ЮЛ, не российское гражданство ФЛ (в том числе, «лицо без гражданства», «беженец»), адрес местонахождения (регистрации) и почтовый адрес, расположенный за пределами Российской Федерации, а также ФИО (наименование) ЗЛ (его УП) в случае полного или частичного совпадения со «Списком экстремистов».

В оценке риска операции учитываются оценки риска участников операции. Вычисление агрегированной оценки операции с учетом оценки ЗЛ, участвующих в этой операции, производится по правилу: произведение максимальной оценки зарегистрированных лиц и оценки операции. В системе хранится история присвоения оценки риска для каждого ЗЛ. Отображение оценки риска для операции на контроле распоряжения включает дополнительную информацию об участниках операции, если их оценки повлияли на общую оценку риска операции. При этом в окно результатов контроля распоряжения выдается следующая информация об участнике операции и записи из «Списка экстремистов», с которой у участника имеется полное или частичное совпадение: полное наименование, серия и номер удостоверяющего документа, дата выдачи удостоверяющего документа, орган выдачи удостоверяющего документа, дата рождения, адрес местонахождения (регистрации), почтовый адрес. Перечисленные данные из записи «Списка экстремистов» фиксируются вместе с оценкой риска ЗЛ и могут быть предоставлены для анализа причин, по которым ЗЛ была назначена соответствующая оценка риска. Эти сведения могут быть особенно полезны по истечении длительного периода времени, когда «Список экстремистов» содержит новое состояние (в результате выполненных обновлений), и запись «Списка экстремистов», на которую имеется ссылка в записи оценки риска ЗЛ, уже отсутствует в актуальном «Списке экстремистов».

Предусмотрена функция уточнения оценки риска ЗЛ пользователем подсистемы ПОДФТ, которому предоставлено право «понизить» оценку риска ЗЛ на основе анализа анкетных данных ЗЛ, а также видах деятельности ЗЛ (только для ЮЛ).

8. Назначение оценки риска ЗЛ и операции при исполнении распоряжения. Назначенная на контроле и уточненная при исполнении распоряжения оценка риска участнику операции и самой операции приписывается соответственно анкете ЗЛ и операции. При заполнении оценки риска ЗЛ в системе сохраняется признак способа присвоения этой оценки: автоматический или ручной, дата присвоения оценки и системное имя пользователя. Признак «автоматической оценки» присваивается в случае программного назначения оценки риска при выполнении контроля распоряжения или при формировании проводки в реестре. Признак «ручной оценки» присваивается, если система выдала предупреждение о полном или частичном совпадении со списком экстремистов и пользователь воспользовался функцией уточнения оценки риска.

В подсистеме ПОДФТ реализована следующая шкала значений оценки риска ЗЛ:

120 – если ФИО (наименование) ЗЛ или его УП полностью совпадает со «списком экстремистов»;

100 – если ФИО (наименование) ЗЛ или его УП частично совпадает со «списком экстремистов»;

4 – зарегистрированное ЮЛ с адресом, расположенным за пределами РФ и одновременно выбраны виды деятельности из справочника видов деятельности;

4 – зарегистрированное ФЛ с адресом, расположенным за пределами РФ и одновременно ФЛ имеет не российское гражданство;

2 – зарегистрированное ЮЛ с адресом, расположенным за пределами РФ или выбраны виды деятельности из справочника видов деятельности;

2 – зарегистрированное ФЛ с адресом, расположенным за пределами РФ или ФЛ имеет не российское гражданство;

Оценки риска операции устанавливаются по следующей шкале:

4 – для операции зафиксированы критерии выявления необычных (подозрительных) операций из соответствующего справочника подсистемы ПОДФТ и одновременно имеет место один из дополнительных признаков необычности операции;

2 – для операции зафиксированы критерии выявления необычных (подозрительных) операций из соответствующего справочника подсистемы ПОДФТ или имеет место один из дополнительных признаков необычности операции;

1 – в остальных случаях. Создает ненулевую базу для получения интегрированной оценки с учетом оценки риска участников операции.

На основе рассмотренной шкалы оценки риска принята система классификации интегрированных оценок. Обязательному контролю подлежат операции с интегрированной оценкой риска 120 и более баллов. Высокую степень риска имеют операции с интегрированной оценкой риска от 16 до 119 баллов. Низкая оценка риска операции – от 1 до 15 баллов.

9. Формирование отчетов с отображением оценки риска. Предусмотрено отображение оценки риска для ЗЛ и операций. Вывод оценки риска операции производится в регистрационном журнале операций реестра, отображение оценки риска ЗЛ – в специальном отчете «Оценки риска ЗЛ». Отчеты предусматривают возможность фильтрации данных с оценкой риска из указанного диапазона значений оценки.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (по информации автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга за 2000-2010 гг.)

Максимова Н.Н., Жилина Н.М., Чеченин Г.И.

*Кустовой медицинский информационно-аналитический центр,
Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей
г. Новокузнецк*

Актуальность. Человек от рождения имеет неотъемлемые права на жизнь, свободу и стремление к счастью. Свои права на жизнь, отдых, охрану здоровья, благоприятную окружающую среду, труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, он реализует в процессе жизнедеятельности, состоящем из его непрерывного взаимодействия со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей [1]. В г. Новокузнецке успешно функционирует система СГМ [2], основной целью которой является наблюдение, анализ, оценка риска и прогнозирование изменений здоровья населения во взаимодействии с состоянием среды обитания, для определения целесообразности, приоритетности, эффективности санитарно-гигиенических, в том числе природоохранных, противоэпидемических оздоровительных и других мероприятий [3].

В настоящее время актуальной является проблема укрепления и охраны здоровья населения г. Новокузнецка. Для решения данной проблемы требуется глубокий анализ показателей здоровья во взаимосвязи с социальными и экологическими показателями.

Целью настоящей работы является – провести комплексный анализ интегрированных показателей здоровья населения и показателей социальной и экологической среды обитания, а также частных составляющих этих показателей (заболеваемость, болезненность, медико-демографические показатели, инвалидизация, условия труда, радиологическая обстановка, продовольственное сырье и пищевые продукты и т.д.) для выявления возможных негативных сдвигов в медико-демографической ситуации, а также поиска причинно-следственных связей «Среда обитания – Здоровье населения».

Материалы и методы:

Для динамического анализа данные из выходных форм автоматизированной информационной системы социально-гигиенического мониторинга о состоянии здоровья населения г. Новокузнецка и состоянии среды обитания за 2000-2010 гг. были переведены из текстовых документов (*Microsoft Office Word 2007*) в формат *Microsoft Office Excel 2007*. Факторный и корреляционный анализ для выявления взаимосвязей был проведен с помощью статистического пакета *SPSS* (версия 13.0).

Результаты исследования.

Индекс качества системы жизнеобеспечения (ИЖСО) представляет собой комплексный интегрированный показатель, состоящий из трех показателей – индекса общественного здоровья населения, индекса экологического благополучия и индекса социального благополучия.

В таблице 1 приведены соответствия значений индекса здоровья (ИОЗ), социального благополучия (ИСБ) и экологического благополучия (ИЭБ) населения лингвистическим переменным.

Таблица 1 – Оценочная шкала

Значение ИОЗ, ИСБ и ИЭБ	Лингвистическая оценка
0.95 – 1.00	Приемлемый уровень
0.90 – 0.94	Удовлетворительный
0.85 – 0.89	Пониженный
0.80 – 0.84	Низкий
0.75 – 0.79	Очень низкий

На рисунке 1 представлено динамическое распределение показателя индекса качества системы жизнеобеспечения населения города Новокузнецка за период с 2005-2010 гг.

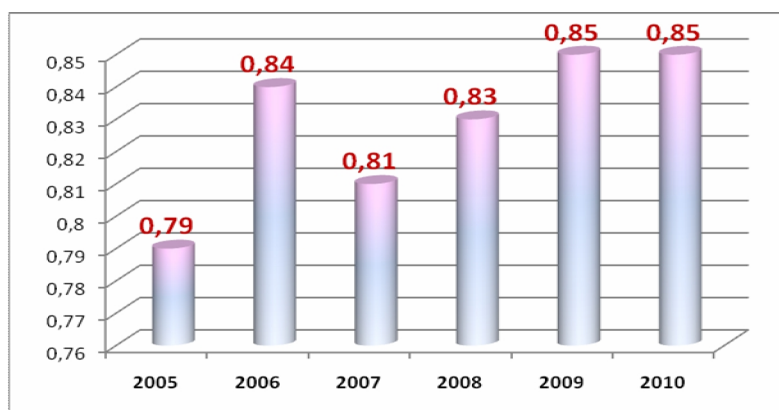


Рисунок 1 – Значение индекса качества системы жизнеобеспечения населения г. Новокузнецка за период с 2005 – 2010 гг.

В период с 2007 – 2009 гг. зафиксирован рост показателя индекса качества системы жизнеобеспечения жителей г. Новокузнецка (темп прироста 4,9 %). В период с 2009 – 2010 гг. наблюдается стабилизация показателя на уровне 0,85 (пониженная оценка), при этом в данный период значение показателя ИЖСО является максимальным за весь рассматриваемый период.

В 2010 году вырос только индекс общественного здоровья, а индексы экологического и социального благополучия снизились.

Индекс общественного здоровья включает в себя медико-демографический показатель, показатель инвалидизации, заболеваемости, болезненности, физического развития и

психоэмоциональной напряженности населения.

За последние 2 года (2009 – 2010 гг.) увеличиваются значения медико-демографического показателя, заболеваемости, инвалидизации и психоэмоциональной напряженности. При этом в 2010 году происходит увеличение значений всех, без исключения, обобщенных показателей ИОЗ. Приемлемой оценке в 2010 году соответствует только медико-демографический показатель (0,95). Показатели инвалидизации и физического развития выходят в данном году на удовлетворительный уровень (0,94 и 0,93 соответственно). Заболеваемость населения поднимается до пониженной оценки (0,87), а болезненность и психоэмоциональная напряженность находятся на низком уровне (0,83 и 0,82 соответственно). Темп прироста показателя психоэмоциональной напряженности за период с 2007 – 2010 гг. составил 24,2 %. Критическое (минимальное) значение данного показателя зафиксировано в 2002 году – 0,48. Минимальное значение показателя заболеваемости наблюдается в 2007 году – 0,68, далее прослеживается тенденция увеличения показателя.

Индекс экологического благополучия состоит из показателей эколого-гигиенической обстановка, продовольственное сырье и пищевые продукты, санитарно-гигиенические условия воспитания, радиологическая обстановка, условия труда.

За весь исследуемый период (2000 – 2010 гг.) в норме находится только лишь один обобщенный показатель индекса экологического благополучия – радиологическая обстановка (в среднем по годам $0,98 \pm 0,04$ – приемлемая оценка), среднегодовое значение данного показателя в целом по городу является максимальным, по сравнению со значениями оставшихся обобщенных показателей ИЭБ. За период с 2007 – 2010 гг. данный показатель достигает максимального значения – 1,00.

Самые низкие значения за весь рассматриваемый период среди всех обобщенных показателей ИЭБ наблюдаются по показателю эколого-гигиенической характеристики, среднегодовое значение соответствует уровню ниже очень низкого по лингвистической шкале ($0,64 \pm 0,19$). При этом наиболее низкие значения данного показателя зафиксированы в период с 2004 – 2010 гг. Также следует отметить неблагоприятную обстановку с показателями продовольственное сырье и пищевые продукты и санитарно-гигиенические условия воспитания (в среднем за рассматриваемый период $0,78 \pm 0,10$ и $0,78 \pm 0,35$ соответственно – очень низкая оценка).

На низком уровне находится показатель качества условий труда по городу Новокузнецку ($0,81 \pm 0,14$).

В 2010 году происходит снижение практически всех обобщенных показателей индекса экологического благополучия, за исключением показателя «радиологическая обстановка» – приемлемый уровень (1,00). Показатель условий труда непрерывно снижается на протяжении трех последних лет (2008 – 2010 гг.), спад к 2010 году составил 5,8 %.

В результате факторного анализа были определены причинно-следственные связи между обобщенными показателями блоков «Здоровье» и «Среда обитания».

Факторный анализ – многомерный статистический метод, применяемый для изучения взаимосвязей между значениями переменных. В результате факторного анализа были выделены 4:

- в первый фактор входят медико-демографический показатель, радиологическая обстановка и санитарно-гигиенические условия воспитания (СГУВ);
- второй фактор объединил показатели эколого-гигиенической характеристики, инвалидизации и болезненности;
- третий фактор связал показатели психоэмоциональной напряженности и физического развития;
- в четвертом факторе находятся показатели продовольственное сырье и пищевые продукты и заболеваемость.

Таким образом, чем лучше показатели радиологической обстановки и СГУВ в городе, тем выше медико-демографический показатель. По показателям, объединенным во второй фактор, можно сказать, что от эколого-гигиенической характеристики по городу зави-

сит величина показателей инвалидизации и болезненности населения. В третьем факторе выявилась взаимосвязь между двумя показателями – психоэмоциональная напряженность и физическое развитие – из одного блока «Здоровья», это вполне естественно, так как процент призывников, освобожденных от призыва (это один из составляющих показателя физического развития) тесно зависит от показателей психоэмоциональной напряженности: наркомании и токсикомании детей и подростков, венерической заболеваемости, алкоголизма и психических расстройств. По четвертому фактору можно сказать, что от качества продовольственного сырья и пищевых продуктов, поставляемых и производимых в городе Новокузнецке, зависит и уровень заболеваемости в городе (инфекционные и неинфекционные заболевания, пищевые отравления и т.д.).

Среди выявленных факторов наибольшее беспокойство вызывают показатели, входящие в четвертый фактор, так как их среднегодовые значения находятся на очень низком уровне ($0,78 \pm 0,10$ и $0,78 \pm 0,11$), а также показатели эколого-гигиенической характеристики (второй фактор) и психоэмоциональной напряженности (третий фактор) – среднегодовые значения $0,64 \pm 0,19$ и $0,69 \pm 0,17$ соответственно. В связи с этим были рассмотрены интегрированные показатели, входящие в зону риска и ведущие к снижению показателей в четвертом, втором и третьем факторах (названные выше).

За период с 2001 – 2010 гг. в среднем приемлемую оценку имеют только показатели заболеваемости новорожденных ($1,00 \pm 0,00$), профессиональная заболеваемость ($0,98 \pm 0,11$) и заболеваемость, осложнившая роды ($0,98 \pm 0,07$).

Следует обратить особое внимание на низкие значения обобщенного показателя заболеваемости активными формами туберкулеза, за период с 2001 – 2010 гг. значения данного показателя не достигают даже очень низкого уровня по лингвистической шкале, и среднегодовое значение – $0,37 \pm 0,20$ является самым неблагоприятным, по сравнению с остальными интегрированными показателями заболеваемости. Отсюда следует, что абсолютные значения заболеваемости населения города Новокузнецка активными формами туберкулеза являются высокими.

За последние 5 лет (2006 – 2010 гг.) ухудшается ситуация с заболеваемостью злокачественными новообразованиями (ЗН) в городе, среднегодовое значение за весь рассматриваемый период составляет $0,75 \pm 0,13$.

Инфекционная заболеваемость имеет очень низкие значения индекса показателя практически за весь рассматриваемый период, за исключением 2002 и 2010 гг. (в среднем $0,60 \pm 0,37$).

Также в зону риска входят показатели: заболеваемость детей и подростков ($0,68 \pm 0,30$ и $0,73 \pm 0,38$ соответственно); заболеваемость беременных ($0,57 \pm 0,49$), при этом низкие значения показателя наблюдаются в период с 2001 – 2005 гг. и в 2009 году, а уже в 2010 году показатель соответствует приемлемой оценке (1,00); и заболеваемость бронхитом хроническим и неуточненным ($0,64 \pm 0,48$).

Но при всем вышесказанном, большинство интегрированных показателей, за исключением заболеваемости детей, заболеваемости активными формами туберкулеза и заболеваемости ЗН, в 2010 году увеличилось и не опускаются ниже очень низкой оценки по лингвистической шкале.

Для выявления причинно-следственных связей между показателями «Здоровья» и «Социальных условий» была построена корреляционная матрица (таблица 2) и рассчитаны коэффициенты корреляции по Спирмену.

По блоку «Здоровье» и «Социальные условия» выявлены следующие причинно-следственные связи между показателями:

- психоэмоциональная напряженность, рынок труда и обеспеченность жильем;
- заболеваемость и рынок труда.

Психоэмоциональная напряженность жителей города Новокузнецка зависит от показателей рынок труда и обеспеченность жильем, причем, с показателем обеспеченность жильем выявлена сильная корреляционная связь ($K=1$, $P<0.001$). Из этого следует, что чем

выше показатели *рынок труда* и *обеспеченность жильем*, тем лучше показатель благополучия *психоэмоциональной напряженности*.

Таблица 2 – Корреляционная матрица обобщенных показателей блока «Здоровье» и «Социальные условия» за период с 2005-2010 гг. в целом по г. Новокузнецку

Обобщенные показатели		Коэффициент корреляции Спирмена и уровень значимости	Блок «Социальные условия»				
			Структура населения	Рынок труда	Обеспеченность жильем	Медицинское обеспечение	Уровень жизни
Блок «Здоровье»	МДП		0,5	-0,5	0,8	0,0	0,6
		P	0,304	0,354	0,086	0,978	0,193
	Инвалидизация	k	0,0	-0,4	0,6	-0,6	0,6
		P	0,978	0,425	0,219	0,234	0,222
	Заболеваемость	k	-0,5	0,8*	0,4	-0,7	-0,4
		P	0,280	0,042	0,461	0,125	0,439
	Болезненность	k	-0,4	-0,3	-0,2	-0,4	-0,3
		P	0,454	0,544	0,742	0,425	0,600
	Физическое развитие	k	0,6	-0,4	0,7	0,1	0,7
		P	0,249	0,468	0,148	0,913	0,123
	Психоэмоциональная напряженность	k	-0,1	0,8*	1,0**	-0,4	0,3
		P	0,868	0,042	0,000	0,425	0,600

Также выявлено, что от показателя *рынок труда* зависит *заболеваемость* жителей города Новокузнецка ($K = 0,8$, $P = 0,042$).

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. На психоэмоциональную напряженность жителей г. Новокузнецка оказывают не-посредственное влияние показатели физическое развитие, рынок труда и обеспеченность жильем. А на уровень заболеваемости жителей города Новокузнецка влияет качество продовольственного сырья и пищевых продуктов и рынок труда.

2. Также в результате анализа было выявлено, что в 2010 году происходит увеличение индекса здоровья, а вот индексы экологического и социального благополучия снижаются.

3. Высокий уровень заболеваемости населения города регистрируется за счет высокой заболеваемости активными формами туберкулеза, злокачественными новообразованиями, инфекционной заболеваемостью, заболеваемостью бронхитом, общей заболеваемостью детей и подростков.

4. Высокая психоэмоциональная напряженность населения обусловлена высоким уровнем наркомании в общем, наркомании среди подростков, токсикомании как в общем, так и среди детей и подростков.

5. Неблагоприятная обстановка складывается с показателями эколого-гигиенической характеристики и продовольственного сырья и пищевых продуктов (очень низкие среднегодовые значения по лингвистической шкале).

6. Увеличение за последние 3 года (2008 – 2010 гг.) процента нестандартных проб воды водоисточника в створах водозаборов по бактериологическим и химическим показателям, индекса загрязнения атмосферы и процента проб водопроводной воды не соответствующей стандарту по сумме лимитирующих по токсикологическому признаку показате-

телей.

7. Дефицит основных продуктов питания: хлеб, молоко, рыба, овощи и фрукты, картофель, мясо; а также зафиксировано плохое качество *холодных закусок* в предприятиях общепита. Низкий процент обеспеченности населения предприятиями пищевой промышленности, вырабатывающих обогащенную продукцию.

8. Резкое снижение к 2010 году показателя «рынок труда» вызвано за счет увеличения уровня безработицы по городу и удельного веса безработных с продолжительностью безработицы более года (последствия экономического кризиса).

9. Низкий показатель уровня жизни обусловлен высоким процентом населения, чьи денежные доходы ниже прожиточного минимума.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, о том, что высокий уровень безработицы, низкие заработные платы, недостаточное потребление основных продуктов питания, высокая загрязненность атмосферы и плохое качество питьевой воды приводят к росту *заболеваемости и психоэмоциональной напряженности* населения г. Новокузнецка.

Библиографический список

1. Бессоненко, В.В. Медико-демографические аспекты воспроизводства населения Сибири / В.В. Бессоненко, А.И. Бабенко // Бюлл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1986. - №2. – С. 70 – 74.
2. Социально-гигиенический мониторинг / Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, Т.В. Сапрыкина [и др.] // Информационная карта Государственной регистрации системы в Отраслевом фонде алгоритмов и программ РФ (ОФАП). №3079, 22 декабря 2003. Дата выдачи 13 января 2004.
3. Жилина, Н.М. Автоматизированная система социально-гигиенического мониторинга здоровья и среды обитания – инструмент принятия научно обоснованных решений / Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Т.В. Сапрыкина. – Новокузнецк : Изд-во МОУ ДПО ИПК, 2005. – 159 с.

ЗДОРОВЬЕ ДОШКОЛЬНИКОВ Г. НОВОКУЗНЕЦКА (по информации автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга)

Жилина Н.М., Чеченин Г.И.

*Кустовой медицинский информационно-аналитический центр,
Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей
г. Новокузнецк*

Актуальность темы. Создание условий, благоприятствующих рождению и воспитанию детей – важная государственная задача. При этом особую актуальность приобретают проблемы сохранения здоровья детей и гармоничное воспитание в раннем детском возрасте, когда дети наиболее восприимчивы к освоению основополагающих принципов формирования здорового образа жизни [1]. По данным Государственного доклада «О санитарно-эпидемиологической обстановке г. Новокузнецке в 2010 г.»:

Количество детей дошкольного возраста в 2010 году увеличилось с 41590 до 42294;

Обеспеченность населения города местами в дошкольных учреждениях остается недостаточной (41,5 % при нормативе 85,0);

Дошкольные образовательные учреждения переукомплектованы на 23,2 %, что приводит к росту инфекционной и соматической заболеваемости.

На конец 2010 года в городе функционировали 165 муниципальных дошкольных образовательных учреждений (далее – ДОУ), в 2009 – 162.

Материалы и методы исследования. В 2010 – 2011 гг. в программе «Образование и здоровье» в рамках внедрения и функционирования автоматизированной системы социаль-

но-гигиенического мониторинга (блок «Здоровье дошкольников») принимают участие 160 дошкольных образовательных учреждений города (таблица 1). Это на 130 учреждений больше, чем в предыдущий год. Существенный рост отмечается по всем районам города. Практически, блок «Здоровье дошкольников» в настоящее время функционирует на базе всех ДОУ г. Новокузнецка. Анализ информации мониторинга проведен в пакете SPSS, версия 13.0. Для сравнения порядковых признаков в независимых группах применен непараметрический критерий Манна-Уитни, связь признаков исследована с помощью ранговой корреляции Спирмена.

Таблица 1 – Число ДОУ г. Новокузнецка, участвующих в автоматизированном мониторинге

Город, районы	2009 г.	2010 г.	Изменение (число ДОУ)
г. Новокузнецк	30	160	+130
Центральный	15	57	+42
Куйбышевский	2	16	+14
Орджоникидзевский	2	19	+17
Кузнецкий	2	18	+16
Заводской	4	33	+29
Новоильинский	5	17	+12

Характеристика системы автоматизированного мониторинга дошкольных образовательных учреждений (АИС СГМ). Наблюдению подлежит здоровье детей дошкольных образовательных учреждений. Мониторинг носит комплексный характер [2], позволяет оценить уровень развития возрастной группы и основные показатели развития дошкольников. Для получения интегрированных показателей и их оценки используются соответствующие математические методы оценки качественных показателей, стандарты (модели) и оценочные шкалы [3].

Функции автоматизированной системы мониторинга:

- Создание и поддержка в актуальном состоянии в Кустовом медицинском информационно-аналитическом центре (КМИАЦ) г. Новокузнецка персонифицированной базы данных детей дошкольного возраста, посещающих ДОУ;
- Создание и поддержка в актуальном состоянии баз данных «Показатели психического развития», «Условия развивающей среды», интерфейс с БД АСУ «Горздрав» «Заболеваемость по обращаемости, форма 025»;
- Создание и поддержка в актуальном состоянии базы интегрированных показателей психологического состояния и психического развития дошкольников, индексов здоровья;
- Поддержка в актуальном состоянии базы нормативно-справочного фонда;
- Расчет и формирование выходной информации оценки психического развития дошкольников, интегрированных показателей здоровья дошкольников и условий развивающей среды по городу, районам, учреждениям.

Система имеет простой и удобный для непрофессионального пользователя интерфейс, позволяющий легко вводить информацию непосредственно в детском учреждении. Для получения, хранения и анализа обобщенной выходной информации по городу, территориальным районам и учреждениям, входная информация поступает из дошкольных учреждений на электронных носителях в КМИАЦ.

Результаты исследования. Проведен анализ выходной информации АИС СГМ «Здоровье дошкольников» по городу, районам и учреждениям в сравнении 2009, 2010 гг. по возрастным группам детей 4-5 лет и шести лет.

Лингвистическая шкала интегрированного индекса здоровья (ИЗ) дошкольников состоит из следующих интервалов: [0,96-1,00] – хорошее состояние здоровья; [0,91-0,95] – удовлетворительное; [0,86-0,90] – относительно удовлетворительное; [0,81-0,85] – пони-

женное; [0,76-0,80] –низкое; 0,75 и меньше – очень низкое состояние здоровья.

На рисунке 1 представлено изменение обобщенного индекса здоровья детей 4-5 лет за период 2009-2010 гг. по городу в целом и территориальным районам.

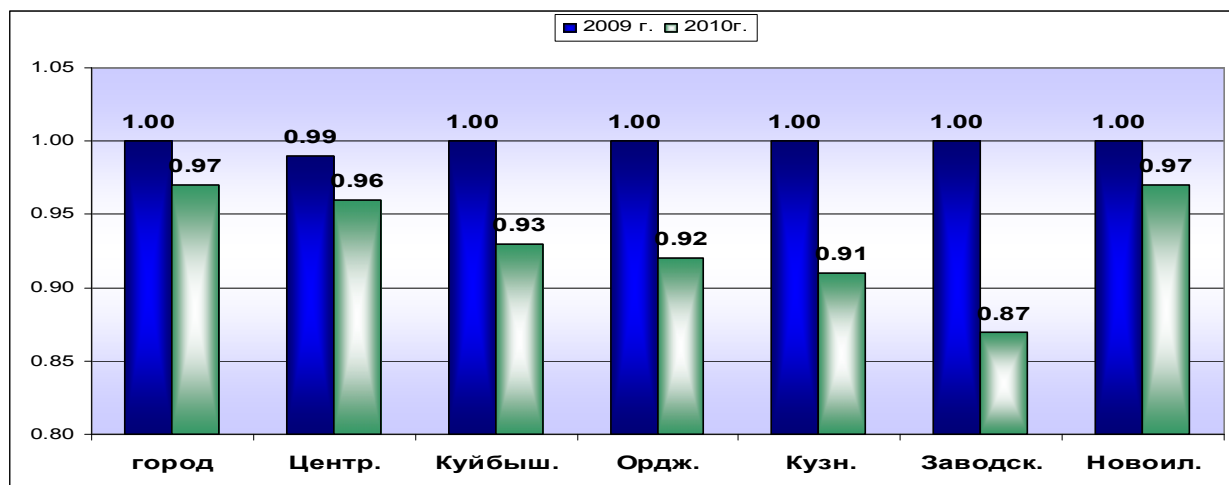


Рисунок 1 – Индекс здоровья дошкольников 4-5 лет по г. Новокузнецку и территориальным районам в 2009-2010 гг.

По всем районам и городу в 2010 г. произошло снижение индекса здоровья дошкольников 4– 5 лет. Различие статистически значимо: по критерию Манна-Уитни $z=-3,3$, уровень значимости различия $p=0,001$. В 2010 г. самый низкий индекс здоровья дошкольников 4– 5 лет (0.87) отмечен в Заводском районе города, наиболее высокий (0.97) – в Новоильинском районе.

Изменение ИЗ дошкольников шести лет за период 2009-2010 гг. представлено на рисунке 2.

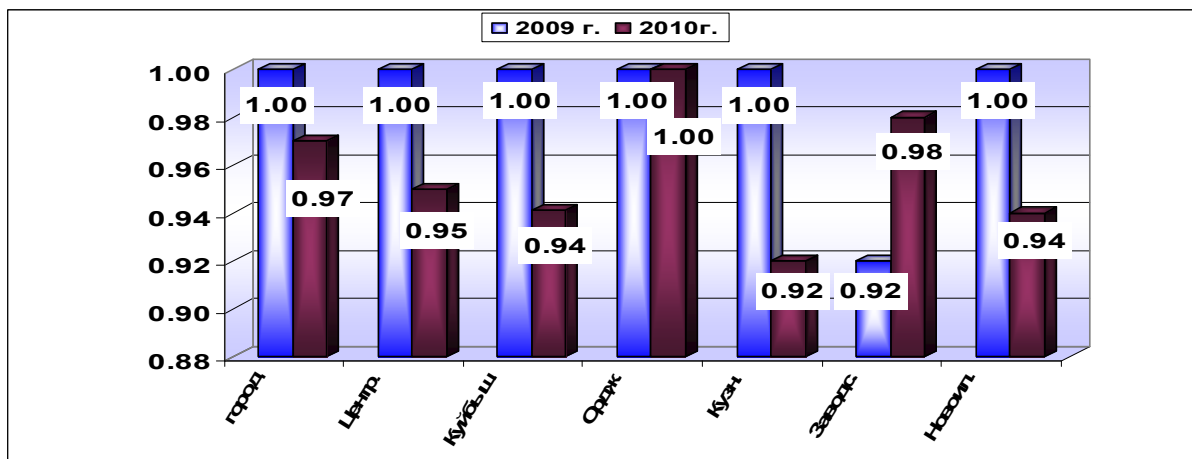


Рисунок 2 – Индекс здоровья дошкольников шести лет за период 2009-2010 гг. по г. Новокузнецку и территориальным районам

Снижение ИЗ дошкольников шести лет произошло по всем районам города кроме Заводского. В 2010 г. самые низкие индексы здоровья (0,92 и 0,94) зарегистрированы в Кузнецком и Новоильинском районах, самый благополучный индекс здоровья (1,00) – в Орджоникидзевском районе города.

В группе детей 4 – 5 лет в 2010 г. индекс здоровья хуже, чем у шестилетних: хоро-

ший индекс здоровья у шестилетних детей зарегистрирован в 76 ДДУ, а у 4 – 5 летних – только в 44 дошкольных учреждениях.

Распределение (% ДДУ) г. Новокузнецка по лингвистической шкале ИЗ детей 4 – 5 лет и шести лет в 2010 году (рисунок 3).

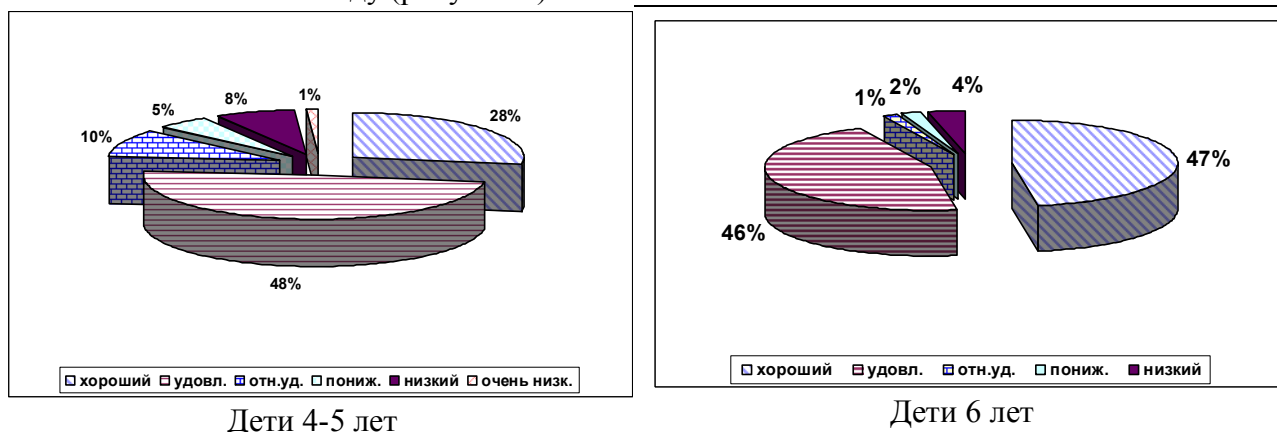


Рисунок 3 – процент ДДУ г. Новокузнецка по лингвистической шкале индекса здоровья для дошкольников 4-5 лет и шести лет

Как видно из рисунка 3, наибольшее число ДДУ (48%) имеет удовлетворительный индекс здоровья детей 4-5 лет. Хороший ИЗ отмечен в 28% детских дошкольных учреждениях. Низкий индекс здоровья – в 8% детских садов. К ним относятся: – д/с №№ 114, 207, 272, 79, 146, 206, 253, 68, 59, 61, 91, 219. Очень низкий индекс отмечен в 1% учреждений. Это д/с №№ 147 и 247.

47 % ДДУ города имеют хороший индекс здоровья детей шести лет; 46 % - удовлетворительный, 1 % - относительно удовлетворительный ИЗ (это д/с №№ 54, 128); пониженный ИЗ (2 %) – д/с №№ 117, 149, 168; Низкий (4 %) - д/с №№ 63, 266, 4, 130, 217, 49.

В исследовании выявлены основные зоны риска детей дошкольного возраста по заболеваниям (таблица 2).

Таблица 2 – Интегрированный показатель заболеваемости дошкольников, 2010 г.

Заболевания	Интегрир. показатель заболеваемости		
	4-5 лет	6 лет	изменение
Болезни крови и кроветворных органов	0.96	1.0	+0.04
Аллергический ринит	0.93	1.0	+0.07
Язва желудка и 12-перстной кишки	0.17	1.0	+ 0.83
Сахарный диабет	1.0	0.61	- 0.39
Бронхит хронический и неуточненный	1.0	0.79	- 0.21
Травматизм	1.0	0.83	-0.17

Из таблицы 2 видно, что самый неблагоприятный интегрированный показатель заболеваемости (0,17) организованных детей 4-5 лет в г. Новокузнецке выявлен по болезни «язва желудка и 12-перстной кишки», а у детей шести лет – «сахарный диабет» (0,61).

Рассмотрим основные зоны риска заболеваемости детей 4-5 лет по территориальным районам города (таблица 3):

Таблица 3 – Основные зоны риска заболеваемости детей 4-5 лет по территориальным районам

Район города	Зоны риска заболеваний	Обобщенное значение показателя
Центральный	Аллергический ринит	0,94
	Бронхит хронический и неуточненный	0,40
	Язва желудка и 12-перстной кишки	0,67
	Врожденные аномалии и пороки развития	0,88
Куйбышевский	Инфекционные и паразитарные болезни	0,77
	Болезни крови кроветворных органов	0,00
	Болезни глаза	0,87
	Болезни уха	0,84
	Болезни системы кровообращения	0,85
	Аллергический ринит	0,85
Орджоникидзевский	Инфекционные и паразитарные болезни	0,92
	Болезни крови и кроветворн. органов	0,71
	Болезни системы кровообращения	0,79
	Хронич. фарингит и назофарингит	0,46
	Язва желудка и 12-перстной кишки	0,00
Кузнецкий	Аллергический ринит	0,60
	Хронические болезни миндалин и аденоидов	0,00
	Костно-мышечной системы	0,00
Заводской	Инфекционные и паразитарные	0,20
	Болезни крови и кроветворных органов	0,41
	в том числе анемии	0,76
	Болезни нервной системы	0,67
	Миопии	0,40
	Аллергический ринит	0,69
	Язва желудка и 12-перстной кишки	0,50
	Гастрит и дуоденит	0,79
Новоильинский	Эндокринной системы	0,85
	В том числе сахарный диабет	0,71
	Гастрит и дуоденит	0,68

В Центральном районе г. Новокузнецка к основным зонам неблагополучия по заболеваемости дошкольников 4 – 5 лет относится бронхит, а также язва желудка и 12-перстной кишки.

В Куйбышевском – по сравнению с другими районами города положение с заболеваемостью дошкольников 4 – 5 лет лучше, аномальных значений не выявлено.

В Орджоникидзевском районе многократное превышение среднесложившихся по городу показателей заболеваемости язвы желудка и 12-перстной кишки, а также серьезное неблагополучие по хроническому фарингиту и назофарингиту.

В Кузнецком районе в аномальные зоны риска вышли болезни костно-мышечной системы и хронические болезни миндалин и аденоидов.

В Заводском районе целый ряд заболеваний имеет крайне неблагоприятные значения, среди них инфекционные и паразитарные болезни, болезни крови и кроветворных органов, миопии, язва желудка и 12-перстной кишки.

В Новоильинском районе у дошкольников 4-5 лет проблемы с болезнями эндокринной системы, в том числе сахарным диабетом. Также к зоне риска относится гастрит и дуо-

денит.

Основные риски заболеваемости дошкольников шести лет за 2010 г. по городу и территориальным районам даны в таблице 4:

Таблица 4 – Основные риски заболеваемости дошкольников шести лет за 2010 г. по г. Новокузнецку и территориальным районам

Город, районы	Основные риски	Значение ИЗ
г. Новокузнецк	Сахарный диабет	0,61
Центральный район	Бронхит хронический	0,00
	Врожденные аномалии	0,52
Куйбышевский	Болезни крови	0,53
Орджоникидзевский	Бронхит хронический	0,92
Кузнецкий	Болезни костно-мышечной системы	0,22
Заводской	Травматизм	0,83
Новоильинский	Сахарный диабет	0,00

У дошкольников 6 лет выявлена крайне неблагоприятная ситуация по заболеваемости сахарным диабетом в Новоильинском районе, болезням костно-мышечной системы в Кузнецком районе, заболеваемости бронхитом в Центральном, болезням крови в Куйбышевском районе.

Анализ ведущих классов госпитальной заболеваемости населения г. Новокузнецка за период 2004 – 2010 гг. показал, что в возрасте 4 – 6 лет происходит снижение (по сравнению с более ранним возрастом) заболеваемости по классам инфекционных и паразитарных болезней и заболеваний органов дыхания. Отмечается тенденция к росту заболеваемости по болезням органов пищеварения и системы кровообращения.

На базе 34 дошкольных учреждений был проведен корреляционный анализ по методу ранговой корреляции Спирмена между интегрированными индексами здоровья дошкольников 4 – 5 и шести лет и индексом успешности развивающей среды. Сильных и значимых связей между данными показателями не выявлено.

Результаты исследования были доложены на городском Валеологическом совете 5 мая 2011 г. Проблемы начального этапа функционирования системы автоматизированного мониторинга в дошкольных образовательных учреждениях г. Новокузнецка и актуальные направления дальнейшего развития АИС СГМ систематизированы и представлены в проект решения Валеологического совета.

Основные выводы.

1) Для эффективного функционирования автоматизированного мониторинга дошкольных учреждений г. Новокузнецка необходимо:

- Оснащение дошкольных учреждений более мощными компьютерами, позволяющими работать в программе автоматизированного мониторинга;
- Заполнение входной информации мониторинга в каждом дошкольном учреждении корректно, в нужные сроки, с необходимой полнотой и в электронном виде;
- Повышение компьютерной грамотности пользователей (сотрудников дошкольных учреждений), а именно: достижение достаточного пользовательского уровня работы в необходимых средах, приобретение навыков обновления антивирусных программ и удаления вирусов;
- Организация и проведение обучающих семинаров для пользователей персональных компьютеров на базе КМИАЦ;

2) Считать актуальными следующие направления развития автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга дошкольных учреждений г. Новокузнецка:

- Дальнейшее внедрение подсистем мониторинга в дошкольные учреждения г. Но-

вокузнецка;

– Дополнительное включение в систему данных о физическом развитии ребенка, обращениях в «скорую помощь», случаях госпитализации, результатах диспансеризации детей.

3) Поставить перед депутатами городского совета и Администрацией г. Новокузнецка вопросы улучшения условий в детских дошкольных учреждениях

4) Обратить особое внимание на ухудшение здоровья дошкольников, усилить диспансеризацию по выявленным зонам риска (классам заболеваний и учреждениям), снизить переукомплектованность дошкольных учреждений г. Новокузнецка.

5) Повысить обеспеченность населения города местами в дошкольных учреждениях.

Библиографический список

1. Волошина Л.Н., Кудаланова Л.П., Ушакова В.Т. Формирование готовности и способности ребёнка-дошкольника к деятельности по охране и укреплению здоровья // Культура физическая и здоровье. – 2010. – № 1. – С. 8 – 13.
2. Социально-гигиенический мониторинг / Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, Т.В. Сапрыкина и др. // Информационная карта Государственной регистрации системы в Отраслевом фонде алгоритмов и программ РФ (ОФАП). № 3079, 22 декабря 2003. Дата выдачи 13 января 2004.
3. Жилина, Н.М. Автоматизированная система социально-гигиенического мониторинга здоровья и среды обитания – инструмент принятия научно обоснованных решений / Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин, Т.В. Сапрыкина. – Новокузнецк : Изд-во МОУ ДПО ИПК, 2005. – 159 с.

ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ С НЕСКОЛЬКИМИ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОЛНОЙ КАРТИНЫ ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Фадеева А.Е., Жилина Н.М., Чеченин Г.И.

*Кустовой медицинской информационно-аналитический центр
г. Новокузнецк*

Актуальность

За 35-летний период Кустовым медицинским информационно-аналитическим центром (МУ «КМИАЦ») разработано более 60 автоматизированных информационных систем (АИС). Разработаны принципы, методика и технология создания персонифицированных баз данных в рамках функционирующей системы АСУ «Горздрав». Специалистами центра осуществляется поддержка и развитие многолетних баз данных по различным аспектам здоровья населения и деятельности системы здравоохранения. Всего создано и поддерживается в актуальном состоянии 21 база данных, в том числе 15 персонифицированных.

Большое количество баз поставило перед специалистами вопрос рационального использования хранящейся в них информации не только для информационного обслуживания, но и для анализа с целью выявления зависимостей в данных и прогнозирования неизвестных значений параметров объектов.

Результаты

Есть несколько путей получить практически ценные новые данные из совместной работы с несколькими БД одновременно. В первом случае объектом анализа является *некоторая территория*. В этом случае производится выбор из разных баз данных информации о людях, *по интересующим адресам*, для формирования целостной картины здоровья людей, проживающих в некоторой исследуемой зоне риска.

Результатом анализа, выполненного на основе данных, полученных путем выборки

информации из разных БД по определенным адресам, может быть, например, *анализ показателей здоровья и демографических показателей среди населения г. Новокузнецка, проживающего на территории санитарной зоны цементного завода.*

Анализ был выполнен на основе информации персонифицированной базы данных «Заболеваемость, форма 025-2/у» (номер регистрационного свидетельства 11044, № регистрации 0220711702 от 19 июля 2007 г.), базы данных «Смертность» (государственная регистрация №0220711702 от 19 июля 2007 г., регистрационное свидетельство № 11044). А также использовалась информация блока «Здоровье школьников и педагогических работников» системы (АИС) «Социально-гигиенический мониторинг общественного здоровья и среды обитания» подсистемы «Педагогический мониторинг» (АИС «ПМ»).

Проводилось сравнение значений показателей здоровья, рассчитанных для населения, проживающего вблизи цементного завода и для остального населения Центрального района г. Новокузнецка. Из литературы были выделены заболевания, развитие которых у человека, доказано, может быть спровоцировано действием цементной пыли, к ним относятся ряд нозологий из класса заболеваний органов дыхания, заболеваний органов пищеварения и новообразований [1, 2, 3].

Основные результаты анализа заболеваемости населения, проживающего на исследуемой территории, представлены на рисунке 1. Приведены относительные показатели заболеваемости (на 1000 населения) нозологиями, которые могут быть спровоцированы действием цементной пыли, в группе риска – население, проживающее вблизи цементного завода и в контрольной группе – остальное население Центрального района, все различия статистически значимы.

Из рисунка видно, что заболеваемость от нозологий, развитие которых у человека может быть спровоцировано действием цементной пыли в разы выше среди населения, проживающего вблизи цементного завода.

Основные результаты анализа смертности населения, проживающего на исследуемой территории, представлены на рисунке 2. Приведены коэффициенты смертности (на 1000 населения) от заболеваний, которые могут быть спровоцированы действием цементной пыли, в группе риска и в контрольной группе, все различия статистически значимы.

Из рисунка 2 видно, что и смертность от заболеваний, развитие которых у человека может быть спровоцировано действием цементной пыли в разы превышает среди населения, проживающего вблизи цементного завода.

Проведенное исследование позволило сделать выводы, что цементный завод оказывает значительное влияние, как на уровень заболеваемости населения, проживающего на его санитарной территории, так и на уровень смертности.

Информация из различных баз данных может выбираться и *на конкретного человека*, что позволяет получить максимально полную информацию о состоянии здоровья людей. А так же позволяет построить модели зависимостей интересующих параметров от внешних и внутренних факторов.

Примером исследования, проведенного на основе информации, полученной путем интеграции информации о конкретных людях из разных баз данных, может служить построение модели *зависимости вероятности абдоминального родоразрешения (кесарева сечения) от факторов риска беременной.*

Информация о родах, ребенке и роженице хранится в БД «Рождаемость» (государственная регистрация № 0220711708 от 19 июля 2007 г., регистрационное свидетельство № 11050), а информация об операции кесарево сечение хранится в базе данных «Стационар, форма 066/у» (государственная регистрация №0220711707 от 19 июля 2007 г., регистрационное свидетельство № 11049). Выбрав из БД «Стационар» все случаи кесарева сечения за 2002-2010гг., и совместив с каждым случаем ОКС информацию о роженице, мы получили возможность проанализировать влияние социально-гигиенических факторов, осложнений беременности, хронических заболеваний на вероятность того, что беременность закончится кесаревым сечением.

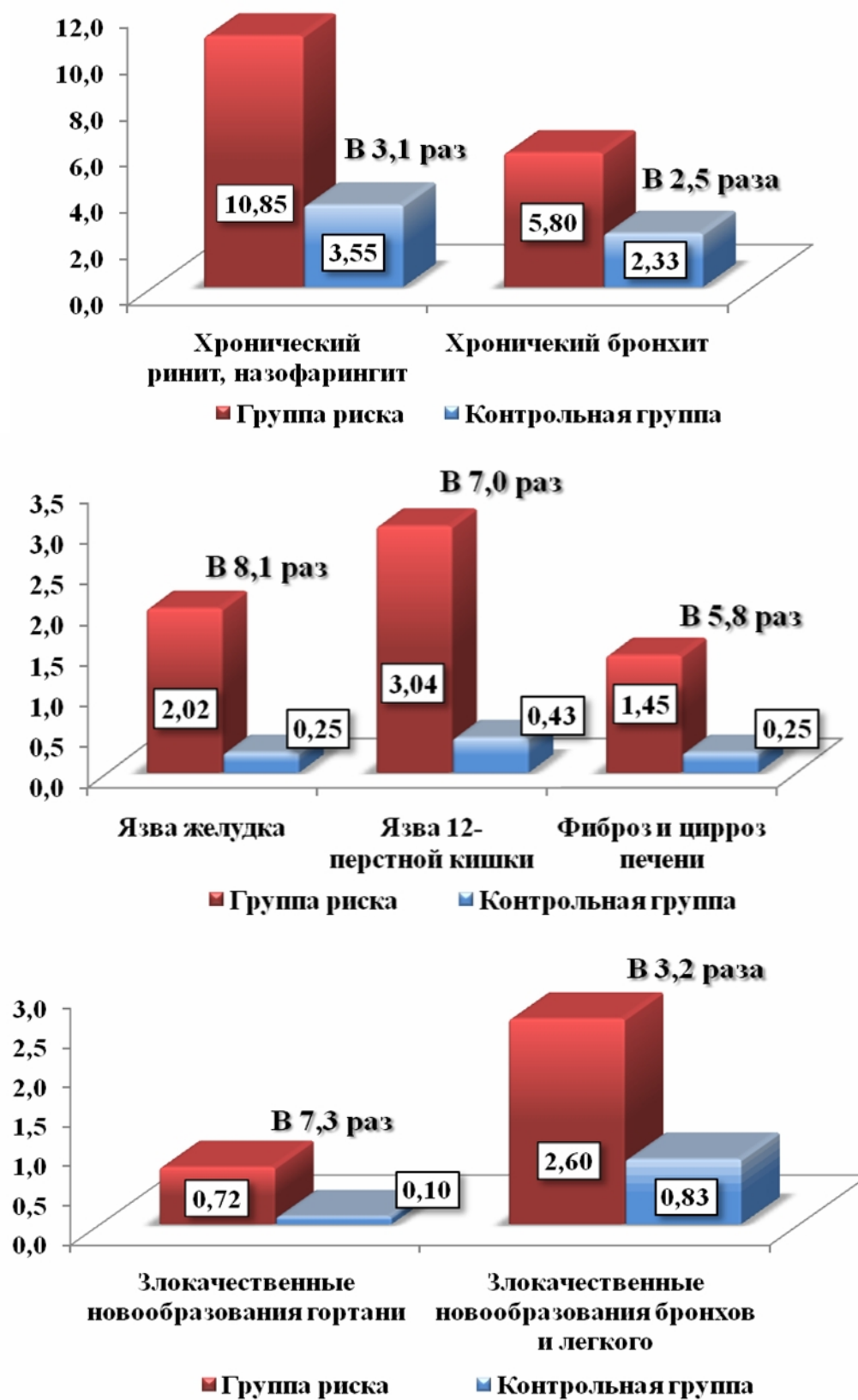


Рисунок 1 – Относительные показатели заболеваемости нозологиями, по которым выявлены статистически значимые различия между группами

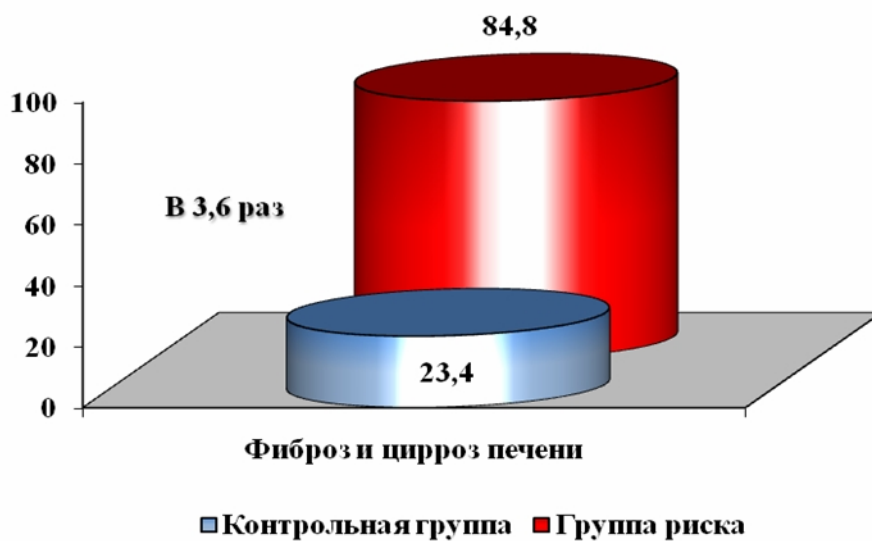
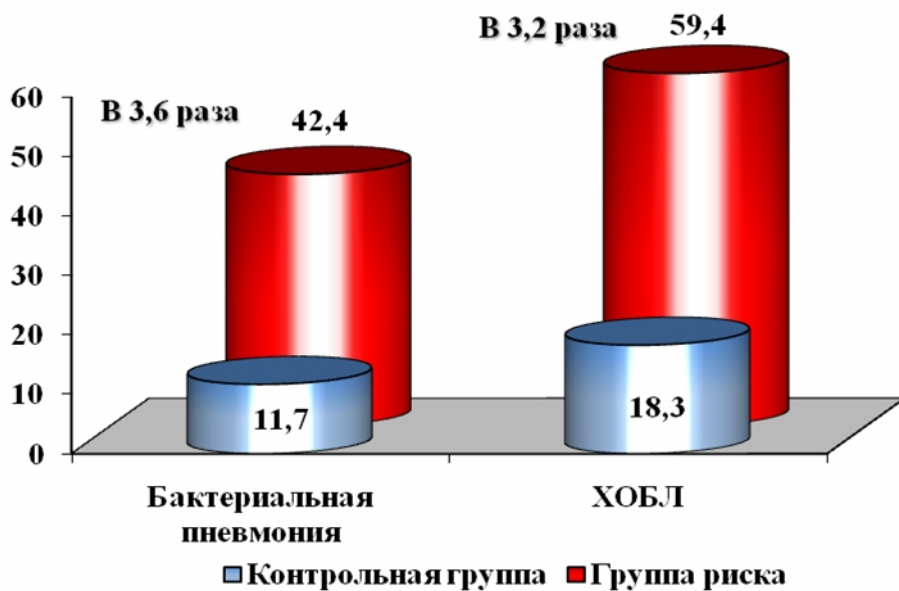
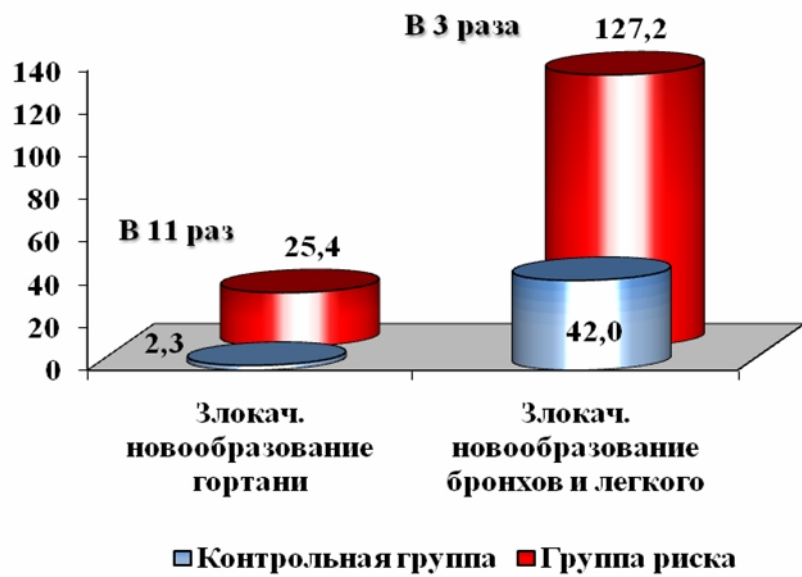


Рисунок 2 – Коэффициенты смертности от нозологий, по которым выявлены статистически значимые различия между группами

В результате анализа было выяснено, что на вероятность того, что беременность закончится ОКС, влияет возраст беременной, то, в который раз она рождает, и ряд хронических заболеваний и осложнений беременности.

В качестве математического аппарата построения модели была выбрана логистическая регрессия [4]. В результате была получена следующая модель:

$$\hat{Y} = \frac{1}{1 + e^{-Y_{\text{регр.}}}}, \quad (1)$$

$$Y_{\text{регр.}} = 3,13 - 0,08 \cdot \text{VOZ} + 0,78 \cdot \text{PAR} - 6,02 \cdot \text{O33.9} - 4,34 \cdot \text{O34.2} - 3,82 \cdot \text{O32.0} - 2,64 \cdot \text{N97} - \\ - 3,2 \cdot \text{O32.1} - 2,12 \cdot \text{O33.0} - 2,69 \cdot \text{O33.5} - 1,7 \cdot \text{O34.0} - 1,69 \cdot \text{O30.0} - 1,83 \cdot \text{O24} - 0,82 \cdot \text{O26.0} - \\ - 0,74 \cdot \text{O35.2} - 0,95 \cdot \text{O48} - 0,89 \cdot \text{O99.3} - 0,47 \cdot \text{O26.1} - 1,16 \cdot \text{O14} - 4,97 \cdot \text{K66.0} - 1,09 \cdot \\ \text{H52.1} - -0,77 \cdot \text{O34.1}$$

где \hat{Y} – вероятность проведения ОКС для конкретной роженицы;

$Y_{\text{регр.}}$ – Промежуточная переменная, введенная для представления информации в более наглядном виде, по сути, представляет собой выходную переменную простой линейной регрессии без логит-преобразования;

VOZ – возраст роженицы;

PAR – паритет родов, 1- если роды первые, 2- если повторные;

O33.9 – диспропорция неуточненная;

O34.2 – послеоперационный рубец матки;

O32.0 – неустойчивое положение плода;

N97 – женское бесплодие;

O32.1 – ягодичного предлежания плода;

O33.0 – деформация костей таза;

O33.5 – крупные размеры плода, приводящие к диспропорции;

O34.0 – врожденные аномалии матки;

O30.0 – беременность двойней;

O24 – сахарный диабет при беременности;

O26.0 – чрезмерное увеличение массы тела;

O35.2 – наследственные болезни (предполагаемые) у плода;

O48 – переносимая беременность;

O99.3 – психические расстройства и болезни нервной системы;

O26.1 – недостаточное увеличение массы тела;

O14 – тяжелый гистоз;

K66.0 – брюшинные спайки;

H52.1 – миопия;

O34.1 – опухоль тела матки.

Для проверки качества построенной модели строится ROC кривая, которая представляет собой график, по оси x которого откладывается значение равное 100-специфичность модели, а по оси y – чувствительность для различных значений порога отсеивания – рисунок 3.

Качество модели определяется по площади под ROC-кривой, которая называется AUC (Area Under Curve), можно считать, что чем больше показатель AUC, тем лучшей прогностической силой обладает модель. Для ROC-кривой, построенной для модели, характеризующей зависимость вероятность ОКС от факторов риска, площадь под кривой AUC=0,731, это говорит о хорошей прогностической силе модели.

Заключение

В результате интеграции информации из различных БД по определенным адресам, находящимся на исследуемой территории, было доказано негативное влияние деятельности

цементного завода на здоровье населения. Притом негативное воздействие заключается не только во влиянии на показатели заболеваемости, но и даже на смертность.

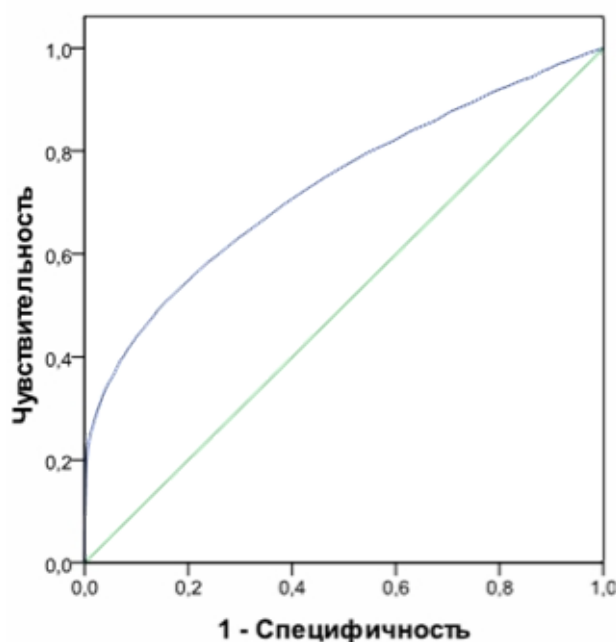


Рисунок 3 – ROC-кривая для построенной модели

В результате интеграции информации из различных баз данных на конкретного человека, была получена возможность проанализировать действие внешних и внутренних факторов на вероятность проведения ОКС, что позволило построить модель, которая помогает прогнозировать вероятность проведения ОКС в зависимости от внешних и внутренних факторов риска беременной.

Представлены не все возможные варианты интеграции данных, на практике их намного больше. Но уже представленные примеры анализа показывают практическую значимость интеграции информации из нескольких баз данных, и доказывают необходимость проведения подобных исследований.

Библиографический список

1. Pimentel JC and Menezes AP. Pulmonary and hepatic granulomatous disorders due to the inhalation of cement and mica dusts. *Thorax*. 1978. p. 219-227
2. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементарорганические соединения. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. биол. наук проф. И. Д. Гадаскиной. СПб.: «Химия», 1977. – 608 с.
3. Нефёдова Л.В., Шашель В.А., Нефёдов П.В. О связи хронических болезней органов пищеварения у детей с состоянием окружающей среды района их проживания // *Фундаментальные исследования*. – 2004. – № 3. – С. 110 – 111.
4. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Баргесян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – Минск : ВХВ, 2008. – 384 с.

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

Киселева Т.В., Михайлов В.Г.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк,

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Актуальность проблемы и содержательная постановка задачи. Интенсивное развитие горнодобывающей промышленности определяет высокую техногенную нагрузку на окружающую среду, формируя природоразрушающий ландшафт на значительных площадях области. Нарушение почвенного покрова и рекультивацию земель проводили в основном предприятия угольной промышленности, например, остаточный объем подлежащих рекультивации земель составляет более 1500 га. За период 2010 г. доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам, составила, в среднем, по санитарно-химическим показателям 19,8 %, по микробиологическим показателям 34,1 %. Особой экологической проблемой добывающего и перерабатывающего комплекса Кемеровской области является загрязнение атмосферного воздуха, а нагрузка на единицу площади по выбросам вредных веществ составляет 14,7 т на квадратный километр [3]. В частности, при добыче угля открытым способом основными загрязняющими веществами являются выбросы твердых веществ: пыль неорганическая, угольная пыль, зола углей и углерод (сажа).

При добыче угля открытым способом основными загрязняющими веществами являются выбросы твердых веществ: зола углей, сажа, а также пыль неорганическая и угольная, которые поступают в атмосферный воздух неорганизованно, от буровых, взрывных, погружно-разгрузочных работ, при транспортировании горной массы.

Такая ситуация требует поиска эффективных подходов к адекватной оценке экологического состояния региона с целью выработки рациональных управленческих решений, направленных на снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Методы решения. Для объективной количественной оценки, сравнения, анализа, управления воздействием загрязнителей различной и разнообразной природы в последние десятилетия за рубежом и в России активно развивается методология рисков. Риск воздействия загрязнителя того или иного вида определяется как вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате этого воздействия. Методология анализа рисков позволяет построить «шкалу», при помощи которой, можно проводить оценки и сравнения воздействия на окружающую среду и здоровье человека неблагоприятных факторов [4].

Таким образом, управление безопасностью и риском имеет своей целью установление, поддержание и восстановление научно обоснованного приемлемого уровня эколого-экономического риска при техногенных и природных воздействиях. В соответствии с [1, 5, 7] система управления эколого-экономическими рисками может быть представлена в виде схемы (рисунок 1).

Для идентификации конкретных загрязнителей, являющихся источниками максимального эколого-экономического риска, необходимо определить структуру ущерба, а затем применить статистический метод, который позволит выявить «узкие места» [4].

Существует две основные группы статистических методов: методы статистического наблюдения и методы обработки и анализа статистических данных. Входящие в состав метода статистического наблюдения отчетность, переписи и др. позволяют получить массовые и надёжные материалы о различных социальных или экономических явлениях.



Рисунок 1 – Схема управления эколого-экономическими рисками

В качестве исходной информации использована плата за загрязнение окружающей среды, за природные ресурсы, объём товарной продукции, среднегодовая стоимость основных производственных фондов (ОПФ), в т.ч. природоохранного назначения, себестоимость продукции. На их основе рассчитаны такие показатели как экономический ущерб, ущербоемкость продукции, соотношение экономического ущерба с платой за загрязнение окружающей среды и себестоимостью [9].

Таблица 1– Основные эколого-экономические показатели ООО «Разрез Киселевский»

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Экономический ущерб, млн. руб.	11153,7	24565,4	16031,5
Плата за загрязнение окружающей среды, млн. руб.	2,3	2,7	2,5
Соотношение экономического ущерба и платы за загрязнение, руб. /руб.	4906	9158	6392
Товарная продукция, млн. руб.	1531,1	5486,6	4163,7
Ущербоемкость продукции, руб./руб.	7,28	4,48	3,85
Среднегодовая стоимость ОПФ, млн. руб.	575,2	1049,0	1108,0
Себестоимость продукции, млн.руб.	1182,3	1865,3	2001,6
Соотношение экономического ущерба и себестоимости, руб./руб.	9,43	13,17	8,01

Расчёт был проведён за 2007 – 2009 гг., что позволило сделать вывод о тенденциях, отражающих эколого-экономическое состояние и воздействие предприятия на окружающую среду.

В качестве определяющего показателя используется экономический ущерб, характеризующий стоимостную оценку загрязнения окружающей среды. Эта величина увеличивается с 2007 г. до 2008 г. Ущербоёмкость продукции – соотношение экономического ущерба и товарной продукции – имеет максимальное значение в 2007 г. Соотношение экономического ущерба и платы за загрязнение отражает величину компенсации вредного воздействия и характеризует величину экономического ущерба, приходящуюся на рубль компенсации. Здесь наиболее неблагоприятная ситуация была в 2008 г., когда на рубль компенсации приходилось 9157 руб. экономического ущерба. Вспомогательными показателями могут быть соотношение экономического ущерба с себестоимостью, которое имеет наибольшее значение в 2008 г. – 13,17 руб./руб. Имеющаяся информационная база позволила рассчитать также коэффициент риска (KR), с помощью которого можно сделать вывод о эколого-экономической ситуации на предприятии (таблица 2) [4, 6].

$$KR = \frac{Y}{ВПП}, \quad (1)$$

где Y – ущерб или прогнозируемые потери, связанные с осуществлением предприятием производственно-хозяйственной и финансовой деятельности; ВПП – планируемая валовая прибыль предприятия.

$$KR^{2007} = \frac{11186449,85}{119802000} = 0,093; KR^{2008} = \frac{24590939,55}{1147434000} = 0,021; KR^{2009} = \frac{16052041,87}{58418} = 0,275.$$

Таблица 2 – Области значения коэффициента риска (KR)

	Область значения KR
Безрисковая зона	до 0,1
Зона допустимого риска	0,1 – 0,4
Зона критического риска	0,4 – 1,0
Зона катастрофического риска	свыше 1,0

За анализируемый период коэффициент риска не превышал 0,4, что свидетельствует о допустимом риске, а в 2007 и 2008 гг. не превышал 0,1, что свидетельствует о безрисковой ситуации.

Расчет основных эколого-экономических показателей был также произведен по одному из ведущих угледобывающих предприятий в области организации природоохранной деятельности – ЗАО «Черниговец» (таблица 3).

Приведенные расчетные показатели сопоставимы с результатами, полученными для ООО «Разрез Киселевский». В частности, соотношение экономического ущерба и платы за загрязнение в 2007 г. составляло величину 385,9 руб./руб. Удельный вес ОФПН (основных фондов природоохранного назначения) показывает, прежде всего, уровень технологической оснащенности процесса охраны окружающей среды. Эта величина имеет максимальное значение в 2008 г. (0,14 %).

Приведенные расчёты показывают необходимость интенсификации природоохранной деятельности на предприятиях ООО «Разрез Киселевский» и ЗАО «Черниговец» с учётом всех микро-, макроэкономических и экологических условий с целью снижения эколого-экономических рисков.

Результаты решения поставленной задачи. Анализ и исследование эколого-экономических рисков позволил разработать организационно-экономические и технологические мероприятия, направленные на улучшение неблагоприятной ситуации.

Таблица 3 – Основные эколого-экономические показатели ЗАО «Черниговец»

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Экономический ущерб, млн. руб.	1150,6	1055,7	1114,0
Плата за загрязнение окружающей среды, млн. руб.	2,98	2,98	2,98
Соотношение экономического ущерба и платы за загрязнение, руб./руб.	385,90	354,09	373,63
Товарная продукция, млн. руб.	3836,7	10671,9	7018,6
Ущербоёмкость продукции, руб./руб.	0,30	0,10	0,16
Среднегодовая стоимость ОПФ, млн. руб.	2368,4	2275,6	2947,6
Среднегодовая стоимость ОФПН, млн. руб.	3,2	3,2	3,2
Удельный вес ОФПН в общей величине ОПФ, %	0,133	0,14	0,11
Себестоимость продукции, млн. руб.	2817,4	6205,9	7027,9
Соотношение экономического ущерба и себестоимости, руб./руб.	0,41	0,17	0,16
Прибыль, млн. руб.	1645,3	7451,1	2314,9
Соотношение экономического ущерба и прибыли, руб./руб.	0,70	0,14	0,48

Внедрение системы «залог-возврат». Одним из известных экономических инструментов в охране окружающей среды является залоговая система, или система «залог – возврат», связанная с оплатой дополнительной стоимости товара и позволяющая снизить поступления отходов в окружающую среду, в том числе и токсичных, сберечь значительные средства и ресурсы за счет утилизации, сократить экологические платежи. Планируемый экономический эффект от внедрения данного мероприятия – около 200 тыс. руб. в год.

Внедрение и улучшение системы экологического менеджмента. Система экологического менеджмента связывает процессы, направленные на достижение улучшения, желаемая степень которого определяется самой организацией в зависимости от экономических и других факторов. Центральным документом стандарта считается ISO 14001 – «Спецификации и руководство по использованию систем экологического менеджмента», который устанавливает требования к системе экологического менеджмента, которые позволяют предприятию сформулировать экологическую политику и цели в соответствии с требованиями природоохранительного законодательства своей страны. В стандарте приведены основные термины и определения, изложены рекомендации в области экологической политики, планирования, целей и задач, программы и системы экологического менеджмента. Основным принципом, заложенным в системе экологического менеджмента – постоянное последовательное улучшение.

Экологическое страхование (при усовершенствовании современной нормативно-правовой базы).

Ускоренная рекультивация нарушенных земель. Здесь предлагаются различные варианты рекультивации [2]:

1. Разравнивание площадки и удаление крупных кусков и глыб, что приводит к естественному зарастанию поверхности.

2. Нанесение на выровненную поверхность отвала плодородного слоя: навоз, торф, суглинки, глина.

3. Организация дробильного хозяйства вместо разравнивания поверхности в случае крепкой каменистой массы породы, на которой нормальный рост трав и березового кустарника невозможен.

4. Углекислотное воздействие. Предлагается создание почвенного субстрата на основе золы уноса и бурого угля.

5. Использование комплекса биологических препаратов на основе отселектированных штаммов почвенных микроорганизмов, что способствует:

- активации почвенной микрофлоры.
- улучшению азотного, фосфорного и калийного питания растений.
- обеспечению быстрого роста и развития растений, создания благоприятных условий для образования прочной дернины (корневая система развита до глубины 18-20 см) и для формирования гумуса в техногенном субстрате.
- влиянию на формирование биомассы растений, рост листьев и мезоструктуру листа, а также на синтез хлорофилла и интенсивность фотосинтеза.

Внедрение технологии очистки диэлектрических жидкостей. Очистка масел, топлив и жидкостей для гидросистем проводится различными методами. В настоящее время находят все более широкое применение методы удаления частиц загрязнений из рабочей среды с помощью силового поля, в частности, электрического, которые хорошо себя зарекомендовали. Принцип действия – взаимодействие полей, которыми обладают частицы загрязнений, и электростатического поля сложной конфигурации, созданного в системе фокусирующих электродов. В результате воздействия внешнего электростатического поля на поле частиц загрязнения возникают комплексы сил, под воздействиями которых частицы загрязнения удаляются из потока жидкости в специальные ячейки – накопители загрязнений.

Внедрение технологии «МИКРОНИНТЕР» позволит снизить уровень загрязненности дизельного топлива, с которым, согласно данным зарубежных специалистов, напрямую связан срок службы двигателя. Мероприятие позволит получить экономический эффект более 300 тыс. руб. Кроме того, более чем на 5 % снижается расход топлива двигателей за счет повышенного качества модифицированного топлива, имеющего более высокую теплотворную способность, благодаря наличию в нем масла.

Внедрение оборудования по переработке отработанных автомобильных шин. В связи с ограниченным количеством специализированных организаций, имеющих лицензию на переработку резинотехнических изделий и при наличии большой потребности в данной услуге, размер платы за сдачу отработанных шин на переработку отработанных шин колеблется от 700 до 3500 руб. за 1 тонну и зависит, в том числе, от типоразмера отработанных шин. Во все организации доставка шин на переработку должна осуществляться собственными силами предприятия. Для транспортировки шин большого типоразмера необходим длинномер, в который из-за больших габаритов можно уложить не более 4 шин и их транспортировка осуществляется при наличии лицензии на транспортировку опасных грузов.

Один из видов переработки автопокрышек является механическое измельчение шин при нормальных температурах. Переработка целых шин при положительных температурах осуществляется на оборудовании с высокоизносостойкими режущими элементами и многостадийной очисткой резиновой крошки от металла и текстильного корда. Однако в целом расчеты и опыт эксплуатации различных типов оборудования показывают, что измельчение при положительных температурах является менее энергоемким процессом по сравнению с альтернативными методами.

Технология переработки автопокрышек включает следующие процессы:

- предварительное дробление (разрезание) шин на фрагменты, которому иногда предшествует вырезание бортовых колец. В некоторых случаях шину разрезают вместе с кольцами (используют шредеры, ножевые или фрезерные дробилки);
- отслоение корда от резины и сепарация смеси по материалам (используют молотковые или валковые дробилки, а также сепараторы);
- тонкое измельчение резины (используют мельницы тонкого помола).

В состав технологической линии, работающей по такой классической схеме, входит следующее основное оборудование: ножевая валковая дробилка, двухвалковая ножевая дробилка, ударно-роторный дезинтегратор, сепаратор магнитный, вибросито, вальцы дробильные и машина получения регенерата.

Номенклатура оборудования данной технологии позволяет комплектовать линии различной производительности. Основным продуктом переработки автопокрышек является резиновая крошка фракций 2 – 5 мм. При получении фракций более тонкого помола резко

увеличивается удельное энергопотребление на тонну конечной продукции. Планируемый экономический эффект – более 9 млн. руб. в год.

Данные мероприятия позволят снизить эколого-экономические риски предприятия и улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Библиографический список

1. Михайлов, В.Г. Управление эколого-экономическими рисками на ОАО «Кокс» [Текст] / В.Г. Михайлов, Т.В. Киселева, Г.С. Михайлов // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве (AS-2009). Труды VII Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – С. 433 – 438.
2. Кондратенко, Ю.А. Варианты рекультивации нарушенных земель [Текст] / Ю.А. Кондратенко, Х.А. Исхаков, Е.Л. Счастливцев // Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности. Сборник трудов VII международной научно-практической конференции. – Кемерово: ИУУ СО РАН, 2009. – С. 88 – 89.
3. Материалы к государственному докладу «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2010 году» [Электронный ресурс]. - Кемерово: ГУ «Областной комитет природных ресурсов», 2011.
4. Михайлов, В.Г. Оценка экологического состояния угледобывающего региона на основе расчета эколого-экономических рисков [Текст] / В.Г. Михайлов, А.Г. Коряков, Г.С. Михайлов // Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности. Сборник трудов VII международной научно-практической конференции. – Кемерово: ИУУ СО РАН, 2009. – С. 243 – 245.
5. Тихомиров, Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: Учебное пособие для вузов [Текст] / Н.П. Тихомиров, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
6. Оценка риска – необходимый фактор безопасного развития общества [Текст] / Н. М. Чернавская [и др.] // ВИНТИ. Экономика природопользования. – 2008. – № 5. – С. 71 – 81.
7. Башкин, В.Н. Экологические риски: расчёт, управление, страхование: Учебное пособие [Текст] / В.Н. Башкин. – М.: Высшая школа, 2007. – 360 с.
8. Березнев С.В. Идентификация эколого-экономических рисков в процессе мониторинга угледобывающих предприятий [Текст] / С.В. Березнев, Э.Л. Лангольф, В.Г. Михайлов // Сборник научных трудов «Кузбасс-1». Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня, 2009, № ОВ7, Москва: Горная книга. – С. 81 – 84.
9. Михайлов В.Г. Оценка эколого-экономической устойчивости предприятия / В.Г. Михайлов // Материалы II Международной научно-практической конференции «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона», Омск: ОмГПУ, 2008. – С. 276 – 279.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО МЕТОДОВ РАСЧЁТА ВЕРОЯТНОСТИ ПРОГНОЗА В МНОГОВАРИАНТНОМ ПРОГНОЗАТОРЕ

Дружилов А.С., Киселёва Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На сегодняшний день крайне актуальной задачей при прогнозировании временных рядов данных является анализ вероятности полученного прогноза, будь то прогноз погоды или прогноз температуры в доменной печи. В любой человеко-машинной системе, где человек является лицом, принимающим решения на основе каких-либо прогнозов, требуется не только знать, в какой мере был адекватен прогноз на предыдущих итерациях, но и с ка-

кой вероятностью он оправдывается в будущем. Особенно важно это при использовании различных алгоритмов прогнозирования, прогнозы которых расходятся.

Целью данной работы является сравнение классического подхода к расчёту вероятности прогноза от нескольких независимых прогнозаторов с нейросетевым в условиях анализа нестационарных временных рядов данных.

Расчёт вероятности прогноза особенно актуален при многокритериальном анализе данных с использованием многовариантного или многоструктурного подхода [1]. В таком случае обычно используются несколько различных прогнозаторов, которые по-разному соответствуют изучаемой системе, а значит, имеют различную точность.

Одной из наших задач, является улучшение существующего многокритериального метода прогнозирования путём добавления блоков параметрической адаптации прогнозаторов, блоков предварительной обработки входных данных, блоков ранжирования предоставленных вариантов прогноза и комбинирования прогнозных оценок. В таких комплексных прогнозирующих структурах большую роль играет предоставление информации человеку. Несколько ранжированных прогнозов с расчетными вероятностями – более информативны для специалиста, обрабатывающего прогнозную информацию. Имея такие данные, человек может самостоятельно определять, какие прогнозаторы лучше использовать для его данных, а какие не соответствуют изучаемой модели и их нужно исключить. Человек может сам производить отбор прогнозаторов, пытаясь обоснованно увеличить точность прогноза.

Рассмотрим многовариантный метод прогнозирования. Принцип его работы представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Принцип работы многовариантного метода прогнозирования

Из рисунка 1 видно, что результирующий прогноз рассчитывается на основе прогнозов различных прогнозаторов, объединённых при помощи весовых коэффициентов.

Как показано в [2] многовариантный подход даёт прирост точности результирующего прогноза, за счёт того, что ослабляются весовые коэффициенты для неточных методов прогнозирования и повышаются для точных.

При анализе вероятностей будем исходить из того, что погрешность прогноза имеет случайный характер и подчиняется равномерному закону распределения вероятностей (согласно [3] это допущение правомерно при исследовании для большинства нестационарных временных рядов данных). Примем такую предпосылку в качестве обобщающего допуще-

ния. В действительности, конечно, ошибка может подчиняться любому закону распределения вероятностей, но это отдельные случаи, которые выходят за рамки данной статьи.

При сделанном выше допущении, можем применить классический подход к определению вероятности попадания случайной величины (отклонения прогноза от действительного значения ряда данных) в интервал, обусловленный нормальным законом распределения. Формула расчета вероятностей представлена ниже:

$$P_i > \frac{\delta^2}{(x_i - \hat{x}_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i))^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i))^2}{n \cdot (x_i - \hat{x}_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i))^2}, \quad (1)$$

где δ - среднеквадратическое отклонение ряда данных $x_i - \hat{x}_i$; x_i - значение прогнозируемого ряда данных в i -й точке; \hat{x}_i - значение прогноза в i -й точке; n - количество точек в исследуемом ряду данных.

Формула (1) исходит из неравенства Чебышева, которое гласит, что случайная величина удаляется от её математического ожидания на более чем k стандартных отклонений с вероятностью менее $1/k^2$ [4]. Результатом этой формулы является не точная вероятность, а нижняя её граница, но, тем не менее, для прогнозирования она очень показательна и её вполне можно использовать для последующих вычислений, анализа или представления человеку для отчётности.

Используя формулу (1) мы можем рассчитать вероятности как для прогноза каждого прогнозатора в отдельности, так и для результирующего прогноза, сделанного многовариантным прогнозатором. Вероятности прогноза каждого прогнозатора мы можем так же использовать для расчёта весовых коэффициентов (а именно как эквиваленты тех коэффициентов, при помощи которых ведётся расчёт результирующего прогноза многовариантного прогнозатора).

Предположим, что имеются k различных прогнозаторов, каждый из которых даёт прогнозные данные в каждой точке исследуемого ряда данных. В таком случае их прогнозы будут $\hat{x}_{i,k}$, а вероятность правильности каждого прогноза будет рассчитываться из формулы (1) и представлять значения $P_{i,k}(\hat{x}_{i,k})$. Так как вероятности изменяются в пределах $[0; 1]$, то мы можем использовать сами вероятности в качестве весовых коэффициентов для многовариантного прогнозатора. В итоге весовые коэффициенты будут рассчитываться по формуле (2):

$$K_{i,k} = \frac{P_{i,k}(\hat{x}_{i,k})}{\sum_{j=1}^N P_{i,j}(\hat{x}_{i,j})}, \quad (2)$$

где k - порядковый номер прогнозатора;

N - общее количество используемых прогнозаторов.

Сам же результирующий прогноз будет рассчитываться по формуле (3):

$$\hat{x}_i = \sum_{j=1}^N K_{i,j} \times \hat{x}_{i,j}. \quad (3)$$

Исследуем эффективность расчёта весовых коэффициентов на основе вероятностей для получения итогового прогноза при помощи многовариантного прогнозатора. В качестве исследуемого ряда данных принимаем количество детских заболеваний, зафиксированных за лето 2011 года в городе Новокузнецке (по дням). Сам график заболеваемости приведён на рисунке 2 в относительных единицах.

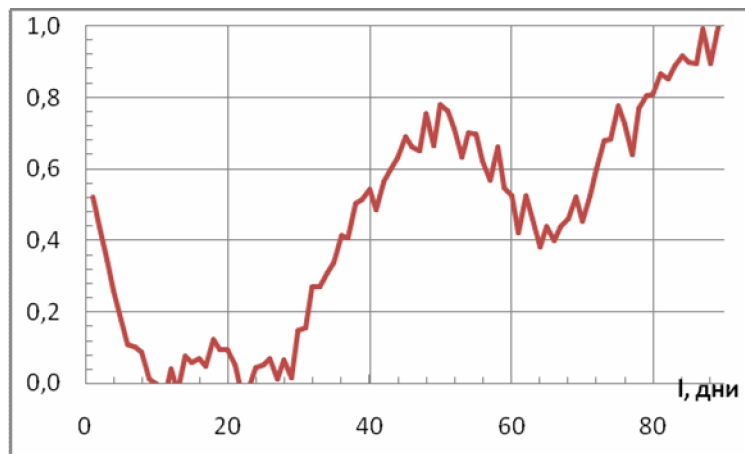


Рисунок 2 – График детской заболеваемости в г. Новокузнецке за период июнь-август 2011 г.

На рисунке 2 количество заболевших нормировано, так как для нейросетевых прогнозаторов используются именно нормированные данные.

В многовариантном методе используем классические и нейросетевые методы прогнозирования. В качестве классических методов используем метод Холта и Бокса-Дженкинса, а в качестве нейросетевых – многослойный персептрон и радиальную нейронную сеть.

Входными значениями нейронных сетей будут значения исходного ряда, взятые с задержкой для каждого входа (т.е. $x_{i-k} \dots x_i$, где k – число входов нейронной сети). Первоначально будем проводить обучение нейросетей на действительные значения исследуемого ряда данных. По окончании обучения нейронные сети будут сохранять своё состояние, но в соответствии с многовариантным методом, будут меняться весовые коэффициенты их прогнозов.

Результаты прогнозирования с использованием многовариантного прогнозатора приведены на рисунке 3.

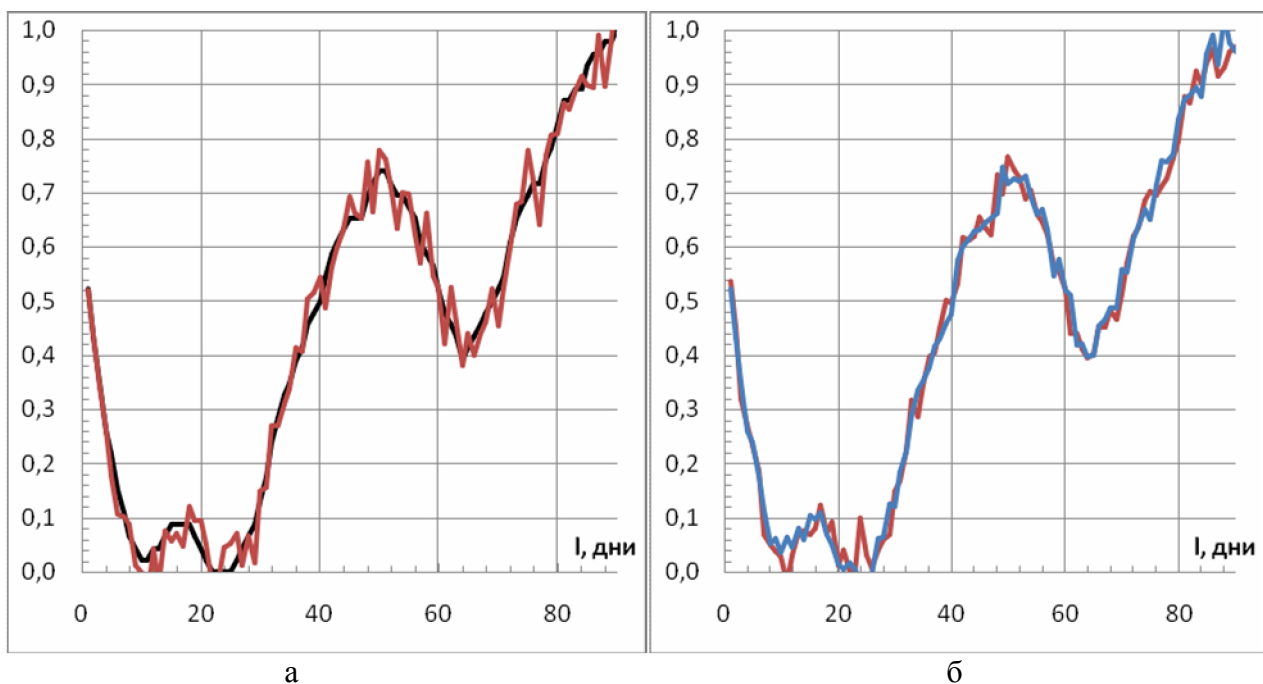


Рисунок 3 – Результаты прогнозирования многовариантным прогнозатором с использованием вероятностей (а) и без использования (б)

Из рисунка 3 видно, что использование вероятностей прогнозов в качестве весовых коэффициентов для многовариантного прогнозатора существенно не изменило качество прогноза. Среднеквадратическое отклонение (СКО) в варианте (а) отличается от СКО варианта (б) на 5,3 %.

Нами предлагается так же и нейросетевой способ расчета вероятности прогноза, который базируется на стремлении нейронной сети максимизировать вероятность полученного прогноза. Для максимизации вероятностей будем использовать принцип обратной связи, классически используемый в подобных задачах. Как и в общем случае использования многовариантного прогнозатора будем получать весовые коэффициенты для каждого прогноза, но получать их будем при помощи нейронной сети.

Использование нейросетевых алгоритмов обусловлено их устойчивостью к всплескам (нестационарные временные ряды отличаются частыми колебаниями и шумами) и способностью адаптироваться. Но так как в общем случае прогнозируемые ряды данных имеют высокую сложность, то нейронная сеть должна иметь адекватное количество нейронов. Это является наибольшим ограничением использования нейронных сетей, ведь для обучения сети требуется большой массив накопленных измерений.

Оговорив основные ограничения, можем использовать нейронную сеть для использования её в качестве механизма, определяющего весовые коэффициенты прогнозов в многовариантном прогнозаторе. Для этих целей наиболее подходит регрессивная нейронная сеть Джордана [5]. Нейронная сеть Джордана - один из видов рекуррентной сети, которая получается из многослойного перцептрона введением обратных связей. Обратные связи подают сигналы с задержкой в один или несколько тактов. Структурная схема нейронной сети Джордана представлена на рисунке 4.

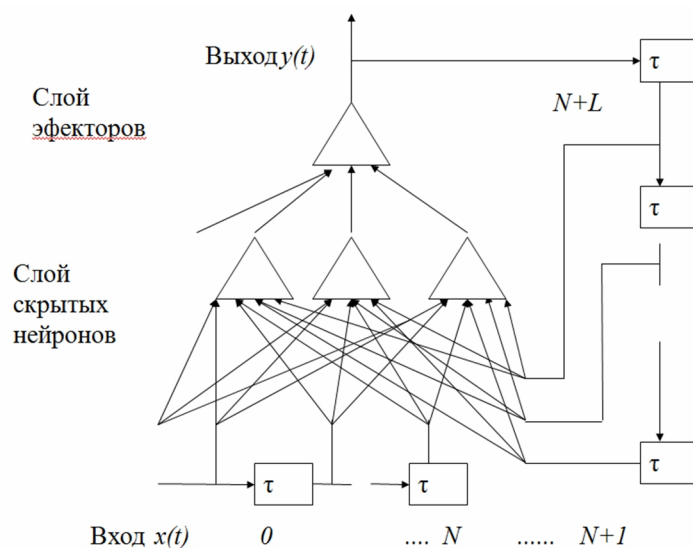


Рисунок 4 – Структурная схема нейронной сети Джордана

Обратные связи позволяют нейронной сети Джордана подстраиваться под заданное выходное значение даже после обучения. Т.е. осуществляется обратная связь, и даже слежение за некоторой величиной (она может быть получена как с выходного слоя нейронов, так и быть вычисленным на основании их сигналов).

Подавая на входы нейронной сети значения вероятностей, вычисленных по формуле (1), мы замыкаем обратную связь и заставляем сеть при помощи алгоритма Левенберга-Маквардта подбирать коэффициенты для многовариантного прогнозатора. График результирующего прогноза приведён на рисунке 5:

Сравним прогноз, сделанный с использованием нейронной сети Джордана в качестве

звена расчёта весовых коэффициентов (рисунок 5), и прогноз на основе многовариантного прогнозатора с классическим расчётом вероятностей (рисунок 3). Нейронная сеть Джордана показала лучшие результаты по сравнению с вероятностным расчётом весовых коэффициентов, так как обладает значительными сглаживающими свойствами, а так же способностью при зашумлённых данных подстраиваться под тренд (благодаря обратным связям) [6].

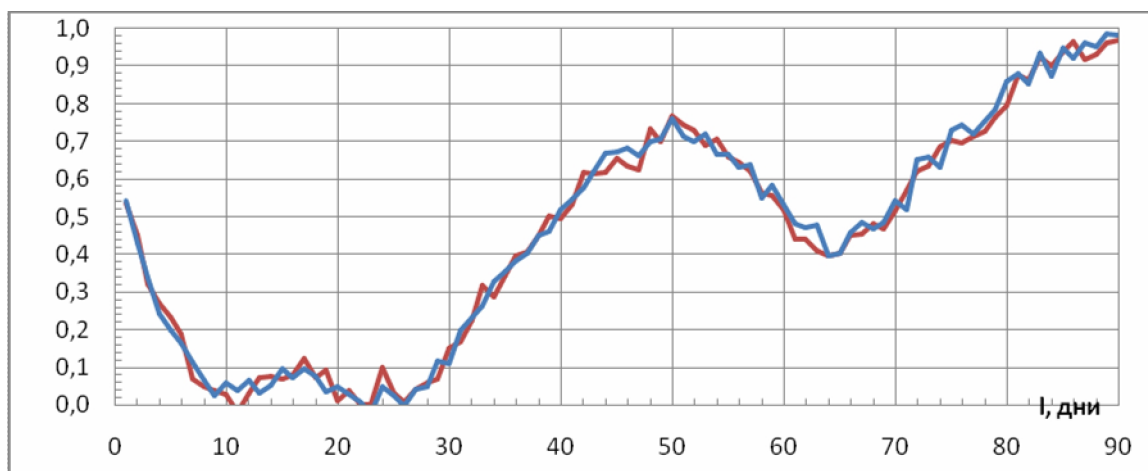


Рисунок 5 – Исходный ряд данных и прогноз, полученный многовариантным прогнозатором с нейронной сетью Джордана

Итоговый график с расчётными вероятностями правильности прогноза приведён на рисунке 6.

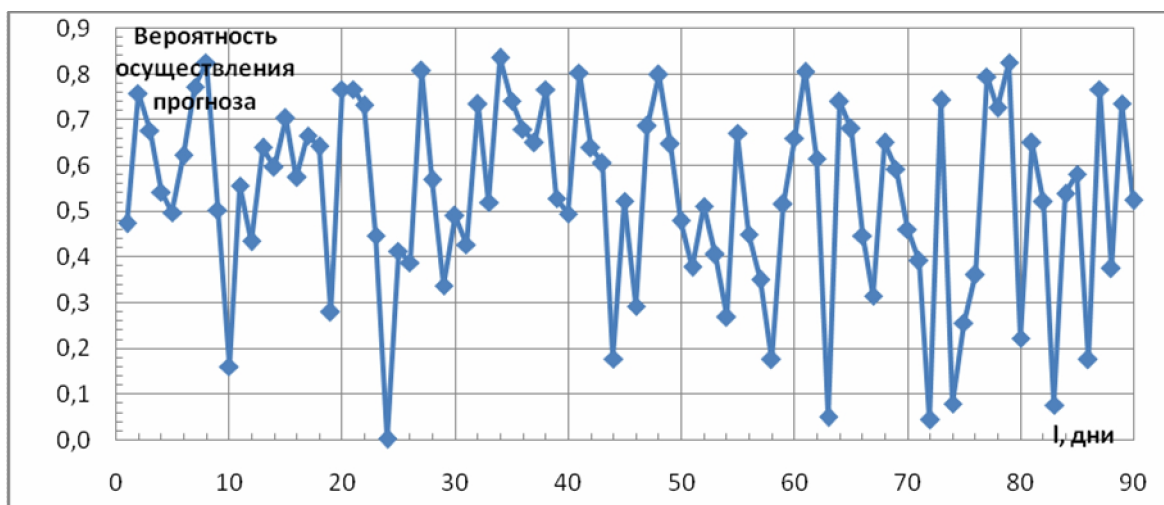


Рисунок 6 – График вероятностей прогноза

Рисунок 6 показывает минимальное значение вероятности прогноза. Заметим, что этот график логически совпадает с графиком прогноза на рисунке 5 (при больших предсказанных вероятностях повышается и точность прогноза в данной точке). В случае использования расчётных вероятностей прогноза в качестве дополнительных данных при расчёте коэффициентов многовариантного прогнозатора, они способны повысить точность прогноза (но не значительно). Но наибольшую важность вероятности придаёт наглядность данного графика, которая может служить основанием для предоставления его человеку.

Библиографический список

1. Бондарь Н.Ф., Авдеев В.П., Кулаков С.М. Многовариантное прогнозирование расчетных показателей. Новокузнецк: СибГИУ, 1998. – 239 с.
2. Авдеев В.П., Кустов Б.А., Мышляев Л.П. Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой. – Новокузнецк: КузбассФИАР, 1992. 188 с.
3. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Анализ нестационарных временных рядов. – М.: Наука, 2007. – 243 с.
4. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа - изд. четвертое, переработанное. - М.: Наука, 1976. – 544 с.
5. Лифшиц В.Б., Булдакова Т.И., Колентьев С.В. Статистический и нейросетевой методы идентификации и прогнозирования в медицине. // Информационные технологии. – 2004. – № 3. – С. 60 – 63.
6. Минаев Ю.Н., Филимонова О.Ю., Лиес Б.Э. Методы и алгоритмы идентификации и прогнозирования в условиях неопределенности в нейросетевом логическом базисе. М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 205 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ ИНТЕРНЕТ

Попова З.И.

*Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса
г. Шахты*

Аудитория Интернета с каждым годом растет. Люди все чаще получают новости через Интернет, а не через газеты или телевидение. По данным поисковой системе «Рамблер», среднесуточная аудитория информационно-новостных сайтов в феврале текущего года составила примерно 7,13 млн. человек, что на 18 % больше чем январе 2010 г. И на 32,5 % больше чем в феврале 2009 г. А значит, это может привести к исчезновению газетного – принта. Крупные российские издательские дома, уже старается занять свою нишу в Интернет-пространстве, создавая крупные Интернет проекты. Журналисты, которые отвечают за эксклюзивную информацию, публикуют свою информацию на страницах сайта. Но не всегда их тексты отвечают поисковому интересу пользователей Интернет ресурса. Редакторы сайта, озабочены, чтобы их сайт был проранжирован поисковой системой, и ведут работы, чтобы обогнать в топе информационно-новостные сайты конкурентов.

В свою очередь поисковые системы хотят завоевать интерес пользователей и отвечать их запросам. Сегодня сложно придумать запрос, по которому бы поисковая система нашла меньше десятка страниц, а если это популярный запрос, то находятся миллионы страниц. Интернет развивается с высокой скоростью, поэтому страниц с каждым днём становится всё больше и больше. Поисковые системы Интернет постоянно ищут и развивают методы, позволяющие имитировать внутренние процессы мышления человека. Например, для человека не составит труда, при условии, что он располагает точной информацией, ответить на вопросы: «Сколько голов забил Вечаслав Фитисов?» «Кто был министром обороны в 2000?» В лучшем случае поисковая система выведет список информационных ресурсов, где в тексте встречаются эти слова, но не ответит на конкретно поставленные вопросы. Разработчики пытаются наградить СП интернете искусственным интеллектом, и озабочены вопросом – может ли ПС «думать»?

Термин «искусственный интеллект» впервые был введен в научную практику летом 1956 года, когда в г. Дартмусе (США) по инициативе известного американского специалиста по теории и практике ЭВМ Джона Маккартни, на конференции – Dartmouth Summer Research Project on Artificial intelligence. Участники конференции в г. Дартмусе в 1956 г. не могли обойти вниманием одну статью, изданную в 1950 г., видного английского математика

Алана Тьюринга «Computing machinery and intelligence». Автор статьи А. Тьюринг продемонстрировал свой знаменитый тест, согласно которому компьютер показывает интеллектуальное поведение. В этом тесте принимают участие эксперт и испытуемые: человек и компьютер который действует как человек.

В качестве определения искусственного интеллекта, как правило, формулируется основная цель исследований – создание искусственных интеллектуальных систем, способных выполнять не хуже человека ту работу, которую люди традиционно относят к сфере интеллектуального труда.

Говоря о поисковых системах в Интернете, методы искусственного интеллекта предполагают найденные страницы так, что бы релевантные, то есть наиболее подходящие пользователю страницы находились сверху. Упорядочивание всех результатов поиска в соответствии с запросами называется ранжированием. Ранжирование определяет качество поиска – качество ответа на вопрос, который задаётся в поиске. Создание искусственного интеллекта не привело к тому, что бы предусматривать каждый запрос, и получать лучший ответ. Например, у поисковой системы Яндекс, более 1 миллиона поисковых запросов в день, половина из них уникальных. Именно поэтому, задачи искусственного интеллекта – самостоятельно принимать решения и обучаться.

Проблема искусственного интеллекта заключается в том, что без машинного общения, сложно распознать речь или рукописный текст. Сам термин «Машинное обучение», 50х годах. Термин Машинное обучение (англ. Machine Learning) означает обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении закономерностей в эмпирических данных. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

Машинное обучение находится на пересечении математической статистики, методов оптимизации и дискретной математики, но имеет также и собственную специфику, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения. Многие методы обучения разрабатывались как замена классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации, интеллектуальным анализом данных (Data Mining).

Системы искусственного интеллекта должна научиться строить правило, которое бы определяло, какая страница является хорошим ответом, а какая – плохим. Для этого поисковая система гугл, Яндекс, анализирует свойства поисковых запросов и веб-страниц.

Каждая страница имеет свои признаки, статистические и динамические. Те свойства страницы и запроса, которые можно измерить числами и они важны для ранжирования, называются факторами ранжирования. Поисковая машина имеет уникальную систему, все применяемые методы – являются коммерческой тайной, но, как правило между ними много схожего. Упрощенный алгоритм работы поисковой машины приведен на рисунке 1.

Выделяют 5 наиболее важных программных компонентов поисковой системы:

– Система выдачи поисковых результатов это такая система, которая сама извлекает результаты поиска из базы данных.

– Паук или спайдер это программа которая работает с веб-сайтами. Работа этой программы состоит в том чтобы сканировать веб-страницы.

– Краулер это программа, которая путешествует по всем ссылкам, она ищет новые страницы и определяет, как должен поступить паук, идти по этим ссылкам или нет.

– Индексатор это программа, которая анализирует страницу и делит ее на отдельные компоненты, разбирая их составляющие.

– База данных является самым главным элементом поисковой машины. База данных это хранилище всех данных, которые находят и анализируют предшествующие программы.



Рисунок 1 – Упрощенный алгоритм поисковой системы

Однако переобучение является одной из важных проблем машинного обучения. Переобучившаяся машина похожа на студента, который перезанимался. Он не ясно высказывает свои мысли и пытается объяснить простое событие сложными моделями. На практике это выглядит следующим образом, когда компьютер оперирует большим количеством, а размер обучающей выборки мал, машина начинает искать и находить несуществующие закономерности.

Библиографический список

1. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989.
2. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. – М.: Наука, 1979.
3. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: Фазис, 2006.
4. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999.
5. Калинина А.Э. Интернет-бизнес и электронная коммерция: Учебное пособие. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004. – 148 с.

ОСЦИЛЛЯЦИИ В МОДЕЛЯХ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ И ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Цымбал В.П., Шуваригов Д.П., Шендриков А.Е.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Представленная статья является продолжением и попыткой конкретизации рассмотренной ранее обобщенной модели распределенной системы с химическими реакциями и флуктуациями [1].

Планируя уделить внимание математическим моделям осциллирующего поведения, начнем с моделей, которые могут претендовать на роль обобщенных или в какой-то степени типовых [2]. Естественно, при этом нас, прежде всего, интересуют химические реакции.

Начнем с классической двухстадийной реакции с двумя промежуточными продуктами типа

$$\frac{dx}{dt} = f_x(x, y); \frac{dy}{dt} = f_y(x, y) \quad (1)$$

и в качестве первого примера незатухающих колебаний рассмотрим модель Лотка-Вольтера [2]. Кинетические уравнения этой системы реакций имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} &= k_1 C_A C_1 - k_2 C_1 C_2, \\ \frac{dC_2}{dt} &= k_2 C_1 C_2 - k_3 C_2. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь концентрация исходного вещества C_A поддерживается постоянной за счет необходимого притока (контроля над притоком) этого вещества, а C_1 и C_2 концентрации промежуточных продуктов.

В безразмерных переменных

$$X_1 = \frac{C_1 k_2}{k_3}, X_2 = \frac{C_2 k_2}{C_A k_1}, A = \frac{k_1 C_A}{k_3}, \tau = k_3 t \quad (3)$$

получаем классическую систему уравнений Лотка

$$\begin{aligned} \frac{dX_1}{dt} &= AX_1 - AX_1 X_2, \\ \frac{dX_2}{dt} &= X_1 X_2 - X_2. \end{aligned} \quad (4)$$

В этой модели интеграл движения тесно связан с избыточной энтропией

$$g^2 S = -\frac{1}{T} \int dV \sum_{ij} \left(\frac{\delta \mu_i}{\delta \rho_j} \right) \delta \rho_i \cdot \delta \rho_j \leq 0 \quad (5)$$

вычисленной [2] вблизи стандартных состояний.

В этом случае для идеальной смеси термодинамические производные дают

$$\frac{1}{2} \delta^2 S = -k_B \left[\frac{(\delta X)^2}{2X_0} + \frac{(\delta Y)^2}{2Y_0} \right] = \frac{K_B}{k_2} (\nu_0 - \nu). \quad (6)$$

Возникновение незатухающих колебаний в этой модели является следствием полностью необратимых реакций.

Для модели Лотка-Вольтера доказана теорема, утверждающая, что энтропия колебательного движения меньше энтропии среднетраекторного движения $S < S(X_0, Y_0) = S_0$. Из этого следует важный вывод, что нарушение симметрии (смещение от стандартного состояния) порождает упорядоченность и, следовательно, снижает энтропию системы. И наоборот – *стабилизирующее регулирование повышает энтропию.*

Большинство явлений самоорганизации, в том числе образование пространственно-временных диссипативных структур, можно рассматривать как результат сопряжения между нелинейными осцилляторами. При выполнении определенных условий такое сопряжение, обусловленное диффузией или круговой подчиненностью более медленному параметру

порядка, может привести к синхронизации различных осцилляторов с поддержанием постоянных разностей фаз между ними даже в том случае, когда собственные периоды отдельных осцилляторов различны.

Можно выделить три сильно отличающихся вида сопряжения:

1. Сопряжение за счет диффузии или других пассивных форм обмена веществом.

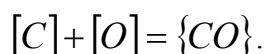
2. Химическое сопряжение

3. Сопряжение между отдельными осцилляторами и внешним полем, зависящим от времени.

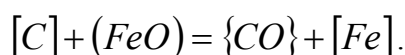
Остановимся теперь на механизме зарождения колебаний при обмене диссипативной структуры со средой. Рассмотрим механизм зарождения элементарных осцилляторов, которые затем под влиянием принципа подчинения, т.е. под воздействием какого-то внутреннего управляющего параметра, могут объединиться и привести к изменению структур в среде.

Проще всего механизм зарождения колебательности объяснить на примере элементарных диссипативных элементов, локализованных в пространстве, то есть имеющих определенное пространственное распределение, а в случае гетерогенных химических процессов, имеющих также границы или поверхности переноса вещества, например, доставки и отвода реагентов.

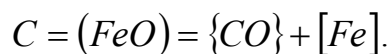
В частности, в металлургии примерами гетерогенных химических реакций являются процессы окисления углерода, растворенного в металле, на поверхности поднимающихся пузырьков CO (рисунок 1, а)



Окисление углерода из корольков металла, зависающих в шлаке (рисунок 1, б)



Окисление частичек твердого углерода, окруженных оксидами железа в шлаке, и одновременно восстановление железа из оксида (рис. 1в)



На рисунке 1, а изображена упрощенная схема гетерогенной реакции окисления углерода на границе металл-пузырек. Эту гетерогенную реакцию можно представить состоящей из следующих стадий: доставка кислорода и углерода из объема поверхности пузырька, адсорбция на поверхности, затем элементарный акт химической реакции, десорбция с поверхности внутрь пузырька и, наконец, отвод продукта реакции CO от поверхности внутрь пузырька.

Теперь у нас имеется вся необходимая информация для того, чтобы представить себе, как зарождается на этом пузырьке элементарный осциллятор. Для того чтобы произошел элементарный акт химической реакции, на поверхность пузырька должно быть доставлено из объема и адсорбироваться определенное количество молекул, ионов или атомов углерода и кислорода, необходимых для преодоления потенциального барьера. Представим, что такое количество молекул собралось, и акт химической реакции состоялся. Естественно, на определенное время объем металла, непосредственно прилегающий к пузырьку, объединился и, если даже имеются условия для двух следующих стадий, т.е. десорбции и отвода продукта реакции, необходимо определенное время, чтобы в обедненный около поверхности пузырька объем из окружающей среды продиффундировало достаточное количество атомов углерода и кислорода. В этот промежуток времени реакция должна замедлиться или прекратиться, и лишь после накопления на поверхности пузырька новой порции атомов может произойти новый акт химической реакции. Этот процесс может также тормозиться стадиями отвода продуктов реакции, поскольку они связаны с парциальным давлением CO внутри пузырька, которое уравнивается с одной стороны парциальным давлением ре-

акции, с другой стороны силами поверхностного натяжения и гидростатического давления, по следующему соотношению:

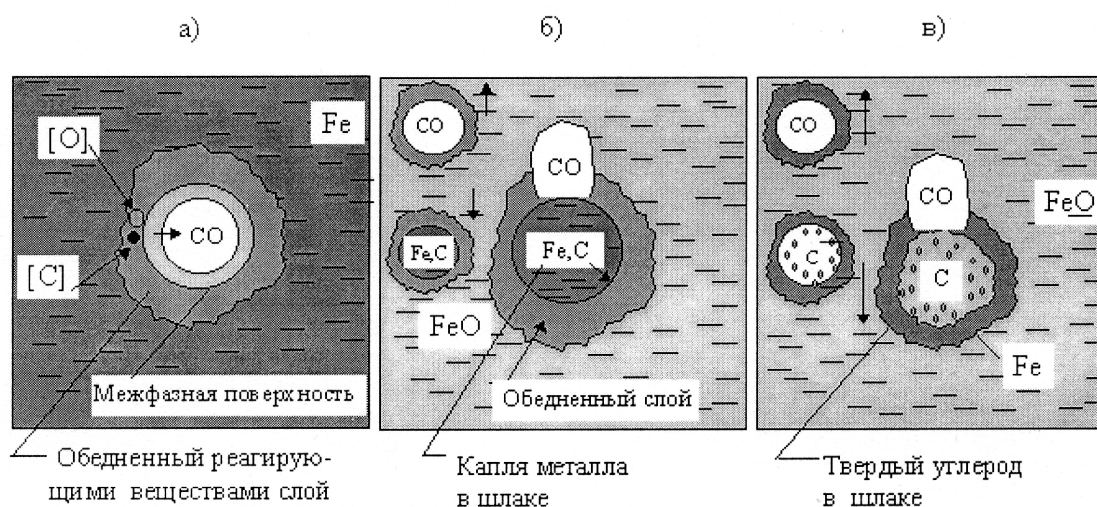


Рисунок 1 – Примеры элементарных осцилляторов в сталеплавильных процессах

$$Pa = Na + N_M + N_{ш} + \sigma_p$$

Близкие к описанному механизмы осцилляций можно представить и на основе процессов, изображенных на рисунке 1, б, в. Эти процессы к тому же осложнены механизмом «витания» частиц – периодического всплывания их за счет прикрепления к пузырьку и опускания при отрыве от пузырька.

Выяснив природу зарождения колебаний для локальных осцилляторов, попытаемся теперь рассмотреть, как же ведут себя ансамбли осцилляторов, то есть каким образом возникает их согласованное, кооперативное поведение, которое и является движущей силой самоорганизации в процессе перехода от хаоса к порядку.

Изучение макро- и микроциклов, их соотношений и взаимодействий в зависимости от частоты и мощности потока подводимой может оказаться очень плодотворным при раскрытии механизма перехода от хаоса к порядку и наоборот. Важнейшую роль при этом играет синхронизация и десинхронизация периодов и фаз цикличности связанных и несвязанных осцилляторов, что в свою очередь зависит от силы связи между осцилляторами (такую роль может играть, например, диффузия), их собственных частот и частоты совместных колебаний.

Резонанс в системе осцилляторов зависит от отношения частоты к величине подводимой энергии $d\omega/dE$. Чем больше эта величина, тем меньше инерция, тем быстрее система входит в резонанс. Если связь между осцилляторами сильная, а подводимая энергия мала, то может произойти синхронизация колебаний. И, наоборот, при слабой связи между осцилляторами и большом потоке энергии извне может начаться миграция частот, несинхронизация фаз и переход таким образом к хаосу. Следовательно, можно определенным образом воздействовать на процесс самоорганизации, изменяя силу связи между осцилляторами (управляющий параметр, реализующий принцип подчинения) или величину потока подводимой энергии.

После того как мы проанализировали механизмы функционирования осцилляторов и их ансамблей логично рассмотреть, как реализуются эти механизмы в конкретных технологических процессах, например, в подовом сталеплавильном агрегате.

Рассмотрим ниже модель гетерогенного процесса обезуглероживания жидкой стали в системе газ-шлак-металл, в которой сочетаются положительная и отрицательные об-

ратные связи, а также инерционность переноса компонентов. Первые из этих моделей были опубликованы нами еще в 1962 [3, 4], но в то время роль внутренних обратных связей и вытекающая отсюда возможность самораскипания ванны еще не были достаточно четко осмыслены, а направление, связанное с теорией самоорганизации еще не сформировалось. Это понимание пришло позже [5, 6]. Ниже рассмотрен несколько упрощенный, но в то же время достаточно наглядный вариант одной из этих моделей, который, как мы убедимся, имеет структуру уравнений весьма сходную с рассмотренными ранее постановками общего плана [1]. Внутренний механизм процесса представлен на рисунке 2 и в упрощенном виде выглядит следующим образом:

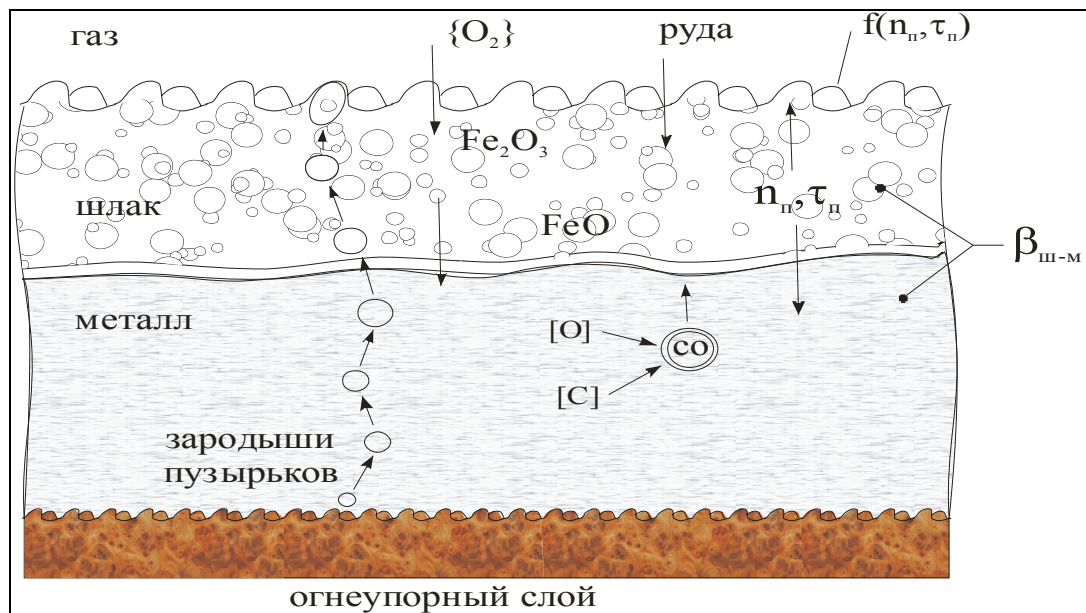
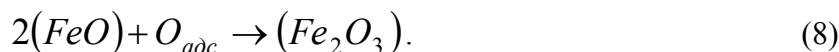


Рисунок 2 – Схема механизма обезуглероживания в сталеплавильных агрегатах

Газообразный кислород адсорбируется на верхней поверхности шлака

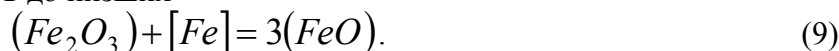


и в пограничном слое газ-шлак окисляет низшие оксиды железа до высших, например, по реакции



Эта стадия представляет достаточно большое сопротивление для переноса кислорода в металл и следовательно сопровождается значительным градиентом концентраций. Вторым источником поступлений оксидов железа в шлак, а затем в металл являются присадки руды или агломерата или интенсивная продувка кислородом с высоко поднятой фурмой. Поступление кислорода из этого источника осуществляется с некоторым запаздыванием, при этом за короткое время происходит как бы «накачка» значительного окислительного потенциала. В связи с этим, при математическом описании шлак будем представлять в виде некоторого промежуточного резервуара с временной задержкой.

Внутри шлака происходит турбулентный перенос оксидов железа от верхней границы (газ-шлак) к нижней (шлак-металл), где при соприкосновении с металлом происходит восстановление высших оксидов до низших



и далее растворение кислорода в металле (или его ионизация за счет контакта с металлом)



Растворенный в металле углерод реагирует с растворенным в металле кислородом на поверхности поднимающихся в слое металла пузырьков CO по реакции



Именно эта гетерогенная реакция с положительной обратной связью от продукта реакции и является ведущей во всех сталеплавильных процессах (кроме кремний-восстановительного процесса в кислой ванне). Эта реакция может протекать только на поверхности пузырьков CO, зародыши которых образуются на огнеупорной (шероховатой) поверхности подины или на плавающих на границе шлак-металл кусках руды.

Будем считать, что лимитирующей стадией в этом многостадийном процессе является доставка кислорода из газовой фазы и шлака в металл к месту реакции (пузырькам) путем конвективной (турбулентной) диффузии. Для упрощения анализа будем рассматривать только одно диффузионное звено, в котором рассматривается градиент концентраций от середины шлака до середины глубины ванны, и тогда скорость доставки кислорода (или скорость обезуглероживания) описывается уравнением следующего вида

$$\frac{dX_c}{dt} = \beta_{Ш-М} \{ (FeO)_{Ш} - \alpha [O]_M \}, \quad (12)$$

где $\beta_{Ш-М}$ – эффективный коэффициент массопереноса являющийся функцией скорости обезуглероживания из-за перемешивающегося действия газообразного продукта реакции (11).

В целом механизм реакции обезуглероживания в системе газ-шлак-металл с некоторыми допущениями представляется следующей системой уравнений включая и приведенное выше:

$$\frac{dX_{FeO}}{dt} = d_0 U_{FeO} (t - \tau_0) + \alpha_1 f \{ v_c (t - \tau_n) \} P_{O_2} - d_2 \frac{dx_c}{2dt} \quad (13)$$

$$V_c = \frac{dx_c}{dt} = \beta_{Ш-М} \{ (FeO) - \alpha_3 [O] \} \quad (14)$$

$$[O] = \frac{m P_{CO} (h_{\Pi})}{[C]} \quad (15)$$

$$\beta_{Ш-М} = f \{ v_c (t - \tau) \}, \quad (16)$$

$$f(n_{\Pi}, r_{\Pi}) = \frac{0,224 v_c M_M}{12 \overline{V}_{\Pi} F_{нов}}, \quad (17)$$

$$\overline{V}_{\Pi} = P(V_{\Pi}) = m_{\Pi} + \sqrt{D_{\Pi}}. \quad (18)$$

Большинство принятых в этих уравнениях обозначений понятно из предыдущего текста и схемы (рисунок 2). Расшифровку остальных обозначений и некоторые пояснения приводим ниже.

Первый член уравнения (13) связан с начальным потенциалом оксидов железа в шлаке и периодическими присадками руды, а второй отражает приток кислорода из газовой фазы с учетом парциального давления кислорода в ней P_{O_2} и фактора перемешивания верхних слоев шлака $f \{ v_c (t - \tau_n) \}$, где τ_n - характерное время подъема пузырька. Уравнение (15) получено на основе термодинамического равновесия реакции (11), где $m = \frac{1}{k_c} = 0,0025$ при $P_{CO} = 1$ ат. Варьируя глубиной погружения пузыря h_{Π} – можно имитировать влияние на процесс обезуглероживания расположения фронта преимущественного

протекания реакции (11), а также получить одну из характерных частот осцилляций в этой системе. Другая группа частот осцилляций должна получаться из решения системы уравнений (13)-(16), в которых отражено две положительные и две отрицательных обратных связи с запаздыванием, а также приход оксидов железа и их расходование на реакцию обезуглероживания (14) и на накопление кислорода в металле и шлаке $\alpha_3 [O]$. Уравнение (17) представляет функцию размера и количества пузырей, отнесенных к единице площади поверхности ванны $F_{\text{пов}}$ с учетом массы металла M_m , а уравнение (18) отражает вероятностный характер образования пузырьков в виде функции распределения $P(V_{II})$ усредненного объема $\overline{V_{II}}$ пузырька (или барботажного всплеска-холмика) на поверхности ванны, что позволяет визуализировать характер “кипения” ванны, т.е. наблюдать осцилляции на поверхности ванны.

Эти представления были программно реализованы в виде очень наглядной мультипликационной модели нашими бывшими студентами, а теперь инженерами Д. Горбуновым, А. Шендриковым, Д. Шувариковым, А. Птицыным. При этом было использовано сочетание математического и имитационного моделирования.

На рисунке 3 представлены три временных момента реализации этой модели.

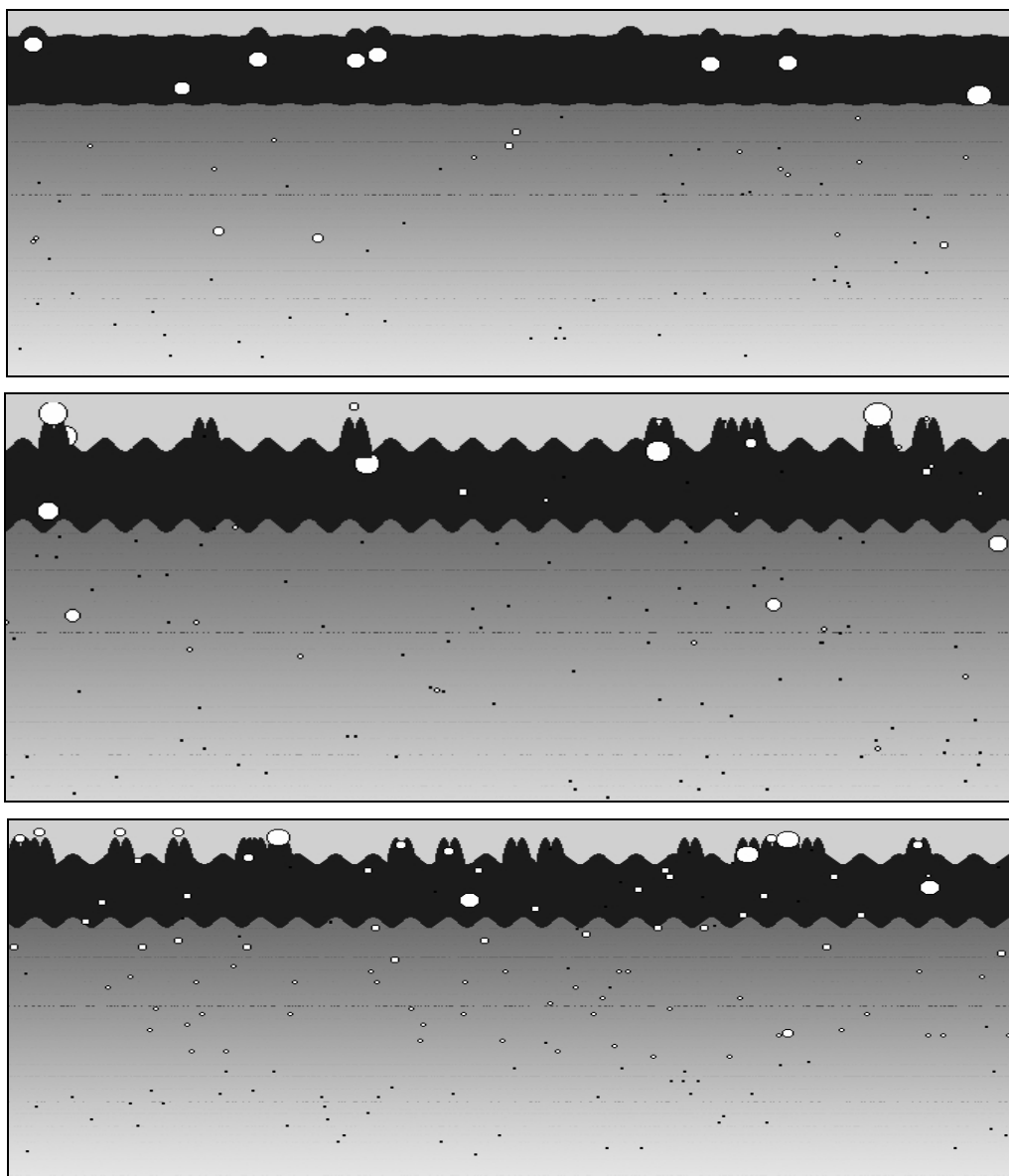


Рисунок 3 – Три момента самораскипания сталеплавильной ванны

Библиографический список

1. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. II. Формальное описание эволюции и самоорганизации: Учеб. пособие / Под редакцией В.П. Цымбала. СибГИУ – Новокузнецк, 2004. 298 с.
2. Николис Г., Пригожин Н. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
3. Цымбал В.П. Моделирование процесса обезуглероживания стали в мартеновской печи на электронных вычислительных машинах // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1962. – № 4. – С. 167 – 174.
4. Цымбал В.П. Моделирование процесса обезуглероживания стали при продувке ванны сжатым воздухом на электронных вычислительных машинах // Изв. вузов. Черн. металлургия. – 1962. – № 6. – С. 160 – 169.
5. Цымбал В.П. Управление окислительной способностью мартеновской печи на основе статической модели с использованием саморегулирования кипящей ванны // Изв. вузов. Черн. металлургия. – 1975. – № 4. – С. 162 – 165.
6. Непрерывная оценка и автоматическое управление окислительной способностью печи с учетом интенсивности продувки ванны кислородом / В.А. Куличенко, А.Ф. Аграфенин, В.И. Беседин, В.Н. Николаев, В.Н. Буинцев, В.П. Цымбал // Совершенствование технологии и автоматизации сталеплавильных процессов.: Межвуз. сб. – Магнитогорск, 1975. – Вып.13. – С. 28 – 34.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В АГРЕГАТАХ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

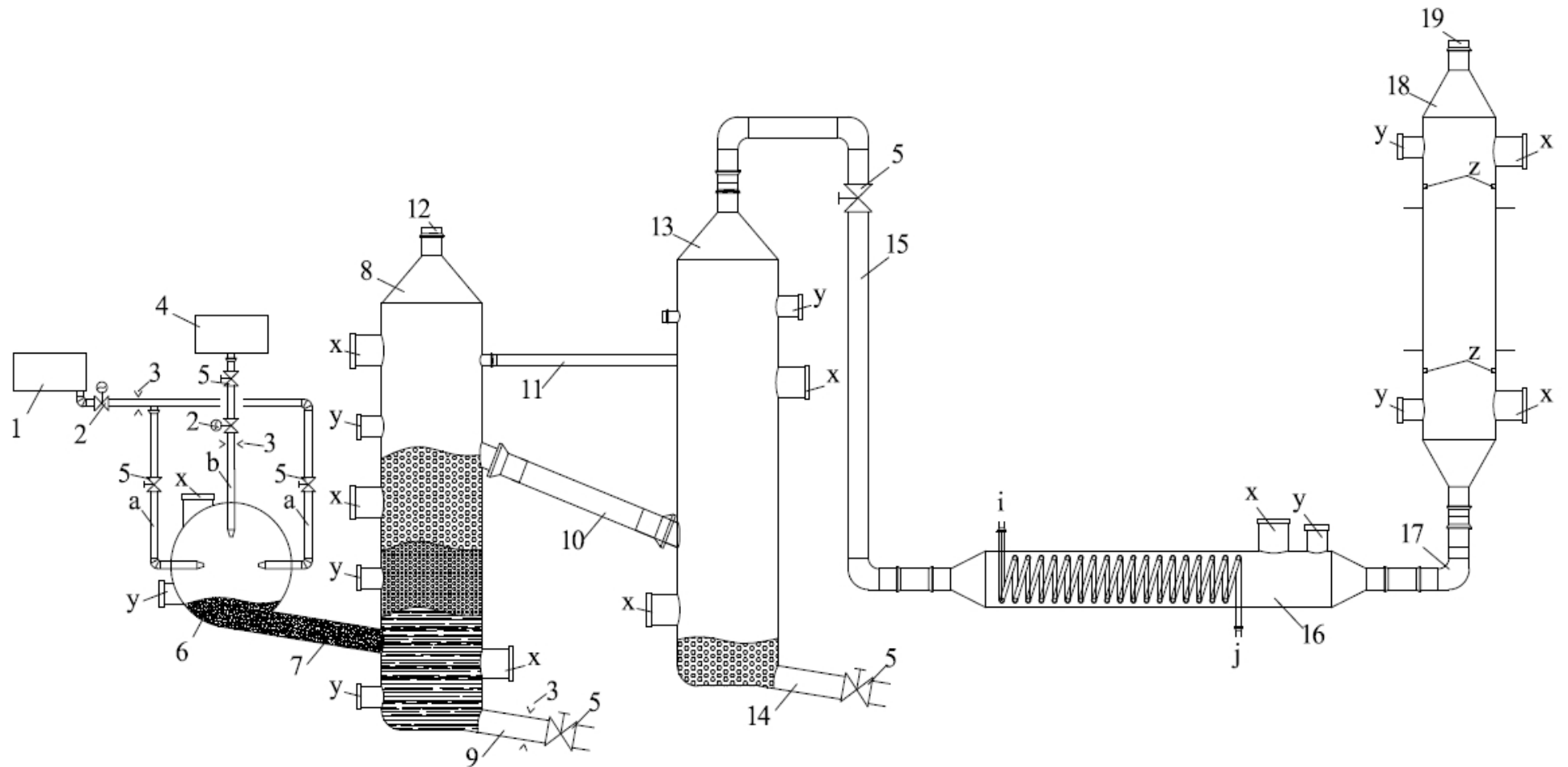
Оленников А.А., Падалко А.Г., Чапаев Д.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одним из наиболее перспективных способов выбора оптимального варианта утилизации ВЭР является их моделирование на лабораторной установке с применением ЭВМ. Это дает возможность глубоко изучить режимы работы совместно работающих агрегатов, существенно сократить трудоемкость при строительстве реального объекта, исключить массу ошибок при проектировании и оценке.

Для решения поставленных задач сотрудниками кафедры информационных технологий в металлургии Сибирского государственного индустриального университета разработана лабораторная установка (рисунок 1) для исследования процессов газодинамики и теплообмена при различных технологических режимах. Основой лабораторной установки явился новый металлургический агрегат типа СЭР (самоорганизующийся струйно-эмульсионный реактор) [1 – 3] с возможностью подключения к нему энергоутилизаторов различного назначения.

В зависимости от технологического режима установки в подогревателе воздуха 1 нагревается требуемая температура воздуха (окислитель и топливо), поступающего по соединительным каналам *a* в реактор-осцилятор 6. Для контроля расхода воздуха на канале *a* предусмотрены балансировочный кран с электроприводом 2 и электронный расходомер 3. В баке-аккумуляторе для воды 4 присутствует подогреватель воды (сырья), а на соединительном канале *b* необходимая для контроля арматура. Таким образом, в реактор 6 по каналам *a* и *b* через имеющиеся на концах сопла (находящиеся в одной плоскости) подается под давлением вода и воздух, где при взаимодействии потоков газа и жидкости происходит эффективное перемешивание последних и образуется ядро в виде мелкодисперсной газозвеси. Свойства этого образовавшегося ядра в зависимости от технологического режима можно



1 – подогреватель воздуха; 2 – балансирующий кран с электроприводом; 3 – электронный расходомер; 4 – бак-аккумулятор для воды; 5 – ручной балансирующий кран; 6 – реактор-осцилятор; 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19 – соединительные каналы; 8 – рафинирующий отстойник; 13 – реактор-гранулятор; 16 – котел-утилизатор; 18 – аппарат кипящего слоя. X – посадочные места для датчиков давления; Y – посадочные места для датчиков температуры; Z – посадочные места для подовой и купольной решетки аппарата кипящего слоя; i, j – температуры входа и выхода теплоносителя котла-утилизатора

Рисунок 1 – Принципиальная схема лабораторной установки низкотемпературного автоматизированного эксперимента

изменять при помощи установленной арматуры 5 на соединительных каналах *a* и *b*. Благодаря эффекту критического стечения двухфазной жидкости через эффект аэродинамического запираания соединительного канала создается высокий потенциал давления. Так как агрегат и все стоящие за ним устройства утилизации энергии изолированы от атмосферы, возникает возможность продувки отходящего газа через все находящиеся за агрегатом устройства без использования механического побудителя давления газа. Здесь используется работа расширения реакционных газов, что пока не сделано ни в одном из известных в мире металлургических агрегатах.

В результате взаимодействия воды и подогретого воздуха в реакторе 6 создается определенное давление и температура. Эти параметры отслеживают датчики, находящиеся на посадочных местах *x* и *y*. Образовавшаяся газовзвесь по соединительному каналу 7 поступает в рафинирующий отстойник 8. В этом агрегате при постановке эксперимента визуально наблюдается три зоны: накопление воды (копильник для восстанавливаемого металла); плотная пена (плотная газошлаковая эмульсия типа сильновспененного конвертерного или мартеновского шлака в слое, прилегающем к металлу); легкая пена (взвешенный над предыдущей зоной достаточно высокий слой пенистой газошлакометаллической эмульсии).

В нижней части рафинирующего отстойника 8 предусмотрен сливной канал 9 с ручным балансировочным краном 5 и электронным расходомером 3 использующийся для отвода воды (металла). С боковых сторон агрегата 8 также предусмотрены посадочные места для датчиков температуры и давления. Образовавшаяся таким путем (в третьей зоне) легкая пена совместно с находящимся в агрегате газом поступают по соединительному каналу 10 в реактор-гранулятор 13. Таким образом, в нижней части реактора образуется рыхлая пена (шлак), которая по соединительному каналу 14 удаляется из агрегата. Поступающий из рафинирующего отстойника 8 в реактор-гранулятор 13 отходящий газ транспортируется по соединительному каналу 15 в котел-утилизатор 16, где происходит отдача теплоты от отходящего газа к теплообменным контурам котла-утилизатора. По водяным контурам агрегата 16 осуществляется циркуляция охлаждающей воды, в результате чего отбирается тепловая энергия от труб котла. На лабораторной модели интенсивность циркуляции воды можно также регулировать при помощи балансировочных кранов, что повлияет на температуру отходящего газа.

По соединительному каналу 17 отходящий газ поступает в аппарат кипящего слоя 18, который в общем виде состоит из трех основных частей: подовой и купольной решеток, цилиндрического корпуса. Такие аппараты изготавливают в основном под конкретно поставленную задачу.

Весьма интересна в таких агрегатах гидродинамическая картина, которая зависит от множества факторов. В общем случае к ним относятся скорость газа, соответствующая началу псевдооживления, скорость газа, при которой начинается вынос частиц из слоя, высота псевдооживленного слоя, порозность и плотность слоя в состоянии псевдооживления, степень расширения слоя, высота надслоевого пространства, гидравлическое сопротивление слоя. Одной из наиболее важных гидродинамических характеристик процесса псевдооживления является минимальная скорость псевдооживления или скорость начала псевдооживления.

На рисунке 2 приведена схема автоматизации лабораторной установки, на которой отмечены точки подключения датчиков, места расположения запорной и регулирующей арматуры, а также виды трубопроводов и их диаметры.

Система автоматизации лабораторной установки состоит из двух подсистем:

- подсистема контроля и регулирования подачи газов;
- подсистема контроля и управления шихтоподачей.

Подсистема контроля и регулирования подачи газов. Подача воздуха на продувку осуществляется от компрессора через трубопровод, на котором последовательно установлены клапан, нагревательный контур (с датчиком давления и термопарой), нормально закрытый отсечной клапан. Измерительная диафрагма и регулирующий клапан с электроприво-

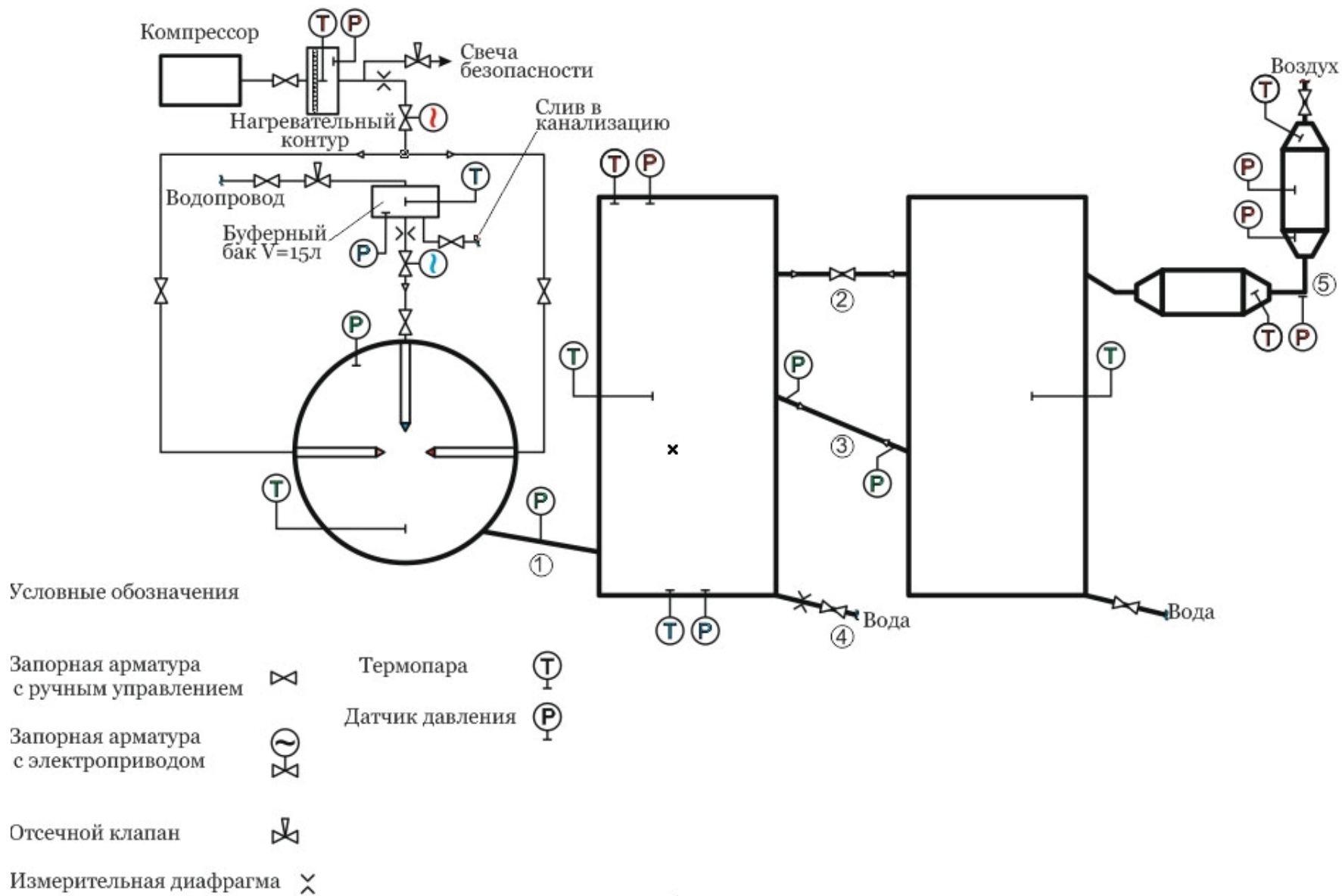


Рисунок 2 – Схема автоматизации лабораторной установки

дом необходимы для управления процессом подачи воздуха. Далее трубопровод разветвляется и его диаметр уменьшается до 6 мм. Клапаны установлены для ручного управления расходом воздуха. В струйно-эмульсионный реактор воздух поступает через две форсунки.

Подсистема контроля и управления шихтоподачей. Представляет собой трубопровод диаметром 15 мм с установленными последовательно клапанами: ручной и отсечной нормально-открытый. В буферном баке установлен датчик давления и термopара. Далее расположена измерительная диафрагма, регулирующий клапан с электроприводом, после которого идет сужение трубопровода до 6 мм. Ручной балансировочный кран служит для регулирования подачи воды (шихты) в реактор через форсунку. Для разработки системы автоматизации использовалось оборудование компании ОВЕН. Продукция данного отечественного производителя идеально подходит для создания малых систем управления. Основой разрабатываемой автоматизированной системы управления (АСУ) является программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 150. Преимущества такого контроллера – отсутствие операционной системы, наличие аналоговых/дискретных входов и выходов, широкие возможности самодиагностики, встроенный аккумулятор и часы реального времени. Через интерфейс RS-485 к нему подключены три модуля аналогового ввода и один дискретного вывода. Модули конфигурируются с ПК через преобразователь интерфейсов АС4. ПЛК подключен к ПК с помощью интерфейса Ethernet. Для питания датчиков используется три блока питания постоянного тока на 24 В.

Подсистема контроля и регулирования подачи газов в реактор-осциллятор. Термopара и датчик давления подключены к модулю ввода аналоговых сигналов (МВА 8). Компрессор, нагревательный контур и отсечной клапан подключены к модулю дискретного вывода. Электропривод подключен к двум дискретным выводам и к аналоговому входу ПЛК150. Датчик дифференциального давления так же подключен к аналоговому входу контроллера. В подсистеме контроля и управления шихтоподачей оборудование подключено аналогично подсистеме контроля газов.

Подсистема контроля параметров реактора-осциллятора состоит из двух датчиков давления и термopары подключенных к МВА 8.

Подсистема контроля параметров рафинирующего отстойника состоит из трех термopар, четырех датчиков избыточного и одного датчика дифференциального давления подключенных к МВА 8.

Подсистема контроля параметров вспомогательных агрегатов состоит из трех датчиков давления и трех термopар подключенных к МВА 8.

Библиографический список

1. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. I. Термодинамический подход к самоорганизации: Учеб. пособие. Под ред. В.П. Цымбала / СибГИУ – Новокузнецк, 2004. – 180 с.
2. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. II. Формальное описание эволюции и самоорганизации: Учеб. пособие. Под ред. В.П. Цымбала / СибГИУ – Новокузнецк, 2004. – 298 с.
3. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. III. Примеры реализации идей и принципов синергетики: Учеб. пособие. Под ред. В.П. Цымбала / СибГИУ – Новокузнецк, 2005. – 264 с.
4. Оленников А.А., Цымбал В.П. Математическая и физическая модели котла-утилизатора и агрегата кипящего слоя применительно к струйно-эмульсионному реактору типа СЭР / Изв. вузов. Черная металлургия. – 2009. – № 8. – С. 43 – 51.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПИЛОТНОГО ОБРАЗЦА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Мочалов П.С.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк.

В статье рассматривается анимационная схема пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса, которая реализована в среде Adobe Flash. Применение данной среды обусловлено следующими преимуществами: использование различных видов анимации, достаточно мощный язык программирования, возможность запуска программы не только из исполняемого файла, а так же любым веб браузером. Последнее дает возможность публикации схемы в глобальной сети Internet, что является достаточно актуальным в настоящее время.

Общий вид имитационной модели представлен на рисунке 1. Для реализации были использованы следующие виды анимации: программная (Action Script), покадровая, анимация движения и формы. Применение программной анимации позволяет упростить процесс создания большого количества похожих объектов и управление ими, а так же сэкономить вычислительные ресурсы. При помощи остальных видов анимации реализованы простые элементы.

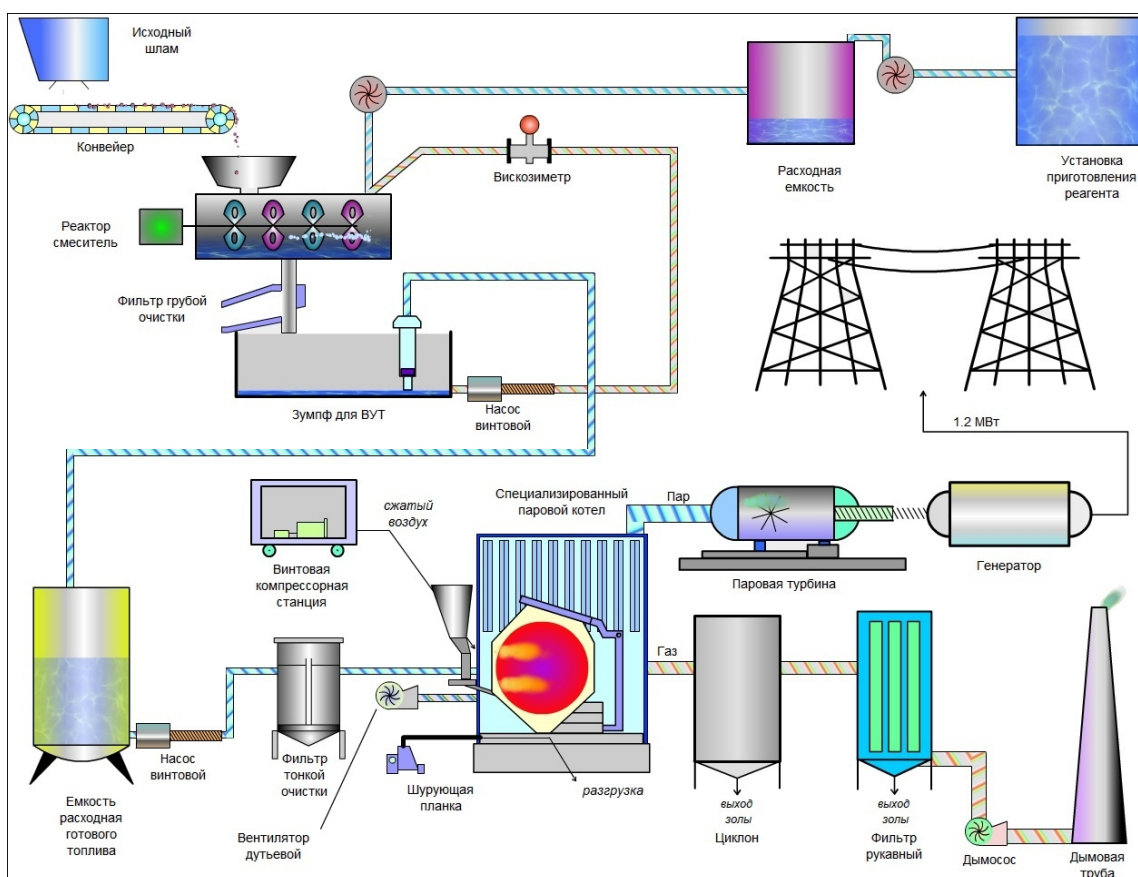


Рисунок 1 – Общий вид анимационной схемы

Алгоритм анимации всей схемы разделяется на две основные составляющие, которые работают в параллельных процессах:

- приготовление топлива;

– подача топлива в камеру сгорания, выпуск отработанных газов, работа паровой турбины и генератора.

Процесс приготовления реализован согласно схеме, изображенной на рисунке 2.

Процесс приготовления является циклическим и состоит из пяти этапов. На каждом этапе схематично отображается принцип его работы.

Вторая составляющая схемы работает по линейному алгоритму. В процессе анимации выполняются следующие этапы:

- перекачка винтовым насосом готового топлива из расходной емкости через фильтр грубой очистки в камеру сгорания;
- работа вентилятора дутьевого;
- выход отработанных газов через циклон и рукавный фильтр в дымовую трубу;
- подача пара из парового котла в турбину и передача крутящего момента на генератор.

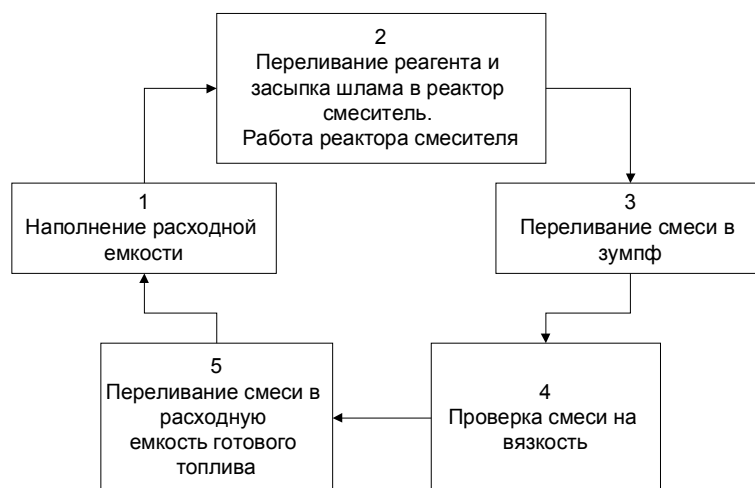


Рисунок 2 – Схема процесса имитации приготовления топлива

Программная реализация выполняется согласно идеологии *Flash* - покадровая анимация. На каждом следующем кадре происходит перерасчет основных параметров для каждого объекта и отрисовка его в новом состоянии. Так как принципиально схема остается неизменной, то главный кадр тоже один и зациклен сам на себя. Каждый элемент является объектом типа *Movie Clip* и просчитывает анимацию внутри себя.

Таким образом, предоставляется возможность полного контроля каждого элемента, как при помощи элементов управления, так и программного кода, например из главного кадра, где согласно определенной модели просчитываются параметры отдельных элементов.

Рассмотрим реализацию основных элементов схемы.

Конвейер. Данный элемент состоит из четырех примитивов, а именно – двух роликов и двух лент. Процесс вращения роликов и движения ленты реализован при помощи программной анимации.

Вращение роликов осуществляется за счет изменения угла наклона объекта с каждой итерацией. Обе ленты являются одним и тем же компонентом, развернутым на 180 градусов. Движение происходит за счет смещения двухцветной *полосы* относительно *маски*. На экране отображается только поверхность, находящаяся под маской, как показано на рисунке 3.

Ректор смеситель. Данный элемент состоит из одного примитива – лопасти. Процесс вращения реализован программной анимацией. Визуализация вращения происходит за счет циклического изменения масштаба объекта в горизонтальной плоскости.

Насос. Данный элемент состоит из одного примитива – лопастей. Процесс вращения реализован программной анимацией. Визуализация работы происходит за счет циклического изменения угла наклона лопастей относительно центра.

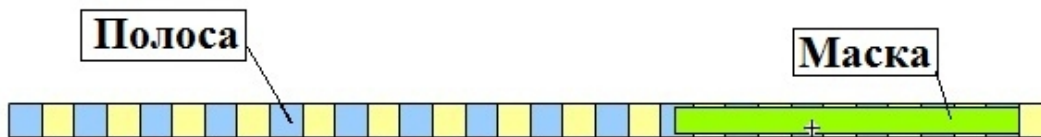


Рисунок 3 – Элемент «Лента»

Насос-активатор. Данный элемент состоит из одной движущейся части – поршня. Процесс движения – программная анимация. Поршень движется с заданной скоростью от границы до границы.

Насос винтовой. Визуализация вращения реализована анимацией движения. Происходит покадровое смещение наклонных линий.

Шлам. Внешний вид элемента «Шлам» представлен на рисунке 4.

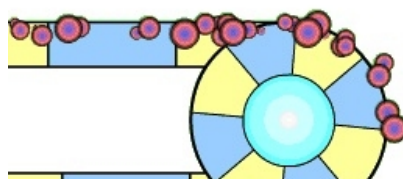


Рисунок 4 – Элемент «Шлам»

Шлам анимируется небольшими шариками разного размера. Каждый шарик является отдельным объектом.

При создании объекта генерируется его размер и скорость. При отрисовке каждого кадра происходит расчет параметров объекта.

При движении объектов на каждом следующем кадре в зависимости от их расположения изменяются горизонтальная и вертикальная составляющие скорости. На рисунке 5 представлены границы, от которых шарики должны отражаться. Проверка на пересечение

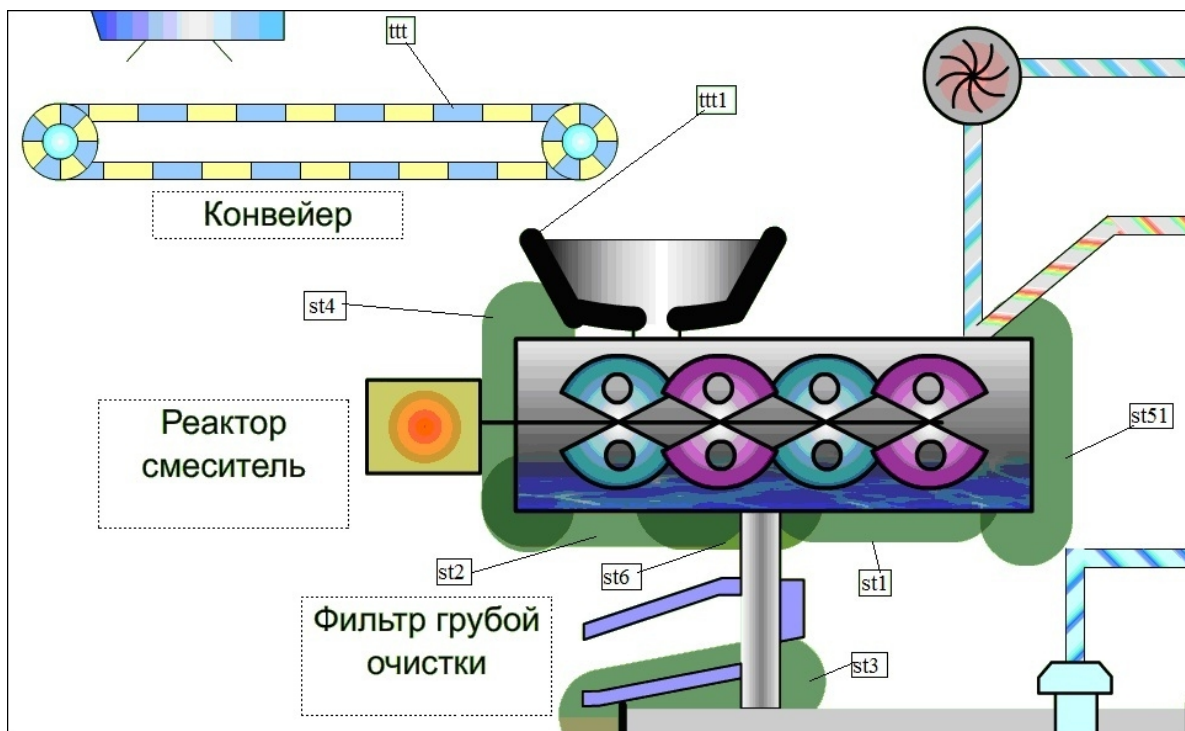


Рисунок 5 – Границы движения элементов шлама

объекта и границы производится стандартной функцией Action Script – *hitTest*. Как только объект оказывается ниже заданной координаты, он уничтожается.

Факел и дым. Для реализации анимации был последовательно отрисован каждый кадр. Дым выполнен аналогично, но с другой цветовой гаммой.

В дальнейшем предполагается реализация системы управления путем задания любых технологических режимов на основе связи с динамической моделью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВРЕМЕНИ ОЖИДАНИЯ КЛИЕНТА В СИСТЕМЕ МУЛЬТИСЕРВЕР-МУЛЬТИОЧЕРЕДИ

Сорокин А.С.

Кузбасский государственный технический университет (филиал)

г. Новокузнецк

Дана простая система опроса модели РЕРА вместе с некоторыми численными результатами. Дополнительные особенности систем мультиочереди - мультисервера описаны в общих чертах [1 – 6]. Представлены различные системы мультиочереди мультисервера моделей на языке РЕРА с их особенностями.

1. *Модель РЕРА для системы опроса.* В этом разделе рассмотрена модель РЕРА, представляющая собой простую симметричную отдельную буферную систему опроса с ослабленным буферизованием и ограниченным обслуживанием. Компонентами модели являются сервер и узлы. S_j обозначает сервер, который присутствует в j -ом узле системы. Достигая узла, сервер проверит наличие в нем клиента для обслуживания. Если клиент есть, то сервер его обслужит и удалит из буфера в узле прежде, чем переходить к следующему узлу; в противном случае сервер сразу переходит к следующему узлу. У каждого узла j есть два различных состояния в зависимости от того, пуст ли буфер в узле или полон. Эти состояния представлены как два производных компонента узла $Node_{j0}$ и $Node_{j1}$. Вход может произойти только тогда, когда узел пуст; в любом состоянии узел соответственно ответит серверу.

Каждый компонент узла содержит сведения для заполнения буферного пространства в ответ на запрос сервера, указывающего, что буфер пуст, и удаляется сервером, если есть клиент в буфере. Действие сервера включает *блуждание*, которое перемещает его в следующий узел, но возникает ситуация: или узел пуст, или нужно совершить удаление при наличии клиента в узле. Если клиент удален, то сервер, обслуживая клиента перед переходом к следующему узлу, реализует следующую деятельность, а именно, деятельность *подачи*.

Рассматриваемая система включает три таких узла, что когда сервер оставляет $Node_3$, то блуждает к $Node_1$. Узлы независимы друг от друга, но каждый из них должен кооперироваться с сервером для деятельности любого *освобождения* или *удаления*.

Будем предполагать, что оценка $empty_i$ деятельности в узле $Node_j$ определяется сервером (оценка в узле не указана). Напротив, деятельность $remove_j$, как предполагается, требует некоторой работы сервера и $Node_j$, а оценка определяется по формуле $r = \min(r_N, r_S)$.

У модели реализованы 72 состояния и 180 переходов. Был исследован эффект изменения оценок прибытия клиентов в узел от среднего времени ожидания клиента, с тремя различными оценками деятельности *блуждания*.

Математическая модель зависимости времени ожидания клиента W от оценки λ прибытия клиента будет иметь следующий вид:

– при $\omega = 10$

$$W = 4,346\lambda^{0,9368}e^{-0,649\lambda},$$

– при $\omega = 15$

$$W = 4,130\lambda^{0,8869}e^{-0,56777\lambda};$$

– при $\omega = 20$

$$W = 3,9774\lambda^{0,80198}e^{-0,48957\lambda}.$$

Представлена зависимость времени ожидания клиента W , как от оценки прибытия клиента, так и от оценки блуждания ω .

Математическая модель времени ожидания W клиента зависит как от оценки λ прибытия клиента, так и от оценки блуждания ω и будет иметь следующий вид:

$$W = (4,70325 - 0,0368175\omega)\lambda^{(1,07758-0,013488\omega)}e^{(0,01594\omega-0,80793)}.$$

Библиографический список

1. Сорокин А.С. Марковские процессы в теории надежности технологических систем гидродобычи угля // Вестник КузГТУ. – 2008. – № 1. – С. 61-69.
2. Коэн Дж., Боксма О. Граничные задачи в теории массового обслуживания. М.: МИР, 1987.
3. Королюк В.С., Томусяк А.А. Описание функционирования резервированных систем посредством полумарковских процессов. // Кибернетика, вып. 5, 1965.
4. Баруча-Рид А.Т. Элементы теории марковских процессов и их применение. Наука, М., 1969. 511С.
5. Hillston J.A Compositional Approach to Performance Modelling. Cambridge Univ. Press, 1996.
6. Сорокин А.С. Применение методов теории вероятностей к исследованию некоторых процессов производства. // Труды 4-ой междунар. конф. «Кибернетика и технологии XXI века». – Воронеж, 2003. – С. 312 – 323.

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТА НА БАЗЕ НАВИГАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ GPS\ГЛОНАСС

Шашков А.В.

*ООО «Объединенная Компания «Сибшахтострой»
г. Новокузнецк*

1. Предпосылки организации системы оперативной диспетчеризации транспорта в ОК «СШС».

Объединённая компания «Сибшахтострой» – генподрядная строительная организация, способная выполнять все виды проектных, строительно-монтажных и пусконаладочных работ на объектах угольной промышленности, металлургии, энергетики, жилья, коммунального хозяйства и других отраслей – со сдачей объектов «под ключ». На сегодняшний день включает: ООО «Сибшахтостройпроект», Строительное управление, Пусконаладочное управление, Сибирский завод металлических конструкций, ООО «Сибирский завод «Энергопром», Автобаза ОК «Сибшахтострой». Оставаться лидером рынка строительства крупных объектов, можно только предлагая Заказчикам максимально короткие сроки выполнения работ. Рекордно увеличивая темпы строительства, многократно возрастает грузонапряженность и потребность в строительной технике. В объединенной компании «Сибшахтострой» эти задачи решает автобаза. На сегодняшний день парк предприятия насчитывает 243 единицы техники : автокраны грузоподъемностью 10 – 75 тонн, краны на гусеничном ходу, автогидроподъемники, ямобуры, экскаваторы, траншейные экскаваторы, бульдозеры, тракторы, цементовозы, бетоновозы, бетоносмесители, трелевочники, трубоукладчики, фронтальные погрузчики, дизельные и электрические компрессорные станции, пе-

редвижные сварочные агрегаты, электролаборатории, мастерские, бензовозы, трейлеры, бортовые автомобили, самосвалы, тягачи с полуприцепами, автобусы, грузопассажирские автомобили, легковой транспорт.

Большой объем транспортных перевозок при развитой сети транспортных коммуникаций потребовал внедрения современных информационных технологий, способных обеспечить повышение эффективности работы транспортного оборудования за счет внедрения системы оперативной диспетчеризации транспорта. Цель современных систем диспетчеризации оптимальное управление грузопотоками, учет и контроль работы, мониторинг эксплуатационных режимов транспорта и, в конечном счете, снижение энергозатрат, эксплуатационных издержек, повышение надежности оборудования и безопасности производства. Таким образом, в середине 2010 г. было принято решение о внедрении на предприятии автоматизированной системы диспетчеризации автотранспорта.

2. Выбор поставщика услуг.

В результате анализа систем диспетчеризации, предлагаемых на рынке, было принято решение о выборе системы на базе спутникового мониторинга транспорта, включающей оборудование спутниковой навигации, сотовой или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт. Структура системы, в общих чертах, состоит из:

- бортового оборудования в виде GPS/ГЛОНАСС трекера, осуществляющего прием спутниковых сигналов, определение координатных данных, запись последних в модуль хранения и, по возможности, передачу в серверный центр;
- серверного центра, обеспечивающего прием, хранение, обработку данных и управление доступом к обработанным данным;
- клиентской части, получающей данные от серверного центра и предоставляющей различные возможности мониторинга транспорта.

Поставщики систем на базе спутникового мониторинга можно разделить на несколько групп:

- Предлагающие комплекс услуг по установке оборудования, настройке ПО, аренде серверного центра, абонентской плате за техническое сопровождение;
- Предлагающие установку оборудования, продажу серверного и клиентского ПО, абонентскую плату за техническое сопровождение и аренду серверного центра (опционально);
- Предлагающие поставку оборудования и бесплатное серверное и клиентское ПО, с предоставлением клиенту права самостоятельно организовывать и конфигурировать клиентское и серверное ПО;
- Комплексные услуги без приобретения оборудования и ПО, а только с арендной платой;
- Программные комплексы для серверной установки, способные поддерживать, в отличие от предыдущих четырех, различные виды GPS и ГЛОНАСС оборудования одновременно, позволяющие клиентам иметь различные контроллеры.

Результатом исследования рынка поставщиков был выбор НПО «БОЛИД» г. Москва. Продукт носит название ОРМА и из категории оборудования с бесплатным серверным и клиентским ПО. Причиной выбора послужило наличие собственной дирекции по ИТ (возможность организации и сопровождения серверного центра), полноценно оснащенной материально-технически автобазы, наличие ПНУ (специалисты которого способны произвести монтаж, ввод в эксплуатацию и сопровождение бортового оборудования и клиентской части ПО). Следующий аргумент – авторитет компании, приемлемый ценовой диапазон.

Таким образом, система оптимизации и регистрации маршрутов автотранспорта «ОРМА-2» включает :

- устройство регистрации «УР-03». Прибор предназначен для получения данных GPS навигации со спутников «NAVSTAR» (США), данных с датчиков, подключенных к устройству, сохранения и передачи этих данных на компьютер диспетчера в реальном времени. Передача данных осуществляется автоматически либо непрерывно, в режиме слеже-

ния за автомашиной, либо в режиме периодического подключения устройства к сети GSM. При отсутствии сети GSM информация накапливается во внутренней энергонезависимой памяти, а при появлении сети GSM передаётся на компьютер диспетчера. Устанавливается на автотранспортном средстве с электропитанием от его аккумулятора. Также имеется возможность блокировки двигателя автомашины по команде с компьютера диспетчера и передачи диспетчеру сигнала «Тревога» со стороны водителя;

- датчик уровня топлива LLS 20160, производства компании Omnicomm;
- сервер сбора данных;
- серверное и клиентское ПО;
- рабочие станции операторов.

Использование для навигации приемника GPS сигналов, обусловлено отсутствием, на момент принятия решения, ГЛОНАСС – трекеров. Анализ рынка выявил невозможность приобретения (по крайней мере, до недавних пор) устройства с гарантированно работоспособной ГЛОНАСС навигацией (многим известна история со скотчевой технологией на совмещенных навигаторах GPS/ГЛОНАСС, где чип ГЛОНАСС был просто приклеен на плате устройства без распайки). Да и появившиеся на рынке предложения не дают полной уверенности (при ощутимо возросшей цене), в решенности проблемы, так как имитаторов ГЛОНАСС сигналов в свободном доступе не наблюдается, хотя предполагается их использование по проведению ТО автомобилей.

Сейчас эта проблема решается: совмещенные GPS/ГЛОНАСС трекеры находятся в стадии тестирования у НПО БОЛИД. К началу 2012 г предполагается появление их в продаже.

3. Этапы внедрения системы.

Общий принцип работы системы представлен на рисунке 1.

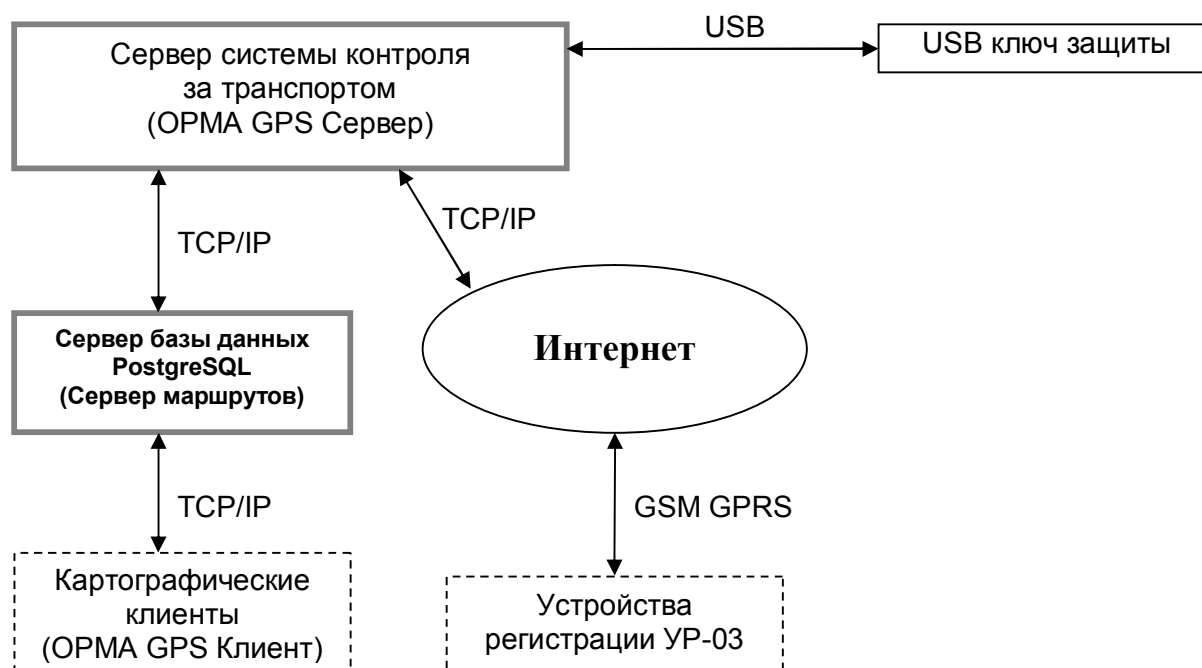


Рисунок 1 – Принцип работы системы контроля за транспортом

Для организации системы дирекцией по ИТ был приобретен сервер конфигурации: CPU C2D E6500 (2,9 ГГц), ОЗУ 2 Гб, ОС Windows 2008 R2 Программный комплекс серверного центра включает:

- СУБД PostgreSQL.

Сервер базы данных PostgreSQL, предназначенный для работы в операционных сис-

темах Windows.

– OPMA GPS Сервер.

Сервер системы контроля за транспортом, предназначенный для приема данных по протоколу TCP/IP от устройств регистрации УР-03 (используется служба передачи данных GPRS в сетях мобильной связи стандарта GSM). Либо OPMA GPS Сервер ME-многопользовательская редакция сервера. Для корректной работы подсистемы опроса устройств регистрации УР-03 на компьютере с установленным OPMA GPS Сервер ME реальный внешний статический IP адрес (выделяется вашим провайдером доступа в сеть Интернет). Данный адрес прописывается при установке на каждом устройстве регистрации УР-03 с помощью СМС сообщения.

OPMA GPS Сервер/Сервер ME принимает входящие соединения от устройств регистрации по протоколу TCP/IP на порт 10011 (возможно изменение номера порта с помощью программы OPMA GPS Сервер ME – Конфигуратор). Необходимо разрешить в установленном в системе межсетевом экране (firewall) или антивирусной программе входящие соединения на порт 10011 для приложения OPMA GPS Сервер ME (gpsd.exe). В противном случае устройства регистрации УР-03 не смогут соединиться с OPMA GPS Сервер ME и передавать данные спутниковой навигации. Также Сервер осуществляет функции управления доступом к данным системы, позволяет обновлять встроенное ПО трекера и транслировать команды блокировки двигателя с клиентского ПО.

Бортовое оборудование включает: устройство регистрации УР-03, датчик уровня топлива LLS 20160, реле блокировки зажигания. Для монтажа оборудования использовались боксы тех. обслуживания на территории автобазы, т.к. установка датчика уровня производится на снятом топливном баке, с обязательной промывкой и выпариванием. После монтажа датчика и установки на автомобиль – производится тарировка, с помощью компьютера и программы LLS Monitor, заключающаяся в пошаговом заполнении бака и фиксацией показаний, в результате появляется тарировочная таблица, далее используемая для преобразования условных единиц в литры в клиентской части ПО. Монтаж УР-3 заключается в неразрываемой коммутации к бортовой сети питания, подключении ДУТ (связь с навигатором по RS 232) и катушки реле блокировки зажигания. Нормально разомкнутые контакты реле коммутируются в разрыв цепи питания замка зажигания.

В связи с тем, что УР-3 не имеет внешней антенны располагаться он должен как можно ближе к лобовому стеклу, для уверенного приема спутниковых сигналов, и стабильной работы GSM связи. Как показал опыт реализация со встроенной антенной пригодна для выполнения задачи мониторинга, при этом гораздо удобнее при монтаже и эксплуатации. Для подключения через Интернет к серверу УР-03 должен быть снабжен SIM-картой одного из доступных операторов сотовой связи. На SIM-карте должен быть положительный денежный баланс. При выборе мобильного оператора необходимо учитывать зону покрытия (она должна максимально совпадать с возможными маршрутами транспорта), возможность попадания в зону роуминга.

Программа «OPMA GPS Клиент» - часть программного комплекса АРМ OPMA-2, которая позволяет получать данные с сервера маршрутов «OPMA GPS Сервер», отображать их на мониторе в графическом и текстовом режимах, управлять работой приборов УР-03, осуществлять слежение за автомобилями в реальном времени.

Имея администраторские права в клиентской части настраивается :

- способ соединения с сервером маршрутов;
- адрес сервера, имя пользователя и пароль для авторизации на сервере;
- источник картографических данных (в нашем случае это OpenStreetMaps – бесплатный ресурс с достаточным уровнем детализации), есть также Яндекс карты и Google карты.

Через свойства устройств из списка можно ввести тип и регистрационный номер ТС, а также ввести тарировочные таблицы и осуществить дистанционный останов двигателя. Все изменения передаются на сервер и доступны на других рабочих местах. Здесь же воз-

можно сформировать отчет о поездке определенного ТС с выбором интервала с точностью до минуты.

4. Проблемы и пути их решения.

Касательно бортового оборудования – особенных проблем не обнаружилось. Несколькими обеспокоила частая потеря как GSM канала, так и спутников, на некоторых типах автомобилей, что было преодолено перемещением вдоль приборной панели, и выяснением эмпирическим путем, оптимального положения УР-3, обеспечивающего стабильную работу встроенных антенн. Реализация функции удаленной блокировки двигателя, обнаружила проблему, связанную с качеством элементной базы (перегрев реле блокировки с разрывом цепи зажигания) – решено заменой производителя и запасом по характеристикам. Также присутствуют факты умышленной порчи или блокирования бортового оборудования, но об этом ниже.

Следующим этапом возникли вопросы по клиентской части ПО:

– в отчете по поездке фиксировались любые колебания уровня топлива, в том числе, вызванные плесканиями, вследствие изменения скорости, поворотов и наклонов ТС, что существенно затрудняло анализ отчетов и вызывало погрешности в подсчете итогового расхода;

– пробег рассчитывается по маршрутным точкам, как по прямым отрезкам, что в городских условиях также приводит к погрешностям (при интервале записи координат 1 мин);

– возникла потребность фиксации времени нахождения ТС на определенных участках (территории а/базы, завода, склада и т.п.);

– необходимость формировать групповой отчет по пробегу/расходу с выбором списка ТС и периода.

Для решения этих задач были приняты нижеследующие меры:

– по погрешности пробега - интервал записи координат снижен до 10 секунд;

– фиксация территорий нахождения ТС решилась с выходом нового релиза клиентской части и появлением в меню закладки «ЗОНЫ».

Отдельного внимания потребовали показания топлива. В клиентской части есть возможность экспортировать отчет в формат csv, содержащий информацию в виде таблицы.

Сотрудниками ООО «ОК «Сибшахтострой»» был создан программный модуль на базе Microsoft Excel, который позволил отфильтровать ложные изменения уровня топлива и рассчитать расход по периоду отчета, рассчитать пробег по координатам, зафиксировать время нахождения ТС в заданных зонах и вывести диаграммы текущего уровня топлива и скорости на заданном отрезке времени. При пересчете показаний ДУТ в литры использовался метод линейной интерполяции, так как условия измерения и класс точности датчика исключают потребность в более сложных алгоритмах, да и топливные баки правильной формы. Компенсация колебаний уровня топлива при движении достигнута линейным сглаживанием. Для расчета пробега по координатам применена сферическая теорема косинусов (модификация для антиподов) по причине маленьких расстояний и небольшой разрядности вычисления. Также в расчетах исключено изменение координат по высоте из-за погрешности навигатора.

Также внедрение системы контроля работы транспорта столкнулось с значительным сопротивлением со стороны водителей и обслуживающего персонала. Опыт эксплуатации системы диспетчеризации показал, что главным фактором успешной работы системы являются внимание высшего руководства, заинтересованного в объективной и оперативной оценке деятельности производства, и готовность предприятия идти на организационные изменения для более эффективного использования информационных технологий при оперативном управлении производством.

5. Результаты внедрения и перспективы.

В результате реализации автоматизированной системы диспетчеризации достигнуто:

– увеличение времени производительного использования оборудования в течение рабочей смены (за счет учета и анализа загрузки ТС, простоев и т.д.);

- экономия ресурсов при достижении необходимых объемов производства (за счет учета и анализа расхода топлива, скоростных режимов и т.д.);
- повышение трудовой и технологической дисциплины персонала (за счет учета и анализа скоростных режимов, простоев и т.д.);
- более эффективное решение задач оперативного управления работой автобазы;
- выявлены факты хищения топлива и нецелевого использования ТС.

В перспективе предполагается достижение следующих целей:

- ввод в эксплуатацию совмещенных GPS/ГЛОНАСС трекеров, которая позволит улучшить стабильность работы системы за счет возможности использования дублирующего набора спутников (при потере одного), и независимость от иностранной системы позиционирования (принадлежащей министерству обороны США);
- внедрение многопользовательской версии для разделения мониторинга по отделам, предприятиям и возможности предоставления услуг сторонним организациям;
- создание собственной клиентской части, которая позволит решить задачу формирования групповых отчетов по пробегу/расходу с выбором списка ТС и периода, а также гибко реагировать на пожелания операторов и изменения текущей ситуации;
- интеграция с корпоративной информационной системой ОК «СШС» и реорганизация деятельности подразделений, связанных с эксплуатацией ТС, с целью оперативного контроля производственных процессов и достижения наибольшей их эффективности.

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ EPLAN ELECTRIC P8

Сычев С.В.

*ООО «Объединенная Компания «Сибшахтострой»
г. Новокузнецк*

Одним из видов деятельности компании является создание и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее АСУ ТП) для предприятий различных отраслей промышленности.

Проектно-производственный процесс должен включать весь цикл работ от разработки проектной документации и прикладного программного обеспечения, создания заказа на изготовления оборудования, монтажа оборудования автоматизации, и до пусконаладочных работ. В этом цикле разработка проектной документации является наиболее трудоёмким процессом в отношении временных и человеческих ресурсов квалифицированного персонала с большим производственным опытом и широким техническим кругозором. Кроме этого, от качества исполнения документации зависят результаты последующих этапов реализации проектов: качество монтажно-сборочных работ при изготовлении низковольтных комплектных устройств (далее НКУ), сроки внедрения проектных решений у заказчика. Поэтому вопросы оптимизации производственного процесса в части сокращения сроков проектирования и повышения качества проектной документации являются для предприятия актуальными всегда.

Для снижения затрат и облегчения процесса проектирования было решено использовать систему автоматизированного проектирования. В настоящее время на российском рынке представлено три основных системы – Eplan Electric P8 (далее Eplan), E3 и AutoCAD.

Автокад не является в полном смысле слова САПР, и представляет собой «графический кульман». В данном продукте проектирование осуществляется «вручную» с небольшой поддержкой шаблонов (типовых кусков схем). Отчеты не предусматриваются и каждый чертеж необходимо создавать и редактировать отдельно.

E3 и Eplan являются полноценными САД системами, с возможностью создания автоматических отчетов, сохранения использованных элементов в базе данных, и возможно-

стью «сквозного» редактирования элементов и его свойств. В пользу Eplan можно рассмотреть то обстоятельство, что данный продукт имеет большую распространенность на территории СНГ, и для него существует большее количество уже созданных баз данных элементов и форм отчетов.

В 2011 году в системе проектирования Eplan нашей компанией была выпущена проектная документация на АСУ ТП котельной ООО «Разрез Березовский» в части технического обеспечения.

Комплект проектной документации АСУ ТП включает в себя достаточно большой объем отдельных документов как общесистемного характера (схемы электрические принципиальные, схемы внешних подключений и др.), так и локального назначения (чертежи общего вида, таблицы соединений шкафов и др.).

Проектирование всех видов документов было выполнено в системе Eplan в режиме автоматизированного сквозного цикла: от разработки схем электрических принципиальных до автоматического формирования спецификаций оборудования, изделий и материалов. При этом сильно помогают существующие возможности автоматизации данной системы:

- Автоматическая нумерация проводов, кабелей, элементов (возможна только при создании проекта с начала);
- Автоматическая перекрестная ссылка со страницы на страницу ;
- Автоматическая перекрестная ссылка катушек индуктивности на контакты и многие другие основные электрические логические функции;
- Автоматическая перекрестная ссылка информации о соединении отдельного канала программируемого логического контроллера (далее ПЛК) на общий вид обзора всего ПЛК;
- Автоматическая генерация счетов на материалы, перечней внутренних и внешних соединений, схем клемм, обзор сигналов ПЛК, листов разделки кабелей и т.д. (существующие формы под «европейские» стандарты, перестройка под стандарты ГОСТ трудоемка и не всегда возможна);
- Автоматическая маркировка устройств (возможна только при создании проекта с начала).

Поддержка, предоставляемая Eplan:

- Интеллектуальный выбор контакторов (при создании собственной базы данных изделий)
- Интеллектуальное управление страницами;
- Интеллектуальная нумерация адресации ПЛК;
- Инструменты навигации по проекту в режиме «онлайн»;
- Редактор типов и нумерации кабелей в режиме «онлайн»;
- Редактор контакторов в режиме «онлайн»;
- Редактор разъемных соединителей в режиме «онлайн»;
- Функция распределения электрических сигналов цепей.

Разработанная проектная документация отвечает требованиям общероссийских стандартов, требованиям, предъявляемым заказчиком и внутренним нормативным документам, действующим на предприятии.

В составе проекта АСУ ТП котельной ООО «Разрез Березовский» были разработаны следующие документы:

- схемы структурные контроллеров (рисунок 1);
- схемы подключения контроллеров (рисунок 2);
- общие виды шкафов контроллеров и пульта диспетчера (рисунок 3);
- Схемы электропитания шкафов контроллеров (рисунок 4);
- Схемы соединений внешних проводок шкафов контроллеров;
- Таблицы соединений и подключений шкафов контроллеров;
- Спецификации аппаратных средств и комплектующих шкафов контроллеров и пульта диспетчера.

Особенностью и условием эффективного использования системы Erplan является создание и поддержание в актуальном состоянии базы данных используемого в проектах оборудования. База данных должна содержать информацию по каждому элементу оборудования, в объеме, необходимом при его вхождении в каждый из документов. Например, для автоматического выключателя в базе данных должна быть информация о его условном графическом изображении (для электрической схемы), габаритные размеры и масса (для чертежа общего вида), полное наименование и артикульное обозначение (для спецификации) и другие технические характеристики.

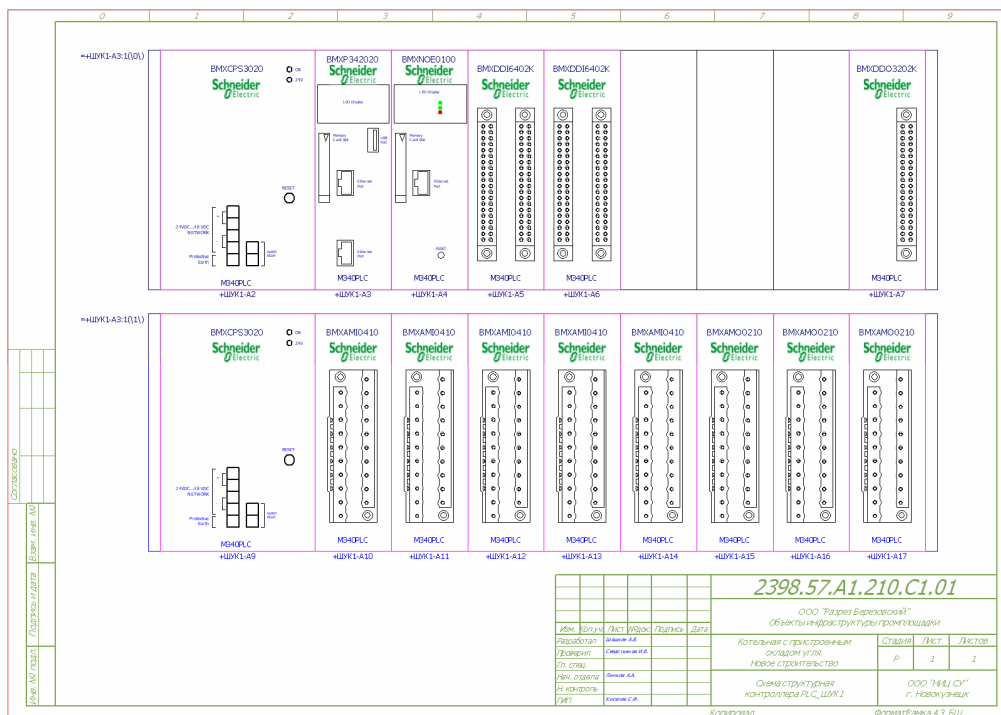


Рисунок 1 – Структурная схема контроллера шкафа управления котлом

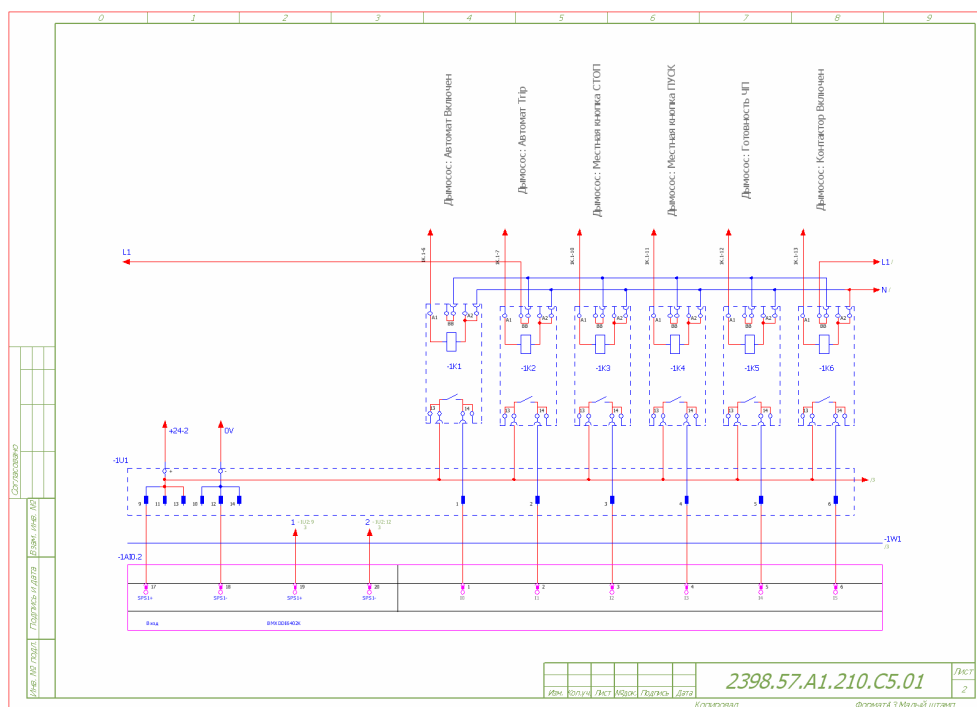


Рисунок 2 – Схема подключения контроллера шкафа управления котлом

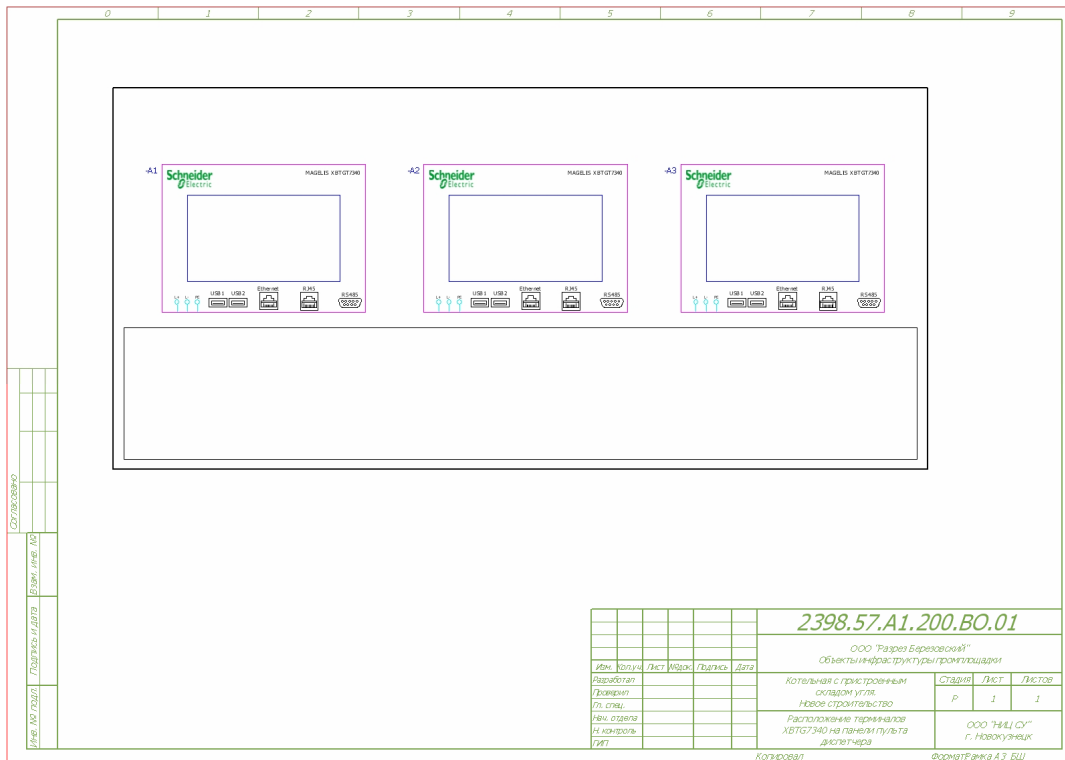


Рисунок 3 – Внешний вид лицевой панели пульты диспетчера

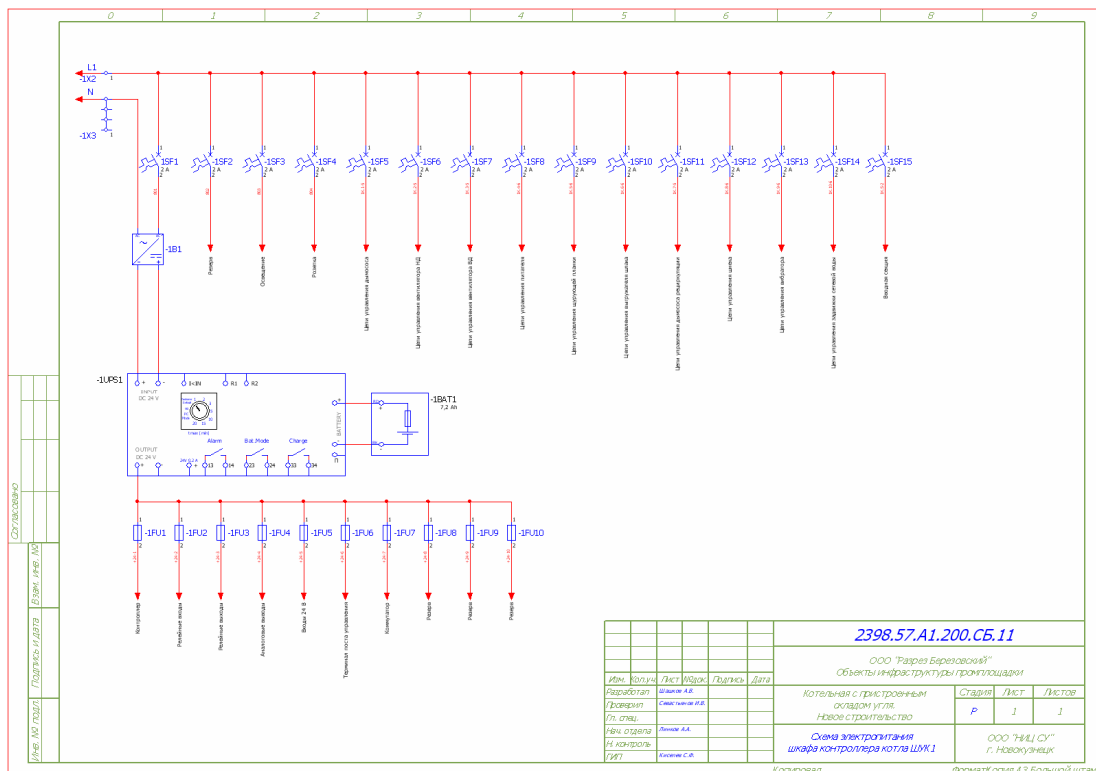


Рисунок 4 – Схема электропитания шкафа управления котлом

В системе Eplan всё, что используется в проекте, в частности при проектировании схемы принципиальной, является объектом, обладающим набором характеристик - свойств. Свойства являются обязательным атрибутом, набор свойств по каждому объекту доступен

для просмотра и редактирования в специальном окне. Существенно облегчают процесс проектирования функции автоматического формирования линий для соединения устройств, автоматическая нумерация символов и соединений. Продукт предоставляет пользователю большие возможности в части редактирования схем, в том числе прямое редактирование.

В системе имеется возможность разработки схемы с применением готовых схемотехнических решений, модулей. При этом есть возможность применить имеющиеся разработки пользователя в виде файлов форматов dxf, dwg. Результаты проектирования можно сохранить в электронном виде в формате pdf, dxf, dwg, а также передать для обработки в офисные системы.

С помощью системы построения отчетов возможна автоматическая генерация следующих типов документов:

- кабельные журнал;
- спецификации различных типов изделий;
- таблицы и схемы подключения кабелей;
- схемы подключения устройств.

Важной особенностью данного программного продукта является полное двухстороннее сквозное проектирование. Например, в случае обнаружения ошибки и переименования устройства на принципиальной схеме, автоматически происходит обновление всех последующих сформированных в системе документов. Если пользователь, просматривая выходные документы, решил изменить технические параметры изделий, то внесённые им изменения будут автоматически введены в принципиальную схему. Таким образом, влияние так называемого «человеческого фактора» при корректировке комплекта документации и сопровождении проекта сводится к минимуму.

Результатом реализации первых проектов на нашем предприятии, кроме собственно разработки проектной документации, явились:

- эффективное выполнение общей подготовительной работы, позволяющей применять Eplan для разработки и выпуска проектов в соответствии с действующими стандартами;
- разработка методики ведения базы данных, единой для всех проектов, выполняемых на предприятии.

Хорошим подспорьем в создании и поддержании базы данных является то, что ведущие производители электротехнического оборудования (к сожалению, большей частью зарубежные) создают такие базы самостоятельно и бесплатно предоставляют пользователям Eplan. В своей практике мы использовали базы данных изделий таких фирм, как Schneider Electric (наше предприятие является системным интегратором этой фирмы), Rittal, Phoenix Contact и др.

В то же время необходимо отметить некоторые недостатки данного продукта:

- Отсутствие баз данных изделий российских производителей, соответственно достаточно большие временные затраты на их создание и заполнение, данный недостаток компенсируется повторным использованием своих баз данных в следующих проектах;
- Недостаточность доступных отчетов, выполняемых Eplan. Количество и направленность отчетов жестко прописано в системе и не может быть изменено. Все поставляемые отчеты направлены на совместимость с западными стандартами, и необходима полная их переработка под стандарты ГОСТ;
- Поскольку Eplan работает с отдельным «изделием» невозможно или трудновыполнимо создать схемы, состоящие из нескольких «изделий», например стандартную монтажную схему шкафа.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Авдошин А.С.	478
Агеев Д.А.	306
Альмиметова О.И.	302
Андрианов О.Н.	441
Аниканов Д.С.	302
Аристов В.В.	327
Атавин Т.А.	407

Б

Бабичева Н.Б.	367
Барагичев К.Е.	137, 437
Бартош С.В.	190
Батищев А.В.	330
Бауэр И.К.	395
Березин Д.Г.	34, 315
Бондарь Н.Ф.	26, 378, 401
Бугрин И.С.	434
Будовских Е.А.	301
Бунаков П.Ю.	230
Бурыкин А.А.	78, 195, 346
Быков Е.А.	115

В

Валишевская Л.Г.	118
Васильев А.М.	73
Венгер К.Г.	65, 101, 144
Венгер К.Г.	137
Веревкин В.И.	407, 414
Веревкин С.В.	407
Веревкина Н.Н.	414
Вохмяков А.М.	201

Г

Гагарин П.Ю.	187
Гольцев В.А.	351
Гордеев Ю.В.	55
Горев Е.В.	7
Грачев А.В.	480
Грачев В.В.	65, 437
Грачев В.В.,	168
Григорьев А.С.	132
Гринберг М.В.	414
Громов В.Е.	300, 301
Гудов А.М.	388
Гулевич Т.М.	394, 395, 401, 441
Гусев С.С.	429

Д

Давыдов Ю.Ф.	268
Данилевич С.Б.	450
Данилушкин А.И.	272
Демьяненко И.А.	242
Денисов М.А.	434
Дивин Г.В.	295
Дмитриева О.В.	373
Добрынин А.С.	378
Дружилов А.С.	507
Дубовик К.Ю.	7

Е

Евтушенко В.Ф.	34, 101
Еголаев В.В.	155, 336
Ерофеев М.М.	346

Ж

Жилина Н.М.	485, 490, 496
Жмакин Ю.Д.	300, 301

З

Завгороднев Д.В.	161
Зимин А.В.	281
Зимин В.В.	26, 276, 281, 287, 318
Зимин А.В.	276
Зуев Л.Б.	142

И

Ибатуллин А.А.	198
Ивушкин А.А.	65
Инжелевская О.В.	302
Исаченко О.В.	363

К

Кадыков В.Н.	247
Казяев Д.М.	201
Казяев М.Д.	201
Калашников С.Н.	149
Карачевцев И.О.	295
Кипервассер М.В.	302
Киселев С.Ф.	309
Киселева Т.В.	111, 122, 369, 502
Киселёва Т.В.	507
Кликушин Ю.Н.	59
Кожемяченко В.И.	19
Кожихова Н.А.	69
Козлов В.В.	476
Комаров В.С.	7

Коновалов А.В.....	187
Коновалов С.В.....	300
Копытов Е.Ю.....	190
Костромин А.В.....	78
Кошеков К.Т.....	59
Краснобаев А.В.....	13, 264
Кузнецов В.А.....	300, 301
Кузнецова Е.С.....	295
Кулаков С.М.....	26, 378, 395
Кулаков С.М.....	247
Кунинина Д.В.....	106

Л

Лавриненко А.В.....	7
Лавров В.В.....	13, 78, 195, 264, 346
Лазаренко И.В.....	165
Лаптева А.В.....	215, 220, 445
Левченко С.П.....	276, 318
Линков А.А.....	101, 309
Лисиенко В.Г.....	155, 215, 220, 336, 445
Логинов В.В.....	441
Логунова О.С.....	242, 253
Львова Е.И.....	417
Любченко А.А.....	190
Ляховец М.В.....	206, 315, 367

М

Макаров Г.В.....	34, 394
Максимова Н.Н.....	485
Мальцев В.В.....	441
Маслова Е.В.....	111
Мацко И.И.....	253
Милованов М.М.....	472
Михайлов В.Г.....	502
Морозов П.А.....	401, 441
Морозова В.А.....	155, 336
Морозова Ю.В.....	342
Мохов А.А.....	478
Мочалов П.С.....	149, 528
Мочалов С.П.....	19
Муйземнек О.Ю.....	187
Мусатова А.И.....	118, 247
Мышляев Л.П.....	34, 65, 101, 137, 142, 144, 306, 313

Н

Некрасова Е.В.....	161
Нестеров А.В.....	468
Нестеров С.В.....	468
Никитина Е.А.....	272
Никифоров И.К.....	178
Нисс Ю.С.....	369

Новиков А.А.....	181
Новичихин А.В.....	298
Новокрещин Б.Г.....	382, 420
Ноздрин И.В.....	464

О

Оленников А.А.....	522
Онорин О.П.....	13

П

Павлов В.В.....	242
Падалко А.Г.....	522
Панферов В.И.....	51
Панферов С.В.....	51
Перминов А.И.....	264
Петрунин М.В.....	306
Пинаев К.В.....	315
Платонова С.В.....	441
Плещёв В.В.....	357
Подбельский А.Н.....	89
Попова З.И.....	513
Пфайф Е.Д.....	388

Р

Рассказчиков Н.Г.....	209
Романов Д.А.....	300, 301
Рыбенко И.А.....	19, 149
Рыболовлев В.Ю.....	13

С

Салимова А.В.....	174
Свирская Г.С.....	295
Серебряник И.А.....	236
Сластников С.А.....	291
Соловьёв В.И.....	36
Соловьёв К.Г.....	434
Солопко И.В.....	458
Сорокин А.С.....	84, 531
Спирин Н.А.....	13, 78, 264, 346
Старовацкая С.Н.....	142, 144
Старцева М.В.....	161
Статников И.Н.....	45
Сычев С.В.....	537

Т

Терентьева М.А.....	464
Торопов Д.В.....	260
Торопчин А.С.....	281, 287
Торопчина Е.В.....	122
Трофимов В.Б.....	452

Ф

Фадеева А.Е.....	496
Федорова С.В.	236
Федотов А.А.....	394, 395, 410
Федотов А.В.....	224
Фирсов Г.И.....	45
Фрянов В.Н.....	373

Х

Халимов В.А.....	309, 313, 315
Храмцов К.А.....	346

Ц

Циряпкина А.В.....	168
Циряпкина А.В.....	137
Цымбал В.П.....	19, 515

Ч

Чапаев Д.Б.....	522
Чермянинов С.М.	161
Чернявский С.В.....	306
Чесноков Ю.Н.	215, 220, 445
Чеченин Г.И.....	485, 490, 496

Ш

Шабанов А. П.....	128
Шагалиев Р.В.	351
Шашков А.В.....	532
Шендриков А.Е.....	515
Шимова Н.В.....	264
Шипунов М.В.....	96, 168, 437
Ширяев А.С.....	417
Ширяев В.И.....	69
Ширяева Л.С.	464
Шувариков Д.П.....	515

Щ

Щипанов К.А.....	92
------------------	----

Э

Эйсмонт К.Ю.....	161
------------------	-----

Я

Ярчук В.Ф.....	115, 482
----------------	----------

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
Горев Е.В., Дубовик К.Ю., Лавриненко А.В., Комаров В.С. Информационный мобильный комплекс для оценки и прогноза текущей и ожидаемой метеорологической обстановки в области мезомасштаба	7
Спирин Н.А., Краснобаев А.В., Рыболовлев В.Ю., Лавров В.В., Онорин О.П. Разработка информационно-моделирующей системы управления доменной плавкой с учетом неравномерности распределения и материалов и газов	13
Кожемяченко В.И., Рыбенко И.А., Мочалов С.П., Цымбал В.П. Исследование взаимосвязи между режимными и конструктивными параметрами процесса и агрегата типа самоорганизующийся струйно-эмульсионный реактор	19
Кулаков С.М., Бондарь Н.Ф., Зимин В.В. О структуризации пространства подходов к исследованию автоматизированных систем на разных стадиях их жизненного цикла	26
Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Березин Д.Г., Макаров Г.В. О динамическом подобию систем управления	34
Соловьёв В.И. СМАРТ-системы управления технологическими агрегатами (Smart Coborg Systems)	36
СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	43
Статников И.Н., Фирсов Г.И. Проблемы интеллектуальной обработки информации при решении задач проектирования и идентификации динамических систем	45
Панферов В.И., Панферов С.В. Адаптивное погодное регулирование в системах отопления зданий.....	51
Гордеев Ю.В. Применение измерительных зондов в информационно-управляющих системах контроля теплофизических свойств твердых материалов	55
Кликушин Ю.Н., Кошеков К.Т., Кошеков А.К. Идентификационные измерения структуры классификационных деревьев сигналов	59
Грачев В.В., Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Венгер К.Г. Стимулирование как фактор снижения длительности выполнения проекта	65
Кожихова Н.А., Ширяев В.И. Прогнозирование коротких хаотических рядов	69
Васильев А.М. Многоуровневое представление сложных технических объектов при обработке данных в распределенных информационно-измерительных системах	73
Лавров В.В., Бурькин А.А., Спирин Н.А., Костромин А.В. Использование управляемого программного кода для создания объектов баз данных в среде Microsoft SQL Server.....	78
Сорокин А.С. Модели системы опроса в теории организации очередей	84

Подбельский А.Н.	
Вопросы построения информационно-измерительных систем для определения теплофизических свойств твердых материалов	89
Щипанов К.А.	
Управление проектами внедрения ERP-систем	92
Шипунов М.В.	
Особенности создания программного обеспечения крупных промышленных комплексов.....	96
Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Линков А.А.	
Развитие метода идентификации динамических объектов на примере установки сжигания водоугольного топлива	101
Кунинина Д.В.	
О самоорганизации нелинейных технических объектов	106
Киселева Т.В., Маслова Е.В.	
О поддержке принятия решений при управлении информационными рисками.....	111
Быков Е.А., Ярчук В.Ф.	
Информационная система удаленного доступа для эмитентов и акционеров.....	115
Валишевская Л.Г., Мусатова А.И.	
О методах управления платежным оборотом предприятия.....	118
Киселева Т.В., Торопчина Е.В.	
Экспертные системы диагностики заболеваний	122
Шабанов А.П.	
О стратегии эволюционного развития и лицензиях на использование прикладных программ для поддержки услуг информационных технологий	128
Григорьев А.С.	
Применение интеллектуального анализа данных для нахождения клонов в исходных кодах программ.....	132
Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Циряпкина А.В., Барагичев К.Е.	
К вопросу об управлении объектами с рециклом	137
Зуев Л.Б., Старовацкая С.Н., Мышляев Л.П.	
Система управления циклическими процессами с применением физической модели.....	142
Мышляев Л.П., Старовацкая С.Н., Венгер К.Г.	
Определение и реализация оптимальных траекторий управляющих воздействий в условиях неопределенности.....	144
Мочалов П.С., Калашников С.Н., Рыбенко И.А.	
Разработка математической модели динамических процессов в вихревой топке для сжигания суспензионного угольного топлива.....	149
СЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	153
Морозова В.А., Лисиенко В.Г., Еголаев В.В.	
Методология построения логико-количественных экспертных систем для интеллектуальной поддержки процессов управления в металлургии.....	155

Эйсмонт К.Ю., Завгороднев Д.В., Старцева М.В., Чермянинов С.М., Некрасова Е.В.	
Особенности функционирования систем автоматизированного управления устройствами регулируемого охлаждения проката.....	161
Лазаренко И.В.	
Методы и средства автоматического контроля в механообработке.....	165
Грачев В.В., Шипунов М.В., Циряпкина А.В.	
Создание информационного обеспечения системы автоматизации управления обогатительными фабриками.....	168
Салимова А.В.	
Опыт применения статистических методов при эксплуатации автоматизированных технологических комплексов	174
Никифоров И.К.	
Система контроля качества очистки воды на основе гибридных нейронных сетей.....	178
Новиков А.А.	
Обеспечение бесперебойного энергообеспечения сложных технических объектов за счет использования комплексных информационно-измерительных и управляющих систем.....	181
Гагарин П.Ю., Коновалов А.В., Муйземнек О.Ю.	
Особенности мультиагентной реализации САПР ковки коротких поковок.....	187
Бартош С.В., Копытов Е.Ю., Любченко А.А.	
Автоматизация проектирования технических систем с учетом периодичности обслуживания на этапе их последующей эксплуатации.....	190
Лавров В.В., Бурькин А.А.	
Реализация методов объектно-ориентированного моделирования бизнес-процессов в системе анализа и прогнозирования производственных ситуаций доменного цеха.....	195
Ибатуллин А.А.	
Способ контроля положения обработанной цилиндрической поверхности в условиях гибкого производственного модуля.....	198
Вохмяков А.М., Казяев М.Д., Казяев Д.М.	
Автоматическая система управления тепловым режимом камерной термической печи с выкатным подом.....	201
Ляховец М.В.	
О создании программного обеспечения нижнего уровня АСОДУ обогатительной фабрики.....	206
Рассказчиков Н.Г.	
Разработка и исследование систем управления процессом лазерного упрочнения	209
Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.	
Модели и результаты косвенных оценок эмиссии диоксида углерода в сталеплавильных процессах для информационной подсистемы АСУ ТП.....	215
Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.	
Структура информационной подсистемы АСУ ТП по вычислению эмиссии диоксида углерода в энерготехнологиях.....	220

Федотов А.В.	
Автоматический контроль размеров деталей при обработке в гибких производственных модулях	224
Бунаков П.Ю.	
Практические аспекты автоматизации конструкторско-технологической подготовки мебельного производства на платформе САПР БАЗИС	230
Федорова С.В., Серебряник И.А.	
Информационное развитие электронного бизнеса.....	236
Павлов В.В., Демьяненко И.А., Логунова О.С.	
Концептуальная модель подсистемы управления производством стали при использовании мелкофракционного металлолома.....	242
Мусатова А.И., Кулаков С.М., Кадыков В.Н.	
Алгоритмизация формирования производственной программы прокатного цеха	247
Мацко И.И., Логунова О.С.	
Автоматизированная система принятия решения о качестве непрерывнолитой заготовки: методики обработки изображений металлургической продукции.....	253
Торопов Д.В.	
Построение статической модели объекта при разработке экспертной системы управления колонной синтеза аммиака	260
Спирин Н.А., Шимова Н.В., Лавров В.В., Краснобаев А.В., Перминов А.И.	
Разработка автоматизированной системы для оптимизации распределения сырьевых и энергоресурсов в доменном цехе при изменении параметров плавки	264
Давыдов Ю.Ф.	
Автоматизированный контроль производства серной кислоты на предприятиях цветной металлургии	268
Данилушкин А.И., Никитина Е.А.	
О системе управления индукционным нагревом крупногабаритных заготовок в трехфазном магнитном поле	272
Зимин В.В., Левченко С.П., Зимин А.В.	
Нормативная модель системы учета ИТ-активов и их конфигураций.....	276
Зимин В.В., Торопчин А.С., Зимин А.В.	
Классификация и механизмы управления девиантным функционированием ИТ-сервисов.....	281
Торопчин А.С., Зимин В.В.	
Система оперативного управления девиантным функционированием ИТ-сервисов.....	287
Сластников С.А.	
Выбор методики интеграции логистической системы и ее применение.....	291
Кузнецова Е.С., Свирская Г.С., Дивин Г.В., Карачевцев И.О.	
Анализ загрузки опорных подстанций металлургического комбината.....	295
Новичихин А.В.	
Разработка механизма планирования в социально-экономических системах топливно-сырьевого региона	298

Жмакин Ю.Д., Романов Д.А., Коновалов С.В., Кузнецов В.А., Громов В.Е. Система автоматического регулирования многоконтурным генератором мощных токовых импульсов.....	300
Жмакин Ю.Д., Романов Д.А., Будовских Е.А., Кузнецов В.А., Громов В.Е. Система автоматизированного управления электровзрывной установкой ЭВУ 60/10.....	301
Кипервассер М.В., Аниканов Д.С., Альмиметова О.И., Инжелевская О.В. Диагностика дефектов механической части конвейерного транспорта путем автоматического контроля состояния электропривода.....	302
Мышляев Л.П., Агеев Д.А., Чернявский С.В., Петрунин М.В. Параметрическая адаптация модели прогнозирования массы жидкой стали кислородно-конвертерной плавки.....	306
Халимов В.А., Линков А.А., Киселев С.Ф. Автоматизированная система управления складом ЦОФ «Березовская».....	309
Мышляев Л.П., Халимов В.А. Постановка задачи оптимизации комплекса производства (на примере современной углеобогащительной фабрики).....	313
Пинаев К.В., Ляховец М.В., Халимов В.А., Березин Д.Г. Особенности внедрения автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом обогащения угля в ООО «УК Разрез Степной».....	315
Левченко С.П., Зимин В.В. Нормативная модель системы управления релизами и развертыванием ИТ-сервисов	318
СЕКЦИЯ 3. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	325
Аристов В.В. Учебная система автоматизированного синтеза дискретных автоматов	327
Батищев А.В. Автоматизация процессов оценки результатов учебной деятельности обучающихся посредством дистанционных образовательных технологий.....	330
Морозова В.А., Лисиенко В.Г., Еголаев В.В. Концепция и опыт построения it-тренажеров для обучения управлению сложными энергонасыщенными объектами.....	336
Морозова Ю.В. Организация самостоятельной работы студентов в среде MOODLE.....	342
Лавров В.В., Спирин Н.А., Бурыкин А.А., Храпцов К.А., Ерофеев М.М. Принципы разработки и технология использования электронных образовательных ресурсов по курсу «Компьютерное моделирование технологических процессов»	346
Шагалиев Р.В., Гольцев В.А. Разработка программно-аппаратного лабораторного комплекса для изучения микропроцессорной техники концерна «Siemens»	351

Плещёв В.В. Автоматизированная универсальная компетентностно-адаптивная обучающая система «Вариант».....	357
Исаченко О.В. Концепция создания автоматизированной системы оценки качества подготовки научных и педагогических кадров в системе педагогического образования	363
Бабичева Н.Б., Ляховец М.В. Комбинированная методика расчета рейтинга абитуриента	367
Нисс Ю.С., Киселева Т.В. Системы менеджмента качества в практике российских вузов.....	369
Дмитриева О.В., Фрянов В.Н. Особенности формирования портфеля образовательных и научно-исследовательских услуг университета в современных условиях	373
Кулаков С.М., Бондарь Н.Ф., Добрынин А.С. Методы и алгоритмы синтеза университетских расписаний на основе принципа согласованного управления.....	378
Новокрещин Б.Г. Социальные сети в образовательной практике	382
Гудов А.М., Пфайф Е.Д. Автоматизированная модель оценки персонала для системы электронного документооборота вуза	388
Гулевич Т.М., Федотов А.А., Макаров Г.В. Создание и применение учебных комплексов на базе web-технологий в вузах и инженерных центрах производственных предприятий.....	394
Бауэр И.К., Гулевич Т.М., Кулаков С.М., Федотов А.А. Интернет-технологии в автоматизированном обучающем комплексе.....	395
Гулевич Т.М., Бондарь Н.Ф., Морозов П.А. Обучение выбору алгоритмов решения задач	401
Веревкин В.И., Веревкин С.В., Атавин Т.А. Расписание занятий, как средство управления учебным процессом образовательного учреждения	407
Федотов А.А. Подсистема управления доступом к функционально распределенным модулям автоматизированного обучающего комплекса.....	410
Веревкин В.И., Веревкина Н.Н., Гринберг М.В. Стимулирование творческого процесса с воздействием на подсознание обучающегося.....	414
Ширяев А.С., Львова Е.И. Информационная система шахматного клуба	417
Новокрещин Б.Г. Инновационный потенциал LMS MOODLE	420

СЕКЦИЯ 4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	427
Гусев С.С.	
Построение математической модели динамического объекта для прогноза температуры на входе реактора на быстрых нейтронах по экспериментальным данным	429
Денисов М.А., Бугрин И.С., Соловьев К.Г.	
Методы теплофизических исследований для ввода в эксплуатацию АСУ тепловой работой нагревательных печей	434
Грачев В.В., Шипунов М.В., Барагичев К.Е.	
Опыт наладки информационного и программного обеспечения автоматизированных комплексов обогатительных фабрик	437
Платонова С.В., Гулевич Т.М., Андрианов О.Н., Логинов В.В., Морозов П.А., Мальцев В.В.	
Микропроцессорная специализированная тензометрическая система для определения напряжений в грунте	441
Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.	
Программный модуль для вычисления технологических парниковых чисел	445
Данилевич С.Б.	
Автоматизация исследования методик многопараметрического измерительного контроля	450
Трофимов В.Б.	
Прототипный подход к построению экспертных систем	452
Солопко И.В.	
Автоматизированный расчет оптимальных размеров инструмента при проектировании экспериментальной установки для непрерывного литья-прессования методом конформ	458
Ноздрин И.В., Ширяева Л.С., Терентьева М.А.	
Компьютерное моделирование режимов эффективной переработки в плазменном реакторе хромсодержащего дисперсного сырья	464
Нестеров А.В., Нестеров С.В.	
Анализ акустических характеристик некоторых промышленных объектов управления	468
Милованов М.М.	
Разработка инструментальной системы моделирования процессов предприятия (ИС МПП)	472
Козлов В.В.	
Моделирование IT-инфраструктуры бизнеса	476
Мохов А.А., Авдошин А.С.	
Настройка терминального сервера для пакета программ 1С на Windows Server 2008 R2	478
Грачев А.В.	
Об этапах моделирования передачи данных по линиям атмосферной оптической связи	480

Ярчук В.Ф.	
Реализация подсистемы ПОДФТ в системе ведения реестров акционеров	482
Максимова Н.Н., Жилина Н.М., Чеченин Г.И.	
Анализ влияния факторов среды обитания на здоровье населения (по информации автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга за 2000-2010 гг.)	485
Жилина Н.М., Чеченин Г.И.	
Здоровье дошкольников г. Новокузнецка (по информации автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга)	490
Фадеева А.Е., Жилина Н.М., Чеченин Г.И.	
Технология работы с несколькими базами данных для представления полной картины здоровья жителей г. Новокузнецка	496
Киселева Т.В., Михайлов В.Г.	
Анализ и исследование эколого-экономических рисков на примере угольных разрезов	502
Дружилов А.С., Киселёва Т.В.	
Применение классического и нейросетевого методов расчёта вероятности прогноза в многовариантном прогнозаторе	507
Попова З.И.	
Применение искусственного интеллекта в поисковых системах Интернет.....	513
Цымбал В.П., Шуварилов Д.П., Шендриков А.Е.	
Осцилляции в моделях с химическими реакциями и обратными связями в металлургических процессах	515
Оленников А.А., Падалко А.Г., Чапаев Д.Б.	
Автоматизированный лабораторный комплекс для исследований газодинамических режимов в агрегатах прямого восстановления.....	522
Мочалов П.С.	
Имитационная модель технологической схемы пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса.....	527
Сорокин А.С.	
Математическая модель времени ожидания клиента в системе мультисервер-мультиочереди	530
Шашков А.В.	
Практика внедрения автоматизированных систем диспетчеризации автотранспорта на базе навигационных технологий GPS\ГЛОНАСС	531
Сычев С.В.	
Практика внедрения систем автоматизации проектирования на примере Eplan Electric P8.....	536
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	541

Научное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ в образовании, науке и производстве

AS'2011

**ТРУДЫ VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Общая редакция
д.т.н., проф. С.М. Кулаков,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляев

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 27.10. 2011 г.

Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 32,84. Уч.-изд. л. 34,90. Тираж 500 экз. Заказ № 568.

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ