

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»
ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат»
Кузбасский научный центр
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кузбасский центр САН ВШ

*Посвящается 100-летию со дня рождения
профессора Масловского П.М*

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

AS' 2007

**ТРУДЫ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**



НОВОКУЗНЕЦК
17 - 19 МАЯ 2007 г.

УДК 658.011.56

Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VI Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2007. – 467 с.

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

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

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 07-07-06014

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

ISBN 5-7806-0249-2

© Издательский центр ГОУ ВПО
«Сибирский государственный
индустриальный университет», 2007 г.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Афанасьев К.Е. – д.ф.-м.н., проф., проректор по новым информационным технологиям КемГУ
2. Бурков В.Н. – д.т.н., проф., зав. лабораторией ИПУ имени В.А. Трапезникова РАН
3. Коровин С.К. – академик РАН, д.т.н., проф., зам. зав. кафедрой нелинейных динамических систем и процессов управления МГУ
4. Кулагин Н.М. – проф., ректор СибГИУ
5. Кулаков С.М. – д.т.н., проф., проректор СибГИУ по научной работе и развитию
6. Мышляев Л.П. – д.т.н., проф., профессор СибГИУ
7. Рыков А.С. – д.т.н., проф., профессор МИСиС
8. Спирин Н.А. – д.т.н., проф., зав. кафедрой теплофизики и информатики УГТУ-УПИ
9. Хомченко В.Г. – д.т.н., проф., зав. кафедрой автоматизации и робототехники ОмГТУ
10. Шурыгин Ю.А. – д.т.н., проф., директор НИИ автоматики и электромеханики при ТУСУР

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Кулаков С.М. – д.т.н., проф., проректор по научной работе и развитию СибГИУ – председатель
2. Мышляев Л.П. – д.т.н., проф., профессор СибГИУ – зам. председателя
3. Мочалов С.П. – д.т.н., проф., проректор по информатизации СибГИУ – зам. председателя
4. Львова Е.И. – д.т.н., доц., профессор СибГИУ – ученый секретарь
5. Зимин В.В. – к.т.н., доц., руководитель регионального центра информационных технологий ООО «Евразхолдинг»
6. Татаринов А.Е. – начальник управления метрологии и эксплуатации САТП ОАО «НКМК»
7. Киселева Т.В. – д.т.н., проф., зав. кафедрой систем информатики и управления СибГИУ
8. Островлянчик В.Ю. – д.т.н., проф., зав. кафедрой автоматизированного электропривода и промэлектроники СибГИУ
9. Чеченин Г.И. – д.м.н., директор кустового медицинского информационно-аналитического центра г. Новокузнецка
10. Трофимов В.Б. – аспирант СибГИУ – технический секретарь

П.М.МАСЛОВСКИЙ
ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Фридрих М.В.,
заведующая музеем
истории СибГИУ,
июнь, 2006 г.*

В 2006 году исполнилось 100-лет со дня рождения лауреата Государственной премии, профессора, заведующего кафедрой автоматизации металлургического производства Сибирского металлургического института, доктора технических наук Петра Модестовича Масловского.

Петр Модестович Масловский был представителем того поколения, которое строило Кузнецк, Магнитку, которое прошло большую школу жизни. Учителем Масловского был главный инженер КМК, академик Иван Павлович Бардин. Познакомился с ним выпускник Томского политехникума П.М. Масловский в 1930



году, когда прибыл на строительство Кузнецкстроя. Бардин принял большое участие в судьбе молодого специалиста, он предложил Масловскому заняться проблемой топливной базы КМК.

Задание Бардина было исключительно ответственным, знать надо было многое. Знаний же не хватало. В 1932 году Петр Масловский сдал вступительные экзамены и был зачислен студентом-вечерником в Сибирский институт черных металлов (ныне – СибГИУ).

«Учение в институте занимало у вечерников все свободное время. Занятия проводились пять раз в неделю, с 7 до 11 часов вечера. Воскресные дни уходили на самостоятельную работу с книгой, выполнение различных домашних заданий. Все годы учения приходилось ограничивать себя в отдыхе, и в разного рода развлечениях» – вспоминал о годах учебы в институте П.М.Масловский.

В музее истории университета хранится фотография студентов-вечерников первого выпуска, окончивших институт в марте 1937 года. Среди них П.М. Масловский, молодой Г.И. Ермолаев, позже начальник одного из прокатных цехов, затем директор КМК, П.С. Плеханов, который стал кандидатом технических наук, заместителем главного инженера КМК, начальником технического отдела КМК работал кандидат технических наук Д.С. Качурин.

В самый разгар Великой Отечественной войны, зимой 1942 года, П.М.Масловский работал над вопросами теплотехники металлургических агрегатов, исследовал гидродинамические основы факельного горения. Завершением этих работ явилась защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. А за разработку проблемы автоматизации теплового режима мартеновских печей Петру Модестовичу, в числе других работников КМК, была присуждена в 1947 году Государственная премия.

Вскоре пришло письмо от вице-президента Академии наук СССР Ивана Павловича Бардина. Он пригласил Петра Модестовича в докторантуру института металлургии, который в то время возглавлял. Масловский с блеском защитил докторскую диссертацию, а в 1954 году он был приглашен на работу в Сибирский металлургический институт.

С этого времени П.М. Масловский непрерывно, в течение 23 лет, трудился в СМИ. Вначале профессором на кафедре металлургии печей, а затем, с 1959 года – заведующим кафедрой автоматизации металлургического производства. В 1963 году был первый выпуск инженеров-автоматчиков и первый набор в аспирантуру. Со временем кафедрой было завоевано право на научное направление, ориентированное на создание комплексной автоматизированной системы управления металлургическим производством. Из выпускников кафедры, из числа инженеров-практиков КМК, Запсиба, Карагандинского и других металлургических заводов, были приглашены молодые и зрелые специалисты, которые стали участниками, помощниками П.М. Масловского. Впоследствии они стали доцентами, профессорами, докторами технических наук. Это В.Д. Марон, П.Г. Барановский, В.П. Цымбал, В.П. Авдеев, Т.М. Гулевич, С.М. Кулаков, Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, П.Г. Белоусов и другие.

Научная работа П.М. Масловского в соавторстве с Б.И. Поповым «Программное авторегулирование теплового режима мартеновских печей», которая вышла в свет в 1953 году, была переведена на китайский язык и стала единственным учебным пособием для многих студентов индустриальных вузов Китайской народной республики. Большую работу проводил П.М. Масловский в СМИ и как заместитель главного редактора журнала «Известия вузов. Черная металлургия».

Имя Петра Модестовича Масловского, как одного из талантливейших ученых, педагогов и воспитателей своего времени, бережно хранит история Сибирского государственного индустриального университета.

ШКОЛА МАСЛОВСКОГО

*А. Берлин
старший преподаватель ФОП,
19.06.1976 г.*

Доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР, профессор Петр Модестович Масловский более двадцати лет работает в СМИ, из них тринадцать заведует кафедрой автоматизации металлургического производства. Он автор многих научных трудов, редактор журнала «Известия вузов. Черная металлургия». Кафедрой, которую он возглавляет, подготовлено около семисот инженеров – они трудятся на заводах, в учебных, исследовательских и проектных институтах Сибири, Дальнего Востока, Казахстана, Урала. Среди учеников П.М. Масловского доктор и двадцать четыре кандидата технических наук. Вся жизнь ученого-металлурга связана с нашим городом. 21 июня 1976 года в Сибирском металлургическом институте отметят 70-летие П.М. Масловского.

После окончания политехникума в Томске в 1930 году, он был направлен на строительство КМК. Многотысячный коллектив возглавлял тогда главный инженер Кузнецкстроя, его технический директор Иван Павлович Бардин. В одной из бесед он говорил Масловскому, в то время молодому технику: «Вы – счастливое поколение.

Строить такой грандиозный завод – это такая счастливая судьба. Через каких-нибудь 5-10 лет здесь будет город, которому металл, уголь и вода дадут жизнь. Вы, как и я, металлург. А металлургия – это самая захватывающая и романтическая отрасль производства. У меня к вам есть предложение...» Так Масловский занялся проблемой топливной базы комбината. Задание Бардина было исключительно ответственным. Знания приобретались в ходе работы, а знать надо было много...

Когда организовался институт черных металлов (так тогда назывался СМИ), Масловский стал студентом-вечерником. Институт помещался в нескольких временных деревянных бараках. Здесь студенты жили, здесь же шли занятия. В помещении топили железные печи, в которые дежурные подбрасывали уголь, отрываясь от записи лекций. Своего постоянного здания институт не имел, некоторые лабораторные занятия студенты проводили в контрольно-испытательных лабораториях КМК. Но потом они своими руками построили учебный корпус СМИ, появились новые лаборатории – прокатного производства, литейного дела и другие. Сюда по указанию Ивана Павловича Бардина было передано с КМК много ценного оборудования. Среди преподавателей были известные профессора – Н.В. Гутовский, Н.А. Костылев и В.П. Марков.

Счастьем считал Масловский то, что ему довелось работать с Иваном Павловичем Бардиным.

Когда закончили первую очередь строительства, одной из главных задач было совершенствование металлургических агрегатов. Нужно было модернизировать мартеновские печи. В самый разгар Великой Отечественной войны, зимой 1942 года, Масловский работал над вопросами теплотехники металлургических агрегатов, исследовал гидродинамические основы факельного горения. Завершением этих работ явилась защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Занимался он и проблемами автоматизации теплового режима мартеновских и доменных печей. Наряду с усовершенствованием конструкции печей основной задачей оставалось внедрение автоматизации тепловых процессов. Вместе с инженером комбината С.С. Гудовщиковым, а также с инженерами Ю.Ф. Коштылом и Б.И. Поповым в 1945 году им была разработана схема, в которой взаимосвязаны основные узлы управления мартеновской печью. Сложные теплотехнические процессы сведены к регулированию расхода топлива: увеличивая его или уменьшая, сталевар стал управлять всем тепловым процессом. Остальные узлы управления регулировались автоматически по заранее рассчитанным и проверенным программам.

Оборудование мартеновских печей автоматическим управлением по «схеме КМК» обеспечило более постоянный режим работы печей, хорошую полноту горения и сокращение удельного расхода топлива, ровный нагрев регенераторов, большую стойкость сводов.

«Схема КМК» в октябре 1945 года обсуждалась на техническом совете Наркомчермета и была принята в качестве типовой для всех мартеновских печей Советского Союза. Создателям схемы связного регулирования, в том числе и Масловскому, была присуждена Государственная премия СССР. А вскоре пришло письмо от вице-президента Академии наук Ивана Павловича Бардина: он пригласил Петра Модестовича в докторантуру. В 1951 году Масловский успешно защитил докторскую диссертацию, в которой разработал систему автоматического регулирования мартеновского процесса.

Заведующим кафедрой автоматизации металлургического производства СМИ он стал с момента ее создания. В 1963 году состоялся первый выпуск инженеров-автоматчиков и первый набор в аспирантуру. Они, первые выпускники аспирантуры,

стали сейчас его помощниками. Это недавно защитивший докторскую диссертацию профессор В.П. Цымбал, доценты В.П. Авдеев и С.М. Кулаков, В.Ф. Евтушенко и другие.

Сотрудники, аспиранты, инженеры-исследователи, бывшие выпускники на заводах активно разрабатывают широкий круг вопросов – от математических моделей объектов и алгоритмов управления до новых технических средств, тренажеров для обучения специалистов КМК и ЗСМК навыкам управления.

Сегодня все больше и больше завоевывает признание направление, связанное с применением новейших методов математики и вычислительной техники для комплексной автоматизации металлургического производства. По всем научным разработкам имеется свыше двухсот публикаций во всесоюзных и семь в международных изданиях, зарегистрировано девять изобретений. Осенью этого года на базе СМИ будет проводится всесоюзная школа – семинар «Техника адаптивных систем». Организует ее институт проблем управления АН СССР.

- Мы стараемся, - говорит П.М. Масловский, - чтобы наша научная молодежь участвовала как можно больше в различных совещаниях, конференциях, школах и симпозиумах. Руководитель не должен монополизировать только для себя право выступать с докладом о результатах работы кафедры. На научном форуме молодой исследователь может завязать интересные личные связи, получить максимум информации о последних достижениях в той области, в которой он работает. Все это является очень полезным для его становления как научного работника, для формирования собственных научных взглядов.

А вот, что говорит о своем учителе его ученик В.П. Цымбал, профессор кафедры автоматизации, доктор технических наук:

- С Петром Модестовичем Масловским я познакомился в конце 1959 года, когда работал начальником мартеновского цеха металлургического завода в Темир-Тау, приехал сдавать вступительные экзамены в аспирантуру по кафедре металлургии стали.

«Меня одолевали сомнения: смогу ли я, инженер-металлург, сделать что-то в области автоматизации? Однако Петр Модестович рассеял эти сомнения, убедив, что наиболее интересные результаты получаются на стыке наук. Так я стал его первым аспирантом на вновь организованной кафедре автоматизации металлургического производства.

Принцип использования достижений смежных отраслей знаний оказался плодотворным. Петр Модестович твердо придерживается убеждения, что тему диссертационной работы аспирант должен определить сам. И в ходе работы над диссертацией он старался предоставить мне как можно больше самостоятельности, в то же время умело ее направляя. Тактичность, уважение, чувство собственного достоинства подчиненных и в то же время настойчивость и требовательность в необходимых случаях – характерные черты Петра Модестовича как руководителя».

Петр Модестович убежден, что учить надо так, чтобы можно было потом учиться другим, в том числе и самому учителю.

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ¹

С.К. Коровин,^{*} Л.П. Мышляев,^{**} А.А. Ивушкин,^{***} А.С. Рыков,^{****}
Г.П. Сазыкин,^{*****} С.Ф. Киселев^{*****}

^{*} МГУ, г. Москва; ^{**} СибГИУ, г. Новокузнецк; ^{***} ЗАО «Сибшахтострой», г. Новокузнецк;
^{****} МИСиС, г. Москва; ^{*****} ЗАО «Гипроуголь», г. Новосибирск;
^{*****} ООО «НИЦ СУ», г. Новокузнецк

На сегодняшний день следует признать, что уровень оснащения промышленных предприятий техническими средствами автоматизации достаточно высок. Основная предпосылка тому доступность рынка и достаточно умеренные цены современных технических средств измерения и контроля технологических процессов, высокопроизводительных микропроцессорных контроллеров и компьютеров, средств телекоммуникаций и пакетов прикладных программ, обеспечивающих разработчиков систем автоматизации прекрасным инструментарием для создания информационного обеспечения систем. Сокращаются сроки проектирования и затраты на технические средства централизованного контроля и управления технологическими процессами, возрастает полнота и качество визуального представления информации о результатах контроля и управления. Появилась возможность создания гибких систем автоматизации достаточно просто адаптируемых к изменяющимся требованиям и условиям функционирования автоматизированных технологических комплексов. Все это не могло не способствовать широкому применению современных программно-аппаратных средств при создании новых и реконструкции действующих объектов не только в тех отраслях (например, в металлургии), которые традиционно шли впереди в вопросах автоматизации. Теперь в этой области не отстает и угольная промышленность, где очень убедительным оказался положительный опыт оснащения новых углеобогащительных фабрик («Антоновская», «Бачатская», «Заречная», «Междуреченская») и шахт современными системами автоматизации.

Казалось бы, можно только радоваться в предвкушении обильных экономических плодов от столь впечатляющих успехов продвижения современных средств автоматизации в промышленности. Плоды конечно есть. Применение современных высоконадежных технических средств автоматизации, широкие возможности контроля, диагностики состояния и защиты технологического оборудования, агрегатов и процессов, контроля действий оперативного персонала способствуют повышению производственной и технологической дисциплины и сохранности технологического оборудования, обеспечивают повышение надежности функционирования и сокращение внеплановых простоев автоматизированных технологических комплексов. Все это дает весьма ощутимый экономический эффект. Полнота сведений о контролируемых и управляемых технологических процессах и оборудовании, весьма квалифицированное использование разработчиками прекрасных возможностей программно-технических средств для представления этих сведений пользователям обеспечивают впечатляющий «визит-эффект» и создают иллюзию практически неограниченных возможностей систем автоматизации. Действительность же, мягко говоря, несколько иная, если ставить вопрос об автоматизации управляющих функций.

Как правило, этими системами решаются задачи автоматического программно-логического управления оборудованием, агрегатами и механизмами, обеспечивая их взаимосогласованное плановое (при запуске или остановке поточно-транспортных систем) и

¹ Работа поддержана РФФИ, гранты № 06-07-89042, № 07-07-00151

аварийное включение и отключение в соответствии с требованиями технологического регламента, безопасности эксплуатации и сохранности оборудования. Автоматизация же управления технологическими процессами, в большинстве случаев, сводится к созданию локальных контуров регулирования технологических переменных, в лучшем случае, связанного регулирования двух-трех переменных с использованием типового пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) алгоритма. Зачастую системы автоматизации крупных производственных комплексов (например, угольных шахт, обогатительных фабрик) создаются в виде совокупности локальных, не связанных между собой систем автоматизации отдельных технологических участков и производственных подразделений, интеграция которых в целостный автоматизированный технологический комплекс даже не предусматривается.

Вопросы автоматизации управления технологическим комплексом с решением задач оптимизации технологических режимов по отдельным стадиям технологического процесса и по технологическому комплексу в целом, согласованной оперативной коррекции заданий на режимные параметры технологических процессов при существенных запаздываниях в управлениях, состояниях, измерениях в условиях значительных координатных и параметрических неопределенностей просто не рассматриваются. Выполнение этих функций целиком и полностью возлагается на производственный персонал, который просто не в состоянии сделать это без соответствующих средств автоматизации и методического обеспечения. ***Но ведь только с решением именно этих задач и возможно достижение настоящей экономической эффективности автоматизированного технологического комплекса.*** К сожалению, в большинстве современных систем автоматизации управления технологическими процессами и комплексами, основное внимание уделяют автоматизации информационных функций, а «визит-эффект» лишь маскирует их функциональную несостоятельность и интеллектуальную ограниченность в автоматизации управляющих функций.

Причин столь удручающего состояния дел в сфере автоматизации управления технологическими и производственными процессами много. Современные социально-экономические условия породили ряд особенностей и дополнительных проблем разработки и реализации проектов автоматизированных технологических комплексов в промышленности вообще и в угольной отрасли в частности. Остановимся лишь на некоторых из них, на наш взгляд основных.

1. За последнее десятилетие произошел частичный или полный распад сложившихся коллективов исследователей, проектировщиков, монтажников – наладчиков и, что очень важно, налаженных взаимосвязей между ними. Фактически разрушен институт отраслевых Головных научно-исследовательских и проектных организаций, отслеживавших тенденции развития теории и практики технологии и управления, худо-бедно, но обеспечивавших новизну и согласованность технических решений при проектировании автоматизированных технологически комплексов. Тем самым уничтожена нормативная и методическая база, определяющая современный и конкурентоспособный уровень технических решений в области автоматизации промышленных объектов, что незамедлительно сказывается на процессе и результатах создания систем автоматизации.

2. Поставляемые комплектно с технологическими агрегатами зарубежного и отечественного производства средства автоматизации имеют очень низкий по современным представлениям "интеллектуальный" уровень, в подавляющем большинстве случаев решаются лишь задачи локального регулирования на базе типовых алгоритмов; как показал опыт работы с поставщиками импортного технологического оборудования, интеллектуальная «начинка» средств автоматизации, предлагаемых ими для комплектной поставки с технологическим оборудованием, в лучшем случае, сопоставима с тем, что делается у нас (и уж конечно, при несопоставимой стоимости). И если Заказчик на стадии подготовки контрактов четко не формулирует требований к функциональному и техническому уровню этих систем, получает продукцию вчерашнего дня. А нередко и двадцати-тридцатилетней давности, чему уже имеются примеры у нас в Кузбассе. Когда же

встает вопрос о поставке современных систем с высоким уровнем автоматизации не только информационных функций, но и функций управления технологическим комплексом, оказывается, что за рубежом стоимость их проектирования и технической реализации приближается к стоимости технологических комплексов. Конечно же, в наших условиях это просто неприемлемо.

3. Попытки решить проблему создания высокоэффективных систем автоматизации конкретных производственных комплексов посредством организации конкурсов (тендеров) зачастую не достигают желаемого результата по следующим причинам:

- жесткие финансовые ограничения со стороны владельцев строящихся предприятий, желающих свести к минимуму затраты на строительство в целом и на системы автоматизации в частности, не предвидя, что средства, вложенные в автоматизацию управляющих функций окупятся сторицей;
- отсутствие в соответствующих службах Заказчика специалистов достаточной квалификации, способных не только корректно с системных позиций поставить задачу и сформулировать требования к создаваемым системам автоматизации, особенно в части структуры, математического и методического обеспечения управляющих функций, но и аргументированно обосновать их перед руководством; не способствует этому и отсутствие соответствующих аналогов в зарубежных разработках, на которые ныне принято ориентироваться больше, чем на отечественный опыт создания и успешной эксплуатации многофункциональных систем автоматизации управления технологическими процессами, например в металлургии еще в конце прошлого столетия;
- отсутствие нормативно-правовой базы, обеспечивающей защиту интеллектуальной собственности в области научно-методических и технических разработок, вынуждает разработчиков «закрывать» доступ к современным своим методическим и алгоритмическим решениям в области автоматизации управления, используя их только для своих нужд, что явно не упрощает задачу объективной оценки современного состояния дел и принятия решений, адекватных современным научно-техническим достижениям в этой области;
- как правило, в конкурсных условиях четко не оговариваются критерии отбора предложений, не принято информировать детально участников конкурса, чьи предложения отвергаются, о результатах с четким указанием преимуществ предложений победителя конкурса; в этих условиях с трудом верится в объективность решений конкурсных комиссий, а многократные переносы сроков проведения тендеров «по просьбе некоторых участников» только укрепляют разработчиков в мысли о незащищенности их интеллектуальной собственности и тенденциозности проводимых конкурсов.

В итоге, разработка систем автоматизации сложных промышленных комплексов нередко поручается организациям, не имеющим адекватного задачам кадрового и методического обеспечения, опыта решения комплекса вопросов проектирования систем управления и ввода их в действие. Хуже того, проектирование систем автоматизации отдельных компонентов комплекса поручается разным организациям и ответственности за создание целостной системы никто не несет. Нарушается системная последовательность проектирования: от общей схемы к частным решениям. Разработка полноценного Технического задания на создание системы автоматизации, как основополагающего документа, концентрирующего результаты предпроектных исследований и разработок, определяющего требования к системе по всем ее параметрам и к организации работ по созданию системы, становится почти «экзотикой». В результате, проектные решения по системам автоматизации управления промышленных комплексов зачастую не соответствуют, в полной мере, производственным нуждам, грешат функциональной, технической и информационной несогласованностью отдельных подсистем. Вскрывается

это, в лучшем случае, при выполнении пусконаладочных работ. Устраняется же, если устраняется вообще, лишь в процессе эксплуатации систем с немалыми дополнительными финансовыми и временными затратами. Этому в немалой степени способствует и пассивность соответствующих служб Заказчика, особенно на вновь строящихся предприятиях, не имеющего возможности повлиять на ход и результаты проектирования в силу неуккомплектованности штата квалифицированными специалистами.

4. Несмотря на очевидную необходимость совместного проектирования технологических агрегатов (производств) и управляющих систем, как тесно взаимосвязанных элементов целостной системы управления, до сих пор нет даже общих постановок задач совместного проектирования объекта управления и управляющей системы. Традиционно преобладает раздельное проектирование объектов управления (технологических агрегатов и производств) и управляющих систем. Проектные решения в технологической части при таком подходе не учитывают всех возможностей и ограничений современных методов, алгоритмов и программно-технических средств автоматизации управления. Эти решения в большей мере ориентированы на снижение затрат на технологическое оборудование, здания и сооружения, чем на обеспечение удобства и эффективности управления производственным процессом. Классический же подход к синтезу управляющих алгоритмов и систем базируется на знании модели объекта, то есть, ориентирован на уже спроектированный объект управления. Поэтому приходится прибегать к установке дополнительных датчиков, применять качественно более сложные алгоритмы и программно-аппаратные средства управления. Разработка, техническая реализация, настройка и последующая эксплуатация такой системы требует гораздо больших затрат, чем могло быть при более рациональных (с точки зрения управления) решениях в технологической части проекта.

5. Ухудшилось кадровое и методическое обеспечение разработки и проектирования промышленных систем автоматизации управления. Резко сократилась прямая и косвенная (за счет регламентации отчислений на научно-техническое развитие из прибылей промышленных предприятий) государственная поддержка прикладных научно-исследовательских работ, выполнявшихся ранее в ВУЗах и НИИ на хоздоговорной основе. Пассивность же, а зачастую и просто неспособность соответствующих научно-административных структур и профессорско-преподавательского состава большинства ВУЗов решать самостоятельно вопросы организационно-финансового обеспечения научно-исследовательских работ в современных рыночных условиях, привели к свертыванию прикладных научных исследований, утере высококвалифицированных сотрудников и падению научного потенциала ВУЗов. Но без регулярной научной работы и решения практических инженерных задач невозможно продвижение вперед в вопросах научно-методического обеспечения учебного процесса, не говоря уже о создании конкурентоспособных разработок для продвижения на рынке систем автоматизации. С понижением научного потенциала ВУЗы фактически лишились способности готовить высококвалифицированных специалистов, в частности в области автоматизации, недостаток которых все острее ощущается проектными организациями и промышленными предприятиями. А сокращение государственного финансирования и упор на платное высшее образование, все большее распространение таких форм обучения как дистанционное, аттестация в виде тестирования в этих условиях не только не стимулируют повышение качества подготовки специалистов, но подталкивают ВУЗы, по сути, к «штамповке» дипломов. О квалификации выпускаемых при этом «специалистов» гадать не приходится.

Для выхода из сложившейся ситуации и повышения научно-технического уровня создаваемых систем, по нашему мнению, следует обратиться к опыту прошлого. Не даром говорится, что «новое – это хорошо забытое старое». Необходимо использовать все лучшее и рациональное из существовавшей ранее практики организации создания автоматизированных технологических комплексов, когда достаточно успешно разрабатывались и внедрялись системы автоматизации, по функциональным возможностям и

эффективности решения задач управления не уступавшие, а чаще всего, превосходившие свои зарубежные аналоги.

Разумеется, никто не призывает к возрождению проектных и исследовательских институтов-монстров. Это нереально и нецелесообразно в экономическом и организационном плане. Но в рамках существующего правового пространства возможно на совершенно новой организационной и экономической основе восстановить взаимосвязи между организациями (независимо от форм собственности), выполняющими исследовательские, проектные и монтажно-наладочные работы. Примером тому может служить консорциум, созданный Новосибирским ЗАО «Гипроуголь», Новокузнецкими ЗАО «Сибшахтострой» и ООО «Научно-исследовательский центр систем управления». Сконцентрировав организационные и технические ресурсы, знания и опыт высококвалифицированных специалистов консорциум способен выполнять весь комплекс научно-исследовательских, проектных, строительно-монтажных и пусконаладочных работ по созданию современных высокоавтоматизированных производственных объектов и благодаря этому эффективнее отстаивать свои позиции в конкурентной борьбе. Более того, тесное взаимодействие и обмен информацией между объединившимися организациями, разрабатывающими и внедряющими системы автоматизации, создают условия для повышения активности и эффективности их работы. Ведь на рынке услуг по проектированию, комплектации и внедрению систем автоматизации работают сравнительно небольшие организации (а именно небольшие организации в этой сфере и могли выжить в предыдущий период). Действуя обычно сообразно с ограничениями своей специализации и кадрового обеспечения, эти организации, зачастую, теряют крупные заказы, в том числе за пределами региона, особенно при наличии жестких временных ограничений. Картина может резко измениться, при наличии информации о деятельности других подобных организаций, возможности привлечения их к выполнению работ на условиях субподряда. И наконец, появится возможность перейти от слов о необходимости экспорта высокоинтеллектуальной продукции к реальным шагам в этом направлении.

Только благодаря совместным и взаимосогласованным усилиям можно рассчитывать на успех в решении таких проблем научно-методического, технического и организационного характера, имеющих ключевое значение для успешного продвижения на рынок систем автоматизации, как:

- научно-методическое обеспечение совместного проектирования технологических агрегатов (производств) и управляющих систем, как тесно взаимосвязанных элементов целостной системы управления, в том числе целенаправленного изменения не только параметров, но и структуры объекта управления в процессе эксплуатации системы;
- развитие теоретических основ и методов синтеза алгоритмов управления объектами с целенаправленно изменяемой структурой при существенных запаздываниях в управлениях, состояниях и измерениях в условиях значительных координатных и параметрических неопределенностей на базе комбинированного (натурно-математического) имитационного моделирования;
- научно-методическое и техническое обеспечение испытаний, настройки и наладки сложных алгоритмических и программно-технических комплексов в системах автоматизации, включая вопросы создания комплексных полигонов;
- методическое, организационное и техническое обеспечение целенаправленной подготовки специалистов, как для собственных нужд, так и для служб эксплуатации систем автоматизации, особенно для предприятий, удаленных от крупных научно-технических центров;

- наработка и распространение типовых решений по алгоритмическому и программно-техническому обеспечению контроля и управления как простейшими технологическими агрегатами, так сложными технологическими комплексами;
- планирование динамики по составу и ресурсному обеспечению работ по проектированию и вводу в действие систем автоматизации с учетом этапности работ и постоянного изменения структуры создаваемых системы управления;
- организационное и техническое обеспечение сервисного обслуживания переданных в эксплуатацию систем автоматизации на предприятиях, не имеющих собственной достаточно развитой инфраструктуры;
- организация консалтинга потенциальных заказчиков по вопросам комплектации приобретаемого импортного оборудования средствами автоматизации, соответствующими современному научно-техническому уровню и способными к интеграции в системы автоматизации.

Именно комплексность решения всех этих вопросов будет способствовать оснащению предприятий высокоэффективными автоматизированными системами управления и продвижению их на рынок внутри страны и за ее пределами.

Еще один немаловажный вопрос, требующий безотлагательного решения, заключается в том, чтобы не допустить проникновения на предприятия из-за рубежа, научно-технической продукции (технической и проектной документации, программно-аппаратных комплексов), уступающей аналогичной продукции, производимой и поставляемой организациями в России. Здесь свою роль могли бы сыграть специализированные научно-технические советы при администрациях областей, проводящие экспертизу научно-технических и проектных решений, в том числе и при закупке импортных систем.

Уверенность в реальности изложенных выше предложений базируется не на пустом месте. Западно-Сибирский регион, в частности Кузбасс, располагал передовой научно-технической базой в сфере автоматизации производственных процессов. Научно-методические и практические разработки в области исследования промышленных систем, алгоритмизации управления объектами с запаздыванием, испытаний и наладки систем управления, приоритет в которых принадлежит Кузбассу, широко внедрялись в практику автоматизации управления производственными процессами металлургических предприятий страны и за рубежом. Этот научно-технический и кадровый потенциал, хоть и частично, но сохранился и может быть использован для продолжения работ в данном направлении.

Значительная часть квалифицированных специалистов-практиков не поменяла профессиональной ориентации и продолжает заниматься вопросами создания систем автоматизации. Свидетельством тому может служить достаточно успешная деятельность по автоматизации управления на угледобывающих и углеобогащающих предприятиях Кузбасса.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ

В.В. Лавров, И.А. Бабин, А.А. Бурыкин, Л.Е. Бессонова, Н.А. Спирин

Уральский государственный технический университет – УПИ, г. Екатеринбург

Значительную роль в успешном внедрении и использовании информационно-моделирующих систем, представляющих собой компьютерные реализации научно-обоснованных математических моделей, играет качество разработанного программного обеспечения. Среди наиболее значимых показателей качества современных программных средств выделены функциональность, надежность, легкость применения и

сопровождаемость. Указанные показатели фиксируются во внешнем описании программного обеспечения, которое разрабатывается на основе требований заказчиков. Разработка качественного программного обеспечения информационно-моделирующих систем, невозможна без использования современных технологических подходов и компьютерных инструментальных средств.

Авторами накоплен практический опыт в ходе разработки программного обеспечения компьютерных модельных систем аглодоменного производства ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», позволяющий более качественно использовать существующие на комбинате информационные ресурсы для анализа и прогнозирования производственных ситуаций [1–3]. В основу технологического подхода к разработке программного обеспечения положена известная итерационная (спиральная) модель, приводящая к выпуску внутренней или внешней версии программного изделия, которое в дальнейшем совершенствуется от итерации к итерации, чтобы стать законченной системой. Итерационный цикл включает в себя основные процессы разработки программного обеспечения – проектирование, реализацию и тестирование, – в каждом из которых использованы соответствующие методики и программные инструментари.

Проектирование. В процессе проектирования для описания системы с различных точек зрения используются три типа моделей: классов, состояний и взаимодействия.

Модель классов описывает статическую структуру объектов системы и их отношения, определяет контекст разработки программы, то есть предметную область. Цель конструирования классов состоит в том, чтобы охватить те реальные концепции, которые существенны для программного приложения. Модель классов изображается на диаграммах классов.

Модель состояний описывает аспекты объектов, связанные с течением времени и с последовательностью операций, то есть события, связанные с изменениями, состояния, определяющие контекст событий, и упорядочение событий и состояний. Модель состояний описывает последовательности операций, происходящих в системе в ответ на внешние воздействия. Модель состояний охватывает вопросы управления – аспект системы, описывающий порядок осуществляемых операций без учета их фактического значения, участников и реализации. Эта модель реализуется посредством диаграмм состояний.

Модель взаимодействия описывает кооперацию объектов системы для обеспечения необходимого поведения системы как целого. Построение модели начинается с анализа вариантов использования приложения, которые затем уточняются на диаграммах последовательности и диаграммах деятельности. Вариант использования описывает функциональность системы, то есть то, что система делает для пользователей. Диаграмма последовательности изображает взаимодействие объектов и временную последовательность этого взаимодействия.

Три описанные модели являются связанными между собой составляющими полного описания системы.

Реализация. В процессе реализации проектных решений используются системы контроля версий, управления задачами и портал проекта.

Система контроля версий позволяет организовать совместную работу группы разработчиков над одним и тем же проектом. Система контроля версий содержит последнюю версию исходных кодов проекта и позволяет одновременно вносить изменения в исходные коды проекта разными разработчиками. В качестве системы контроля версий используется среда Subversion, к основным преимуществам которой относятся:

- возможность отслеживания версии не только файлов, но и каталогов;
- если изменения сделаны в нескольких файлах и каталогах, они публикуются как одна транзакция. Это значит, что либо в хранилище попадают все изменения, либо состояние хранилища не изменяется;

- при любых обновлениях версий, между клиентом и сервером передаются только различия между файлами;
- поддержка копирования, перемещения и переименования файлов с сохранением истории изменений;
- с каждым файлом и каталогом может быть связан произвольный набор свойств, состоящих из названия и значения. Свойства тоже находятся под управлением версиями;
- возможность одинаково эффективной работы как с текстовыми, так и с двоичными файлами;
- свободное распространение системы, лицензия аналогична Apache/BSD.

Портал проекта содержит систему управления задачами и систему ведения документации.

Система документации содержит утвержденную ранее проектную документацию. Система ведения документации основана на системе Вики (Wiki). Вики – гипертекстовая среда (обычно веб-сайт) для сбора и структурирования письменных сведений пользователей. Характеризуется следующими признаками:

- множество авторов. Некоторые вики могут править все посетители портала;
- возможность многократно править текст посредством самой вики-среды (веб-сайта), без применения особых инструментариев на стороне редактора;
- проявление изменений сразу после их внесения;
- разделение информации на отдельные страницы, где у каждой есть своё название;
- особый язык разметки, позволяющий легко и быстро размечать в тексте структурные элементы, форматирование, гиперссылки и т.п.
- учёт изменений (учёт версий) текста и возможность отката к ранней версии.

Система управления задачами позволяет планировать процесс разработки программного продукта, учитывать и контролировать ошибки и следить за процессом устранения этих ошибок. Первоначально в систему управления задачами заносятся задачи, которые нужно решить для реализации программного продукта. По мере разработки продукта, в систему управления задачами помещается информация об обнаруженных ошибках. Так же в эту систему помещаются «заявки» от пользователей – как сообщения об ошибках и неудобствах, так и запросы на добавление нового функционала.

Главный компонент такой системы — база данных, содержащая сведения о задачах. Эти сведения могут включать в себя:

- автор задачи;
- дата и время, когда была добавлена задача;
- важность задачи;
- описание задачи;
- кто занимается решением задачи;
- состояние задачи.

В процессе разработки используется система Trac, которая совмещает систему ведения документации и систему управления задачами. К основным достоинствам системы Trac относится мощная система управления ошибками, наличие движка вики, тесная интеграция с системой контроля версий Subversion, расширяемая архитектура, наличие множества готовых модулей расширений, лицензия – модифицированная BSD лицензия.

На этапе реализации проекта авторами используется принцип непрерывной интеграции. Непрерывная интеграция (англ. – Continuous Integration) – термин, относящийся к разработке программного обеспечения и обозначающий автоматизированный процесс, выполняющий частые пересборки и тесты приложения. Практически это выглядит как отдельный процесс, запущенный на сервере, который следит за изменениями на файловой системе либо в системе управления версиями и автоматически запускает полную пересборку всех модулей приложения и прогон тестов. В большинстве проектов использована система

CruiseControl.Net, которая представляет из себя автоматизированный сервер непрерывной интеграции. К основным преимуществам этой системы относятся:

- работа с различными системами контроля версий;
- работа с различными системами сборки проектов;
- работа с различными системами тестирования;
- наличие web-приложения для отслеживания статуса и детального отчета о сборке проектов;
- свободная лицензия схожая с лицензиями Apache и BSD.

Тестирование. Для автоматизированного тестирования продукта после сборки, как правило, разрабатывается набор юнит-тестов. Юнит-тестирование (англ. – unit test) – это процесс, позволяющий проверить на корректность отдельные модули исходного кода программы. Идея состоит в том, чтобы писать тесты для каждой нетривиальной функции или метода. Цель юнит-тестирования – изолировать отдельные части программы и показать работоспособность отдельных частей приложения. В качестве среды юнит-тестирования используется система NUnit.

Описанная технология разработки использована в ходе реализации проекта разработки автоматизированного рабочего места технолога доменного цеха ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». Проектом предусмотрена разработка нескольких программных модулей, основными из которых являются:

1. Модуль расчета материальных балансов (Ti, Zn, Fe, S и щелочей по каждой доменной печи и по цеху в целом);
2. Модуль расчета газодинамических показателей.
3. Модуль анализа работы доменного цеха.
4. Модуль визуализации.
5. Модуль подготовки и анализа показателей технического отчета доменного цеха (извлечение фактических исходных данных из систем АСУ ТП комбината, ручной ввод и корректировку показателей, расчет и формирование разнообразной отчетной документации с возможностью избирательной настройки, предварительного просмотра и экспорта документа отчета в популярные офисные форматы документов).

Внедрение системы должно привести к повышению оперативности реагирования управленческим персоналом на производственные ситуации, за счет своевременности получения всей необходимой информации о состоянии доменного производства; снижению времени на принятие управленческих решений; повышению качества принимаемых управленческих решений, за счет использования технологом компьютерных модельных систем поддержки принятия решений, получения своевременной и полной информации о состоянии производства, выполняемых процессах; повышению стабильности функционирования доменного цеха за счет предоставления технологическому персоналу инструмента, помогающего обеспечить непрерывный контроль над исполнением плановых решений в прозрачном для руководителей разных рангов виде.

Литература

1. Спирин Н.А. Информационные системы в металлургии / Н.А.Спирин, Ю.В.Ипатов, В.И.Лобанов и др. Под ред. Н.А.Спирина. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2001. 617 с.
2. Онорин О.П. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П.Онорин, Н.А.Спирин, Терентьев В.Л. и др. Под ред. Н.А.Спирина. Екатеринбург, УГТУ–УПИ. 2005. 301 с.
3. Спирин Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А.Спирин, В.В.Лавров, С.И.Паршаков, С.Г.Денисенко. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. 311 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГО- ЭКОЛОГОЭФФЕКТИВНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В МЕТАЛЛУРГИИ ¹

**В.А. Морозова^{*}, В.Г. Лисиенко^{*},
А.Е. Пареньков^{**}, Е.Б. Иванов^{**}, А.В. Сучков^{*}**

^{*} *Уральский государственный технический университет – УПИ, г. Екатеринбург,*

^{**} *Московский институт стали и сплавов (технический университет), г. Москва*

Как известно создание и функционирование информационных систем в управлении тесно связаны с развитием информационных технологий, представляющих собой систему методов и способов сбора, накопления, хранения, поиска, обработки и выдачи информации [1]. Информационная технология является предметом информатики как научной дисциплины и обеспечивает перевод практики управления, регулирования материального производства, научных исследований и других областей человеческой деятельности на индивидуальный уровень. В отличие от любой другой инженерной технологии, информационная технология позволяет интегрировать различные виды и технологии, а информация, которую она обрабатывает в различных сферах деятельности, синтезируется для накопления опыта и внедрения в практику в соответствии с общественными потребностями. При этом речь идет о технологическом применении ЭВМ и других технических средств управления.

Современные автоматизированные информационно-управляющие системы предназначены оказывать помощь специалистам, принимающим решения, в получении ими своевременной, достоверной, в необходимом количестве информации, создании условий для организации автоматизированных офисов, проведении с применением компьютеров и средств связи оперативных совещаний, сопровождаемых звуковым и видеорядом. Достигается это переходом на новую информационную технологию. Новая информационная технология – технология, которая основывается на: 1) применении компьютеров; 2) активном участии пользователей (непрофессионалов в области программирования) в информационном процессе; 3) высоком уровне дружественного пользовательского интерфейса; 4) широком использовании пакетов прикладных программ общего и проблемного назначения; 5) возможности для пользователя доступа к удаленным базам данных и программ благодаря сетям ЭВМ [1].

Одним из научных направлений, активно развиваемом на кафедре автоматизированного управления в технических системах ГОУ ВПО «УГТУ – УПИ», является «Использование экспертных систем и искусственного интеллекта в автоматизированном управлении». Создание и использование экспертных систем являются одним из концептуальных этапов развития информационных технологий [1]. В основе интеллектуального решения проблем в некоторой предметной области лежит принцип воспроизведения знаний опытных специалистов – экспертов. Исходя из собственного опыта, эксперт анализирует ситуацию и распознает наиболее полезную информацию, оптимизирует принятие решений, отсекая тупиковые пути. Экспертная система представляет собой совокупность методов и средств организации, накопления и применения знаний для решения сложных задач в некоторой предметной области. Экспертная система достигает 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. Основой экспертной системы является совокупность знаний, структурированных в целях формализации процесса принятия решений, – база знаний. Экспертные системы разрабатываются с расчетом на обучение и способны обосновать логику выбора решения, т.е. обладают свойствами адаптивности и ее аргументирования.

¹ Исследование финансируется РФФИ, проект № 06-08-00169

Разработки в области искусственного интеллекта имеют целью использование больших объемов высококачественных специальных знаний о некоторой узкой предметной области для решения сложных, неординарных задач [1].

Результатами научных исследований и разработок в указанной области явились элементы экспертных систем, которые были использованы для исследования энергонасыщенной технологии доменного процесса АО Саткинский металлургический завод, АО Магнитогорский металлургический комбинат, АО Нижнетагильский металлургический комбинат. В круг задач, решаемых экспертными системами, входили идентификация, прогноз и получение рекомендаций в различных технологических ситуациях, выбор стратегических и оперативных управляющих воздействий в различных технологических ситуациях. Также были созданы тренажеры экспертных систем доменных печей ² [2].

В настоящее время интересы научного коллектива под руководством д-ра техн. наук, проф. В.Г. Лисиенко сосредоточены в области разработки логико-количественных экспертных систем (ЛКЭС), преимуществом которых является органическое сочетание качественной и количественной оценок выходных параметров и управляющих воздействий сложного энергонасыщенного многомерного объекта управления (технологического процесса) [3, 4]. ЛКЭС – это человеко-машинные или эргатические системы, т.е. системы, которые включают в качестве элементов как технические системы, так и людей, взаимодействующих с этими системами. Особенностью эргатических систем является то, что в контур управления, т.е. управляющую систему, включен сам человек-оператор или коллектив людей-операторов [1]. Особенности управления состоят в том, что психофизиологические свойства человека-оператора должны быть включены в параметры (свойства) управляющей системы. Закон управления для таких систем может быть спроектирован заранее с гарантией качества управления, как и в технических системах. Если функционирование эргатических систем управления происходит в условиях неопределенности, то качество управления обеспечивается качеством работы человека-оператора.

На первом этапе была выполнена разработка логико-количественных человеко-машинных экспертных систем управления энергонасыщенными объектами на примере управления подачей энергоносителей в доменную печь. Актуальность данной разработки определялась необходимостью предотвращения опасных и аварийных ситуаций на сложных энергонасыщенных технологических объектах, необходимостью обеспечения нормального хода технологических процессов в условиях гибкого производства, постоянно меняющегося темпа процессов и сортамента продукции. Технология доменного процесса в этом плане представляет характерный пример, особенно с весьма актуальными задачами на современном этапе всемерной экономии кокса и снижения материальных затрат. Результатами исследований явились: разработанная авторами концепция построения ЛКЭС, основанная на органическом сочетании качественной и количественной оценок выходных параметров и управляющих воздействий сложных энергонасыщенных процессов; используемые при разработке логической составляющей ЛКЭС в качестве базовых методы троичной логики, а также предложенный авторами метод таблиц состояний процесса [3]; используемые при разработке количественной составляющей ЛКЭС модели управления реального времени: энергетического сохранения (для управления по программе) и уравнения компенсационного отклонения (для управления по отклонению) в дискретной форме, найденные с учетом теплового состояния, физико-химических процессов и гидродинамики [4].

Следующим этапом является перенесение накопленного опыта в разработке ЛКЭС управления сложными энергонасыщенными объектами на бескоксовые восстановительные процессы типа ЛП (легирование прямое). Актуальность указанных разработок обусловлена

² Данные разработки проводились в совместных исследованиях УГТУ – УПИ, Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, Московского института стали и сплавов (МИСиС), Института машиноведения Уральского отделения РАН (ИМАШ УрО РАН), Института металлургии УРО РАН, ряда других организаций и заводов.

дороговизной кокса, а главное, трудностями реализации получения высоколегированных сталей и сплавов в переделах с использованием кокса.

Вначале была детально проанализирована технологическая схема нового бескоксого процесса переработки ванадийсодержащего рудного сырья, в частности, с использованием экспериментальных данных, полученных МИСиС на установке ПЖВ Новолипецкого металлургического комбината, проведением теплотехнических и физико-химических расчётов, сведением материальных и тепловых балансов, определением показателей, определяющих ресурсосбережение (энергоёмкость, расходный коэффициент по ванадию и др.). При этом были использованы разработки авторов по методике комплексного анализа совместно протекающих физико-химических и тепловых процессов, экспериментальные данные МИСиС по работе печи жидкофазного восстановления (ПЖВ) в смешанном режиме, метод физико-химических и теплотехнических расчётов, а также результаты других совместных исследований УГТУ – УПИ, МИСиС, ИМАШ УрО РАН.

Для представления знаний о предметной области – процессах, протекающих в агрегате ПЖВ – была использована продукционная модель, преимуществом которой являются наглядность, высокая модульность, легкость внесения дополнений и изменений и простота логического вывода [5]. При этом подходе данные в рабочей памяти (базе данных) экспертной системы представляются в виде изолированных троек: «объект – атрибут – значение» [6]. Ниже приведен способ представления продукционных правил в типичной ЭС [6].

<правило> ::= (ЕСЛИ <условие> ТО <действие> ИНАЧЕ <действие>)
<условие> ::= (И {<предложение>}*)
<предложение> ::= (ИЛИ {<предложения>}*) | (<предикат> <тройка>)
<тройка> ::= (<объект> <атрибут> <значение>)
<действие> ::= {<заключение>}* | <процедура>
<заключение> ::= (<тройка> <коэффициент определенности>)

Здесь при истинности условия выполняется действие, стоящее за указателем ТО, а при ложности – действие, стоящее за указателем ИНАЧЕ. Сущности, помеченные звездочкой, могут появиться в правиле один или более раз. Например, условие есть конъюнкция одного или более предложений, а предложение есть либо дизъюнкция одного или более предложений, либо предикат, примененный к тройке: «объект – атрибут – значение».

Все используемые в правилах параметры были разделены на две группы: параметры, снижающие расход угля, и параметры, повышающие производительность [7, 8]. В нашем случае принято, что все условия являются истинными, поэтому продукционные правила имеют вид:

<правило> ::= (ЕСЛИ <условие> ТО <действие>).

В результате выполненной количественной оценки экспертной системы ПЖВ была создана база данных ЛКЭС, фрагмент которой приведен в таблице.

Дальнейшим развитием использования ЛКЭС при автоматизированном управлении энерго-экологоэффективными процессами в металлургии являются: 1) разработка для бескоксого восстановительных процессов типа ЛП (легирование прямое) табличного метода соответствия управляющих воздействий и параметров состояния, исходной логической таблицы состояний или таблицы нечеткой логики, оценка количественных соотношений при использовании дискретных моделей эквивалентного сохранения или/и критериального отклонения (управление соответственно с компенсацией по возмущению и по отклонению); 2) создание базы данных, содержащей такие важнейшие параметры процесса ЛП как содержание FeO в шлаке, температуру шлака, его уровень в ванне, расход кислорода на процесс газификации, расход рудных и шлакообразующих материалов, содержание серы и влажность угля, температура охлаждающей воды на выходе и входе, содержание восстановительных газов и CO₂ на выходе из газификатора.

Таблица – Фрагмент базы данных экспертной системы агрегата ПЖВ

| Условия | Действия |
|--|--|
| <i>Параметры, снижающие расход угля</i> | |
| повышение содержания железа Fe в шламах (доменный, конвертерный ДСП) на 1% | уменьшение расхода угля на 1,05% |
| уменьшение подачи флюса на 100 кг | уменьшение расхода угля на 4% |
| уменьшение содержания серы S в чугуне на 0,01% | уменьшение расхода угля на 1,1% |
| увеличение дожигания газа в верхней части ПЖВ (на каждые 10%) | уменьшение расхода угля на 10% |
| уменьшение выхода шлака на 10 кг | уменьшение расхода угля на 0,35% |
| уменьшение легирующих веществ на 1% | уменьшение расхода угля на 0,2% |
| уменьшение содержания золы в угле на 1% | уменьшение расхода угля на 1,35% |
| уменьшение содержания фосфора в чугуне на 0,01% | уменьшение расхода угля на 0,6% |
| <i>Параметры, повышающие производительность</i> | |
| увеличение содержания кислорода O ₂ в дутье на 1% | увеличение производительности на 3% |
| увеличение содержания железа Fe в шихте на 1% | увеличение производительности на 2% |
| уменьшение расхода флюса на 100 кг | увеличение производительности на 4% |
| уменьшение выхода шлака на 10 кг/т чугуна | увеличение производительности на 0,6% |
| уменьшение содержания серы S в чугуне на 0,01% | увеличение производительности на 1,1% |
| уменьшение содержания золы в угле на 1% | увеличение производительности на 1,25% |
| уменьшение содержания фосфора в чугуне на 0,1% | увеличение производительности на 0,6% |

Литература

1. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. Учебник для вузов. М.: Издательство Оникс, 2005. 640 с.: ил.
2. 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.
3. 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; Оpubл. 10.08.2003; Бюл. № 22. Приоритет от 31.10.2001.
4. Пат. 2205228 РФ. Способ связного 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; Оpubл. 27.05.2003; Бюл. № 15. Приоритет от 26.07.2001.
5. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. СПб.: Питер, 2000. 384 с.: ил.
6. Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие для вузов / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. М.: Финансы и статистика, 1996. 320 с.: ил.

7. Процесс Ромелт / В.А. Роменец, В.С. Валавин, А.Б. Усачев [и др.]; под ред. В.А. Роменца. М.: МИСиС, Издательский дом «Руда и металлы», 2005. 400 с.

8. 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.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ЭНЕРГОЁМКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛУРГИИ

Б.Н.Поляков

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,
г. Екатеринбург*

Горнодобывающая, металлургическая и машиностроительная отрасли промышленности составляют основу энергоемких производств, современное состояние которых характеризуется следующими факторами:

- 1) сохранением высокой эффективности и приоритетности энергоемких производств;
- 2) неуклонным снижением работоспособного состояния оборудования и повышением уровня износа основных фондов до 80-90%, ростом аварийных ситуаций и ремонтных расходов;
- 3) низким уровнем квалификации и технической культуры обслуживающего персонала;
- 4) оттоком опытных квалифицированных специалистов: конструкторов, технологов, научных сотрудников, операторов, производственников, что приводит к потере базы знаний и опыта;
- 5) тяжелым экологическим состоянием водовоздушной среды;
- б) снижением объема оборотных средств и амортизационных затрат при увеличении текущих расходов, отсутствием возможности обновления парка оборудования и инвестиций, что делает маловероятным переход на более современные ресурсосберегающие и экологически чистые технологии.

”Темпы” реновации в настоящее время объективно предельно малы и в ближайшие годы маловероятно их повышение, поэтому необходимо и возможно обеспечить надёжность и сохранить работоспособное состояние оборудования на длительный период не фондо - , а наукоёмкими, интеллектуально насыщенными методами и средствами информационных технологий, не требующих серьёзных капитальных затрат.

Таким образом, все вышеперечисленные показатели состояния экономики текущего периода, а также объективная необходимость поддержания в работоспособном состоянии технологического оборудования и постепенного роста производства требуют привлечения новых ресурсоэкономных методов при малых капиталовложениях, а значит, современных информационных технологий и вычислительной техники, т.е. средств теротехнологии .

Однако современные средства теротехнологии - автоматизация, диагностика и мониторинг, т.е. средства организации системы управления эффективным функционированием оборудования, обеспечения его надежности и длительной (заданной) работоспособности на основе методов и средств информационных технологий, в сравнении с методами и средствами САПР на стадиях проектирования и изготовления оборудования, - недостаточно развиты и мало распространены в отечественной металлургии и машиностроении. Тем не менее некоторый положительный опыт и примеры успешного и эффективного применения элементов теротехнологии, особенно в прокатном производстве, имеются.

Многолетний научный и производственный опыт показал, что в условиях тяжелого экономико - финансового кризиса возможно при минимальных финансовых затратах создать

и внедрить в практику самоорганизующиеся и самонастраивающиеся микропроцессорные унифицированные системы программного управления (УСПУ) приводами энергоемкого оборудования на базе типовых и индивидуальных средств автоматизации с использованием искусственного и гибридного интеллекта. Системой УСПУ необходимо оснастить основные технологические агрегаты горнодобывающих, металлургических и машиностроительных предприятий, что позволит сохранить работоспособное состояние оборудования на длительный период; обеспечить сокращение расхода электроэнергии, газа и других энергоносителей, водных и ряда технологических ресурсов; снизить аварийные простои и ремонтные расходы, экологическую напряженность окружающей среды; повысить конкурентоспособность производств; улучшить информационный комфорт и другие условия работы обслуживающего персонала.

Обычно характеристики и параметры электроприводов практически любых сложных, ответственных технологических агрегатов и машин настраиваются при наладке и доводке "в среднем", на какой-либо определенный режим эксплуатации и сохраняются более или менее неизменными на протяжении всего периода работы механизма. При этом параметры и уставки приводов не учитывают реальные, достаточно широкие диапазоны изменения "внешних" технологических условий нагружения и режимов эксплуатации (коэффициенты вариации их параметров достигают более 30%), технологических режимов обработки и "внутренних" характеристик (параметров): износ оборудования (появление зазоров и люфтов) и инструмента, изменений условий смазки и охлаждения, колебания параметров элементов и узлов систем регулирования, датчиков, приборов и т.п., а также возможные различия в квалификации операторов. Иными словами, искусственно, в ущерб расходу энергии и многих других потерь создаются детерминированные системы управления приводами, без учета реальных колебаний и флуктуаций параметров технологии и окружающей среды, их действительных статистических характеристик.

Концепция УСПУ состоит в обеспечении ручной (с помощью оператора) или автоматической адаптации системы управления приводами (коррекция режимов, параметров и уставок электро - или гидродвигателя, систем и узлов их регулирования) к широким диапазонам реальных изменений технологических условий нагружения и режимов эксплуатации машины или агрегата.

Концепция предполагает введение микропроцессорных средств с элементами искусственного интеллекта, математических моделей функционирования и диагностики, а также средств автоматизации в замкнутый контур системы регулирования приводом, тем самым обеспечивается гибкость управления, самонастраиваемость, возможность ведения коррекции в реальном масштабе времени и большая (программная) приспособляемость к изменению внешних условий технологического нагружения и эксплуатации.

УСПУ имеет блочно - модульную, изменяющуюся структуру и органично встраивается в любую существующую систему управления электроприводом постоянного или переменного тока и гидропривода без останова технологического оборудования, т.е. запуск в эксплуатацию осуществляется за минимальное время, без снижения производительности и объема производства.

Система УСПУ позволяет осуществлять дифференцированное (ручное или автоматическое) управление механизмом, выбирая по задаваемой программе или зависимости уставки (параметры) систем регулирования или управления, тем самым обеспечивается либо приспособляемость, либо поднастройка, либо коррекция системы. Это зависит от изменяющихся технологических условий (например, изменения сортамента), состояния оборудования и условий эксплуатации. Так как все параметры оборудования будут "в руках" оператора или программной системы, то это даст возможность осуществлять непрерывный диагностический контроль (мониторинг) всего технологического процесса и состояния оборудования (самодиагностика машин), что позволит прогнозировать возможные отказы в реальном масштабе времени и предотвращать аварийные ситуации, катастрофы, поломки, а значит, экономить ремонтные расходы. В итоге достигаются стабильность

производства, рациональность и оптимальность управления с обеспечением требуемых (задаваемых) критериев качества в любых условиях.

Внедрение систем УСПУ на металлургических комбинатах Украины и России и длительный период эксплуатации показали их значительную эффективность. Например, реализация микропроцессорного программного управления для главных приводов обжимных станов с целью защиты от буксования валков позволила увеличить производительность на 0,7-1,5%, сократить затраты на ремонт на 0,2-0,4% и простои на 0,1-0,25%, снизить нагруженность оборудования и повысить его долговечность, улучшить условия работы операторов. Установка УСПУ на манипуляторах ряда обжимных станов позволила не только стабилизировать, но и снизить нагруженность оборудования, повысить его срок службы на 25-30%, увеличить производительность на 2-3% за счет сокращения продолжительности аварийных простоев, уменьшить затраты на ремонт на 0,8-1%.

Применение УСПУ для сортовых ножниц ряда прокатных станов АО "Ижсталь" и Златоустовского металлургического завода по результатам математического моделирования позволяет уменьшить нагруженность оборудования на 5-8% и снизить расходы на электроэнергию только за один год эксплуатации на 220 тыс. кВт/ч. Подобного оборудования на металлургических заводах России около сотни.

Разработка и внедрение микропроцессорного комплекса автоматического контроля и управления остаточной деформацией (удлинением) в гидросистеме правильно-растяжной машины (ПРМ) усилием 15МН на Верхнесалдинском металлургическом производственном объединении повысило точность и качество обрабатываемых изделий, выход годного по профилям и панелям на 0,3-0,4%, снизило брак, стабилизировало технологический процесс и обеспечило экономию электроэнергии. Реальная эффективность системы подтвердила целесообразность их применения при проектировании новых ПРМ усилием от 10 до 60 МН.

Вышеприведенные примеры успешного применения УСПУ свидетельствуют о высокой эффективности предлагаемой разработки. Но реальный эффект будет несоизмеримо выше с учетом того, что подобное энергоемкое оборудование в различных отраслях промышленности составляет многие сотни единиц, а для завершения проектных работ необходимо лишь незначительное разовое финансирование.

Таким образом, малый объем финансирования, широчайшее поле внедрения, значительный диапазон потребительских свойств, сравнительно низкая стоимость и гарантированная эффективность УСПУ обосновывают целесообразность реализации данного технического предложения.

Положительный опыт введения интеллектуальных микропроцессорных систем в замкнутый контур управления электро- и гидроприводами различных технологических машин и достигаемая экономическая и социальная эффективность дают основание для постановки (в качестве экспериментального этапа) следующей научно-прикладной задачи: передать компьютеру хотя бы часть чисто механических функций механизма с целью упрощения сложных кинематических систем и конструкций машин, повышения их надежности. При этом, по нашему мнению, с помощью УСПУ можно выполнять воспроизводимые ранее сложными силовыми передачами и рычажными механизмами функции задания (требуемые) законов изменения перемещений и траекторий исполнительного звена, его скорости и ускорения; функции линейных и угловых скоростей сопрягаемых валов, т. е. замены механической связи на "электронный вал", коррекции статических и динамических характеристик механизма и постоянной времени (учет износа и люфтов в системе) в реальном масштабе времени; кинематические функции рычажных и кулачковых механизмов, функции кривошипа и т. д.

Введение УСПУ как органичного элемента привода для выполнения кинематических функций механизма позволит резко упростить кинематическую схему, структуру и конструкцию механизма, исключить из привода громоздкие кривошипно - шатунные и другие четырехзвенные рычажные механизмы (например, для летучих и дисковых ножниц, пил, рычажных и зубчатых передач, реализующих сложные траектории и законы движения в агрегатах трубопрокатного производства и т. п.), а также дорогостоящие силовые зубчатые

передачи и тем самым значительно снизить металлоемкость, т.е. осуществить при проектировании в большом масштабе качественно новый переход к безредукторному (и безрычажному) приводу, обладающему большей надежностью, долговечностью и наиболее высоким КПД, что создает условия для производства не традиционно "тяжелых", а современных "легких" машин.

Упрощение конструкции машин за счет применения УСПУ в структуре привода совместно с интеллектуальной поддержкой позволит сделать реальным создание интегрированных систем машин, т. е. их усложнение - агрегатирование, с объединением их технологических функций и формированием сложных автоматизированных комплексов.

ИНФО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

В.К. Попков

ИБМиМГ СОРАН, СибГУТИ, г. Новосибирск

В докладе представлено концептуальное описание проекта инфо-коммуникационной системы, предназначенной для расширения возможностей личности и общества в сфере информационного обмена, продаж товаров и услуг, развлечений и других областей жизнедеятельности с помощью современных инфокоммуникационных технологий.

Основная цель проекта

Создать универсальную систему инфо-коммуникационного обеспечения жизнедеятельности человека и общества в рамках единого территориально-виртуального образования.

Предложить администрациям субъектов Федерации, операторам связи, транспортным предприятиям, торговым фирмам и другим субъектам, работающим на соответствующей территории, совместно с представителями бизнеса принять участие в реализации данного проекта с учетом взаимных интересов участников, человека и общества в целом.

Основные предпосылки реализации проекта

Бурный рост телекоммуникационных технологий, внедрение сетей NGN, постоянный рост числа сайтов различных организаций и веб-страничек частных лиц, зачастую нерегулярно обновляемых и, поэтому, неактуальных; развитие справочных систем местного значения или специализированных баз данных для узкого круга специалистов; имеется несколько признанных поисковых систем, для оказания услуг поиска нужной информации в сети; рост числа однообразных Интернет - магазинов, как правило, территориально удаленных от пользователя, появление систем электронных платежей различного типа, развитие игровых и иных развлекательных сайтов. Таким образом, с одной стороны, всего очень много. Но с другой, пользоваться не удобно и не всегда найдешь то, что необходимо в данный момент, особенно, если нет определенного уровня квалификации и опыта. Практически отсутствует свобода и доступность в выборе необходимой ему информации. Не хватает системности, доверия к точности информации и надежности контрагента. Существуют определенные риски при взаиморасчетах. Очень слабая связь между реальным и виртуальным мирами. Как правило, продавец не только не имеет физического адреса, но и вообще обезличен, отсутствует возможность получить интерактивную консультацию менеджера или эксперта. Таким образом, в настоящее время, Интернет остается привлекательным только для учащейся молодежи, которая все еще может относительно хорошо ориентироваться в информационном пространстве сети Интернет.

Для успешной реализации предлагаемого проекта сложилась благоприятное сочетание следующих обстоятельств:

1. Наличие опытного коллектива специалистов в области IT – технологий.
2. Наличие супер - компьютерного центра для реализации данной задачи.
3. Нарастающее распространение широкополосных сетей абонентского доступа.

4. Нарастающий кризис классических Интернет услуг в связи с ограниченностью их возможностей в не виртуальном мире.
5. Потенциальная бесконечность в развитии и росте Вебграда.
6. Использование проекта для резкого расширения Интернет-услуг. В результате чего происходит существенное повышение трафика у всех операторов и провайдеров, а также расширения рынка персональных компьютеров.

Концепция информатизации и автоматизации жизнедеятельности человека

Создать новую инфо-коммуникационную технологию взаимодействия человека с окружающей средой с целью повышения эффективности удовлетворения самых разнообразных потребностей во всем спектре его жизнедеятельности. Электронный (web) город или «умный» город по аналогии с «умным» домом. Учесть интересы государственных структур (например, в рамках ФЦП «Электронная Россия»), финансовых институтов, предприятий торговли и транспорта, сферы промышленного производства и услуг, систем образования, здравоохранения, социального обеспечения и т.д.:

- Система строится как современный виртуальный «Мегаполис» с децентрализованным управлением, в котором его обитатели подчиняются общим законам, но самостоятельны в своей деятельности.
- «Земля» в виртуальном городе принадлежит собственнику, например, ОАО «Вебград», а законы устанавливаются городской думой, т.е. наиболее влиятельными лицами населяющие этот город.
- Основные средства взаимодействия: ПК или ТВ приставки, Вебкамеры, транспортные системы, электронные кошельки.
- Вся виртуальная деятельность реализуется непосредственно в Вебграде.
- Основные средства поддержки проекта: широкополосные каналы, наличие суперкомпьютерных центров, постоянно развивающееся программное обеспечение и коммерческий интерес непосредственных участников.
- Транспортные компании связаны в систему с единой диспетчерской службой обслуживающей субъектов данного Вебграда.
- Банки и другие финансовые организации, работающие с ОАО «Вебград» взаимодействуют через единую платежную систему типа Новосибирской системы «Город».
- Все остальные субъекты, работающие на территории обслуживающей ОАО «Вебград» могут не только зарегистрироваться в «Вебграде», но и принять участие в «строительстве» своих офисов на участках этого виртуального города.

Основные задачи реализации

Очевидно, что, решая задачу взаимной организации и управления инфосферы Интернета и реальных юридических и физических лиц с целью повышения качества жизни при одновременном сокращении расходов за счет оптимального поиска и доставки необходимых товаров и услуг, предлагаемый проект имеет ярко выраженную социальную направленность. С этим связаны и определенные сложности. Так, в рамках проекта необходимо охватить очень много сторон человеческой деятельности и, как следствие, большое количество слабо связанных между собой предприятий и организаций. И хотя инвестиционная привлекательность проекта достаточно очевидна, его реализация является задачей со многими не известными. Тем не менее, ряд технических и организационных задач первого этапа реализации либо уже решаются, либо могут быть решены в кратчайшие сроки:

- Развитие широкополосного инфо-коммуникационного сервиса на основе современных телекоммуникационных магистральных сетей и сетей доступа.
- Создание новой инфо-коммуникационной технологии взаимодействия человека с окружающей средой с целью повышения эффективности удовлетворения самых разнообразных его потребностей во всем спектре жизнедеятельности.
- Создание инфо-коммуникационной услуги способной существенно загрузить современные телекоммуникационные сети.

- Создание единой диспетчерской службы позволяющей оптимально перевозить грузы и людей через заказную систему Вебграда, что позволит существенно разгрузить транспортные артерии реального города N (прототипа Вебграда).
- Создание эффективной системы телеконференций между субъектами Вебграда.
- Создание дружественного интерфейса «человек» - «среда обитания».
- Создание надежной, удобной и гибкой электронной системы взаиморасчетов.
- Разработка программного обеспечения для ПК и, возможно, создание специальной приставки к телевизору для выхода на соответствующий Интернет-портал.
- Разработка вариантов использования других «интеллектуальных» устройств, например, мобильных телефонов и т.п.
- Разработка подробного бизнес – плана, и поиск инвесторов и или организаций способных создать и управлять ОАО «Вебград».
- Правовое обеспечение проекта и создание адекватной юридической структуры, ведущей проект.
- Согласование форматов и содержания со всеми «обитателями» Вебграда, от администрации реального города до любого юридического лица, создание устава и других документов для Ассоциации пользователей порталом «Вебград».
- Обеспечение максимально увязки проекта с ФЦП «Электронная Россия» и региональными IT проектами.
- Проведение эффективной рекламной компании и т.д.

О развитии проекта

Поэтапная реализация проекта предполагает создание вначале основного интерфейса, ориентированного на определенную достаточно узкую группу клиентов, постепенно расширяя наполнение (набор сервисов и товаров) и, соответственно, «жителей» и «посетителей». Портал «Вебград» должен быть рассчитан на десятки и сотни тысяч посещений в сутки. Персонал компании должен состоять из высококвалифицированных специалистов. Соответствующие городские предприятия, связанные договорными обязательствами с компанией должны быть не только квалифицированными, но и дисциплинированными.

Первоначально структура доходов аналогична Веб – проектам, а затем, предполагается появление и увеличение дополнительного дохода всех участников проекта за счет роста оборота проводимых через Вебград транзакций, а также реализации собственных инфокоммуникационных проектов. Важно уже на первом этапе ориентироваться на создание соответствующей инфраструктуры реального города, обеспечивающей максимальную эффективность и комфорт для клиента системы, которым является гражданин или посетитель Вебграда.

Экономические составляющие проекта

Доходы:

1. Основная статья доходов – аренда площади (в условных единицах) на территории Вебграда. Здесь имеется ввиду площадь вертикальных объектов города. Кроме того, участки ранжируются по степени их информативной насыщенности и, следовательно, по стоимости. Например: «пассаж», «афиша», «витрина», «окно обслуживания», «помещение», «строение».
2. Сопутствующие статьи доходов – при совершении сделок через банк Вебграда можно иметь процент со сделки. Посетители города при длительном посещении оплачивают свое пребывание пропорционально времени посещения Вебграда. Первые полчаса – час бесплатно.
3. Доходы от информационной, рекламной и другой деятельности осуществляющей компанией – Вебград наряду (аналогично) с другими обитателями этого города.
4. Доходы от продаж и поддержки, аналогичных Вебгородов в другие города России и СНГ.

Расходы:

• Разовые затраты: 1 Изготовление портала. 2 Приобретение СУБД. 3 Специализированные программы и т.п.

• Текущие затраты: 1 Провайдером. 2 Операторам связи. 3 Реклама. 4 Аренда оборудования и помещений.

Социальный эффект

• Экономия времени, денег и нервов при поиске и покупке различных товаров.

• Минимизация расходов на аренду офисов и торговых залов (место для продавца-консультанта и небольшой витрины).

• Оптимизация нагрузки на транспортные магистрали реального города за счет перераспределения благодаря Вебграда части трафика на сети связи (интерактивный on-line поиск и выбор товара или услуги избавляет от необходимости многочисленных личных поездок).

• Развитие электронного денежного оборота.

• Создание новых рабочих мест за счет распределенных офисов (рабочие места на дому).

• Развитие и увеличение эффективности дистанционного обучения.

• Функция единой локализованной многоуровневой справочной системы по различным вопросам.

• Новые возможности развития консалтинговых услуг, с привлечением многих специалистов в качестве экспертов, получающих заказы и отвечающих через Интернет.

• Новые перспективы развития сферы досуга и развлечений.

Заключение. Очевидно, что при продуманной реализации проект является высоко рентабельным. Идея включает в себя несколько уже в большей или меньше мере раскрытых бизнес проектов. Таких как поисковые системы, информационные порталы, игры, проекты Интернет-торговли и Интернет-денег. Понятно, что интегральный проект дает преимущество тем, что является универсальной информационно-сервисной системой города.

В процессе работы над аван-проектом сотрудниками НИИ ПИ при СибГУТИ и лаборатории Прикладных систем ИВМ и МГ СОРАН проведены следующие работы:

• Разработан системный проект «Вебграда».

• Подготовлено техническое задание на проект портала.

• Проверена возможность реализации проекта.

• Проведена экспертная оценка проекта, показавшая высокую рентабельность проекта, со сроком окупаемости «Вебграда» в городе с населением 500 тысяч человек не более двух лет

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ЭКОНОМИЧНЫХ И МАЛОИНЕРЦИОННЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.П. Цымбал, С.П. Мочалов

СибГИУ, г. Новокузнецк

Основной тенденцией развития черной металлургии во второй половине прошлого столетия было стремление к гигантизму агрегатов. В результате появились доменные печи объемом 7000 м³, мартеновские печи садкой 900 тонн и конвекторы садкой 400 тонн и т.д. При этом ставились две главные цели: повышение производительности и снижение энергоемкости (в том числе снижения тепловых потерь). Как стало ясно уже в 80-тых годах, ни одной из этих целей добиться не удалось, главным образом, по следующим причинам. При укрупнении, например, доменных печей (как и других агрегатов) сокращается на несколько человек лишь количество персонала, обслуживающего основной агрегат (горновые). Но ведь количество шихтовых материалов зависит только от объемов производства, а аварийная остановка крупного металлургического агрегата чревата

катастрофическими последствиями для огромной цепи смежных предприятий. Поэтому системы, обслуживающие основной агрегат (подготовка шихтовых материалов, их хранение, подача шихты в агрегат и т.д.), значительно усложнились, в том числе в связи с необходимостью дублирования и обеспечения надежности ряда подсистем [1].

Второй цели – снижения затрат также добиться не удалось и даже – наоборот. Практически полное выведение руды из состава шихты доменных печей, повышение требований к свойствам агломерата и кокса привело к необходимости строительства аглофабрик, коксовых цехов, а затем установок упрочнения кокса и т.д. Количество возврата агломерата, например, составляет 30%, т.е. такое количество аглолент работает впустую (бочка Диогена). В связи с многозвенностью традиционного металлургического предела сквозные энергозатраты в нем составляют 26-30 гигаджоулей на тонну жидкого металла, в 4 раза больше, чем теоретически необходимо. Сквозной тепловой КПД металлургического передела составляет около 20% и примерно на таком же уровне находится сквозное использование первичного железорудного сырья.

Увеличение объема агрегатов привело к повышению инерционности массо и теплообменных процессов в них и усложнению управляемости. Для интенсификации процессов понадобилось обогащение дутья доменных печей кислородом и природным газом, увеличение интенсивности продувки кислородом в конвертерах и электропечах, что привело к тому, что теперь в конвертерах и электросталеплавильных печах получают не готовую сталь, а полупродукт (бульон), для превращения которого в сталь понадобились устройства доводки (печь-ковш), вакууматоры и т.п.

Изложенное выше является наглядным свидетельством последовательной реализации экстенсивного подхода, где одна экстенсивная технология тянет за собой другую и т.д. Каких-то принципиально новых идей в металлургии 20 века, по сравнению, с 19 веком, так и не привнесено.

Кстати и относительно недавно появившаяся (примерно 30 лет назад) металлургия, так называемого прямого восстановления, развивается по такому же экстенсивному сценарию. Сначала, вопреки принципу минимальных затрат энергии, пылевидный материал, имеющий огромную реакционную поверхность, окомковывается (процессы Мидрекс, ХИЛ-III и т.д.) в виде окисленных и металлизированных скатышей или брикетов, а затем расплавляется в электросталеплавильных печах [2]. То есть эта технология также далеко не прямая и также весьма инерционная, хотя и несколько менее энергозатратная.

В семидесятые годы прошлого столетия в качестве некоторой альтернативы традиционной аглодоменной металлургии стали интенсивно создаваться мини-заводы, переплавляющие в электросталеплавильных печах лом и металлизированные окатыши или брикеты. Характерным примером в этом направлении является американская фирма «Нукор», захватившая рынок в 50 млн. тонн сортового проката. В то же время многие крупные традиционные комбинаты полного цикла в Америке и Европе из-за больших энергетических затрат, громоздкости и негибкости технологии находятся в тяжелом экономическом положении. В достаточно устойчивом положении пока находятся лишь комбинаты, выпускающие широкополосный прокат.

Тупиковый характер технологии, основанной на устаревших идеях, начинает осознаваться все в большей мере. Интересно в этом отношении сослаться, например, на статью крупных специалистов по доменному производству [3] под названием «Печи малого объема – будущее доменного производства», где дается обстоятельная оценка негативных последствий роста объема доменных печей и делается вывод, что эпоха “монстров” в черной металлургии подходит к концу.

Подытоживая приведенный выше ретроспективный анализ развития металлургических процессов и агрегатов, необходимо подчеркнуть, что всем им присущи следующие общие технологические принципы:

– окомкование первичного предварительно обогащенного пылевидного сырья (при этом производится достаточно мелкое дробление и размол), а затем его расплавление;

- тепло- и массообменные процессы протекают при этом в пространственно разделенных фазах при наличии относительно небольших поверхностей раздела фаз: куски руды-газ-шлак-металл в домне; шлак-металл-пузырьки газа в сталеплавильных агрегатах;

- хотя в отдельных зонах (например, фурменные зоны) наблюдается интенсивный подвод реагентов, в целом же в макрообъемах агрегатов процессы относительно недалеко отклонены от состояния термодинамического равновесия.

Таким образом, необходимость плавления кусковых материалов, относительно небольшая величина реакционной поверхности и недостаточно большое отклонение процессов от термодинамического равновесия обуславливают необходимость значительного времени пребывания реагирующих частиц в агрегате, и, как следствие этого, - достаточно большие объемы агрегатов.

Еще одной неблагоприятной стороной этих процессов является длительный контакт фаз, а отсюда – негибкость процесса, большая инерционность и слабая управляемость.

Уйти от этой тупиковой ситуации могут позволить жидкофазные процессы прямого восстановления, в которых пылевидное сырье перерабатывается прямым путем без окомкования. К таким процессам можно отнести наиболее разработанный к настоящему времени процесс Корекс, где часть шихты может быть переработана в пылевидной форме, а также, пока не доведенные до промышленного воплощения [2], процессы Ромелт, Хисмелт и др., в которых, в принципе, можно перерабатывать 100% пылевидной шихты. В двух последних процессах удалось уйти от стадии окомкования, но недостатки, связанные с разделением реагирующих фаз и близостью процессов к термодинамическому равновесию, остались. Следствием этого являются относительно большие объемы агрегатов и значительная инерционность процессов.

Таким образом, мы подошли к вопросу как изменить эту ситуацию, то есть уменьшить удельные объемы металлургических агрегатов, снизить энергоемкость и инерционность процессов. Для этого прежде всего нужно увеличить межфазную поверхность и вывести процесс достаточно далеко от состояния термодинамического равновесия. Последний фактор является ключевым принципом нового развивающегося научного направления синергетики или теории самоорганизации.

Коллективом ученых СибГИУ, проектировщиков и специалистов Запсибметкомбината в 1991 – 2001 годах была предпринята попытка создать процесс и агрегат, удовлетворяющий основным принципам теории самоорганизации [4-6]. При создании принципиально нового непрерывного металлургического процесса и агрегата удалось использовать ряд идей и принципов синергетики [7] в сочетании с некоторыми физическими эффектами. При практической реализации основных идей синергетики удалось перейти от принципа контактного взаимодействия двух практически не смешивающихся расплавов (металл и шлак), что характерно для существующих сталеплавильных процессов, в область газозвеси с критическим истечением. Это позволило достаточно просто реализовать один из главных принципов синергетики – выведение процесса в сильно неравновесное состояние, а также получить предельно большую межфазную поверхность взаимодействия. Кроме реализации принципа большого отклонения от термодинамического равновесия, в реакторе-осцилляторе (за счет обратной связи по газодинамическому запирающему соединительного канала) удалось также создать условия для реализации еще двух важных синергетических принципов: принципа Ле Шателье-Брауна (наименьшего принуждения) и принципа круговой подчиненности, когда большое число химических микрореакторов (микроосцилляторов) создает внутри ректора поля давлений, концентраций, температур, которые, в свою очередь, приводят к согласованному (когерентному) поведению всего ансамбля микрореакторов (частиц оксидов, пузырьков газа и т.д.).

Возможность реализации этих предположений на качественном уровне была подтверждена сначала на упрощенной установке низкотемпературного физического моделирования, где была показана возможность аэродинамического запирающего выходного канала и повышения давления в первом реакторе за счет изменения газосодержания двухфазной смеси, а также возможность вывода эмульсии во втором (колонном) реакторе в

турбулентно -инерционный режим путем подачи снизу двухфазной смеси, полученной в первом реакторе. Следует подчеркнуть, что нижняя подача двухфазной реагирующей смеси явилась еще одним важным конструктивным решением наряду с динамическим запирающим соединительных каналов. Это хорошо согласуется с принципом управления нелинейными термодинамическими системами.

Возникает вопрос, как обеспечить стационарное состояние, т.е. возможность достаточно долговременного существования (времени жизни) этой вновь образовавшейся диссипативной структуры, для поддержания которой необходим более высокий энергетический потенциал, а, следовательно, более интенсивный поток энергии извне. Таким образом, возникает проблема устойчивости неравновесных стационарных состояний, которые могут нарушаться вследствие флуктуаций или вынужденных изменений внутренних параметров, т.е. нарушается условие стационарности $d_x P = 0$ или $dP = 0$.

В линейной области производство энтропии P в стационарном состоянии минимально: $P = \min$. Любое отклонение от этого состояния только увеличивает энтропию, т.е. $\delta P \geq 0$, $P = P_{\min} + \delta P \geq P_{\min}$.

Возбужденная линейная система стремится к стационарному состоянию с минимумом производства энтропии, в ней как бы существуют некие силы, возвращающие систему к стационарному состоянию, которое всегда устойчиво к возмущениям. Это согласуется с устойчивостью по Ляпунову.

Для нелинейных же систем нет принципов, позволяющих предсказывать направление изменения производства энтропии при отклонении систем от стационарного состояния [8], то есть не существует функций состояния, которые имели бы экстремум в стационарном состоянии и, следовательно,

$$\delta_x P = V \sum_k I_k \delta X_k \cong 0, \quad (1)$$

где $\delta X_r = X_r - X_r^{(S)}$ – отклонение от стационарной величины, а $I_k = I_k^{(S)} + \delta I_k$.

Принимая во внимание условие стационарности и учитывая только отклонения от него, имеем

$$\delta_x P = V \sum \delta I_r \delta X_r \cong 0. \quad (2)$$

Допустим, система перешла в новое непредсказуемое состояние, которое можно считать новым исходным состоянием (новой структурой). При этом если новое состояние расположено «выше» старого, то система вследствие общего условия «собственного движения» $d_x P \leq 0$ стремится к восстановлению стационарного состояния. Если же новое состояние «ниже» чем исходное, то вследствие того же условия система будет двигаться в сторону еще большего отклонения от исходного стационарного состояния. Это означает, что в нелинейной области устойчивость стационарного состояния не поддерживается автоматически. Такое состояние «устойчиво только тогда, когда все возможные отклонения и возмущения имеют характер подъема в гору» [8], т.е. когда справедливо соотношение

$$\delta_x P = V \sum \delta I_r \delta X_r \geq 0. \quad (3)$$

Это неравенство представляет собой общие условия устойчивости стационарных состояний и его можно назвать условием текущего равновесия.

На основе этих представлений была создана крупномасштабная опытно-промышленная установка в конвертерном цехе Запсибметкомбината, на которой удалось подтвердить большинство из представленных выше предположений, в том числе, возможность создания в первом реакторе давления до 3 атмосфер за счет истечения из первого реактора реальной шлакометаллической струи при продувке кислородом чугуна, а также пылевидной смеси оксидов и восстановителей.

Подробнее суть представленной концепции рассмотрим на основе технологической схемы (рисунок 1). В реакционной камере (реакторе-осцилляторе) 3 химические процессы (сжигание топлива и предварительное восстановление оксидов) выводятся далеко от состояния термодинамического равновесия, а в рафинирующем отстойнике 5, в нижнюю

часть которого под слой эмульсии подается газозвесь, полученная в реакторе-осцилляторе, создается возможность приближения процесса к текущему равновесию.

В реакторе-осцилляторе 3 путем подачи шихты на встречные струи кислорода или спутных потоков кислород-природный газ создается газозвесь с большим объемным газосодержанием (порядка 0,99), отличающаяся существенно нелинейной зависимостью скорости звука (и скорости истечения двухфазной струи) от объемного газосодержания, что позволяет создать соединительный канал 4 с газодинамическим запираем, которое, с одной стороны, определяется процессами, протекающими в предыдущем реакторе, а с другой стороны, влияет на них, например, через торможение реакций с газывыведением. Благодаря такой внутренней обратной связи создается осциллирующий характер процессов в первом реакторе (реакторе-осцилляторе) и в соединительном канале. За счет выбора диаметра соединительного канала или интенсивности подачи реагентов (шихты и энергоносителей) можно получить в этом реакторе любой необходимый уровень давления, находящегося в режиме колебательного стационара.

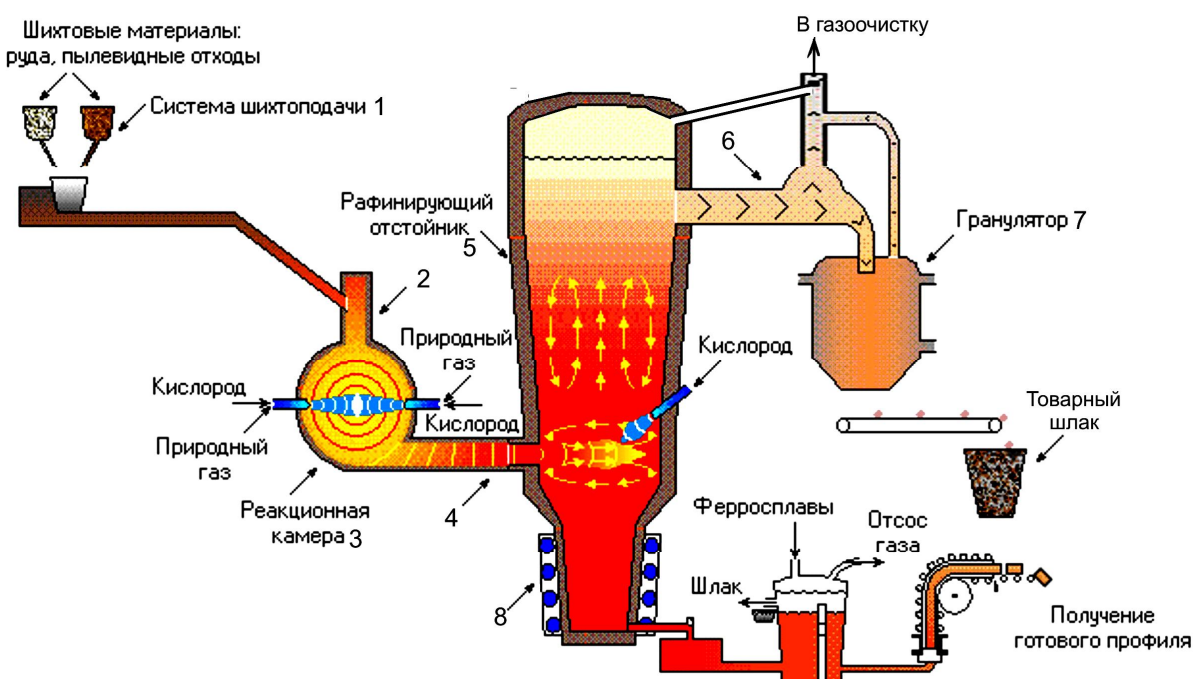


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса и агрегата типа СЭР

Полученный таким образом энергетический потенциал (давление двухфазной среды) используется далее в полностью замкнутой системе для проталкивания продуктов реакции через все последующие элементы (звенья) агрегата: рафинирующий отстойник 5, гранулятор шлака 7, котел-утилизатор, сушила кипящего слоя и другие устройства утилизации тепловой, химической энергии, а также работы расширения реакционных газов. При этом возможно доведение сквозного теплового КПД исходного топлива до 80%, в то время как в традиционной металлургии сквозной тепловой КПД порядка 15-20%.

Можно выделить два наиболее приемлемых подхода к управлению самоорганизующимися объектами физико-химического типа.

1. Если имеется достаточно адекватная модель, то в результате ее исследования и оптимизации могут быть найдены собственные функции объекта и на их основе программно реализованы (управление в большем), например, режимы с обострением, удовлетворяющие целям функционирования данного объекта, или какие-либо другие технологически оптимальные режимы.

2. Если имеется модель только качественного плана или данные о параметрах порядка с учетом принципа подчиненности, то на объект могут накладываться периодические

пробные воздействия в сторону повышения степени неравновесности (увеличение потока вещества или энергии) и проверяться результат самоорганизации (движение в нужном направлении), через период близкий к наиболее медленному параметру порядка. По-видимому, наиболее приемлемым применительно к управлению такими системами является подход, в какой-то мере согласующийся с принципами теории дуального управления А.А. Фельдбаума, идея которого в самом простейшем виде сводится к следующему: сначала изучи, а затем прими решение по управлению. Проще всего он реализуется через систему управления на основе прогнозирующей адаптивной модели, схема которой представлена на рисунке 2. Как видно из этой схемы здесь нет в явном виде обратной связи по отклонению выходной величины от задания, а воздействие на исполнительные механизмы не является непрерывным. Основной упор здесь делается на анализ ошибки модели $\varepsilon_M = y - y_M$ и ее последовательную адаптацию.

Нам кажется, что охват объекта обратной связью (по крайней мере постоянно действующей) противоречит одному из основных принципов синергетики – принципу минимального принуждения. По-видимому, в синергетических системах (если мы хотим в полной мере использовать их внутренние свойства и ресурсы) возможно лишь периодическое подключение обратной связи, точнее, проверка – движется ли объект в нужном нам направлении. Нанесение же управляющих воздействий запаздывает как минимум на один такт и осуществляется лишь после того, как управляющее устройство (оптимизатор) найдет, аналитически или поисковым методом, значения управляющих воздействий, удовлетворяющие заданному критерию. В качестве такого критерия может, в частности, быть движение объекта в заданном направлении (или нахождение в заданной области) с минимумом затрат. Более подробный анализ этих проблем заслуживает отдельного рассмотрения. Мы же коснёмся только содержательно-методологической стороны вопроса

Для большей наглядности сопоставим еще раз этот подход с классическим подходом к синтезу многосвязных систем, основанном на аналитическом конструировании агрегатированных регуляторов (рисунок 2). Здесь представляем объект такого же типа как на рисунке 3, имеющий два входных и два выходных параметра с перекрестными связями внутри объекта и действующими помехами. Если оба регулятора будут действовать независимо, то, естественно, это будет приводить к раскачиванию процессов в каждом из контуров, связанных через объект. Эти связи каким-то образом должны быть учтены при синтезе агрегатированного регулятора. Для этого нужно получить модель объекта, например, в виде совокупности передаточных функций по каналам: $W_{11}, W_{22}, W_{12}, W_{21}, W_{1E1}, W_{2E}$, а затем с учетом какого-то заданного критерия регулирования, можно в принципе, получить описание агрегатированного регулятора, например, в виде совокупности следующих передаточных функций $W_{P11}, W_{P12}, W_{P21}, W_{P22}$.

При этом синтезе, естественно, можно на эти передаточные функции (или какие-то другие соотношения) наложить связи в виде инвариантов.

Не вдаваясь в математические преобразования попытаемся на содержательном уровне сравнить подходы, представленные на рисунках 2 и 3.

В первой схеме исполнительные механизмы перемещаются лишь по истечению определенного интервала прогнозирования, в течении которого накапливается информация для идентификации модели, а помехи и возмущения с частотой большей, чем период инерции объекта фильтруются самим объектом. В этой схеме естественным образом решается задача «подлинной» (технологической, а не управленческой) оптимизации объекта, на основе его подстраиваемой модели.

Во второй же схеме задача технологической оптимизации «тонет» в проблеме обеспечения устойчивости и качества переходных процессов.

При этом не исключено, что система начнет «гоняться» за каким-то высокочастотными составляющими (помехами) в процессе или наоборот «давить» какие-то

полезные флуктуации, например, приводящие к самораскипанию процесса в сталеплавильной ванне.

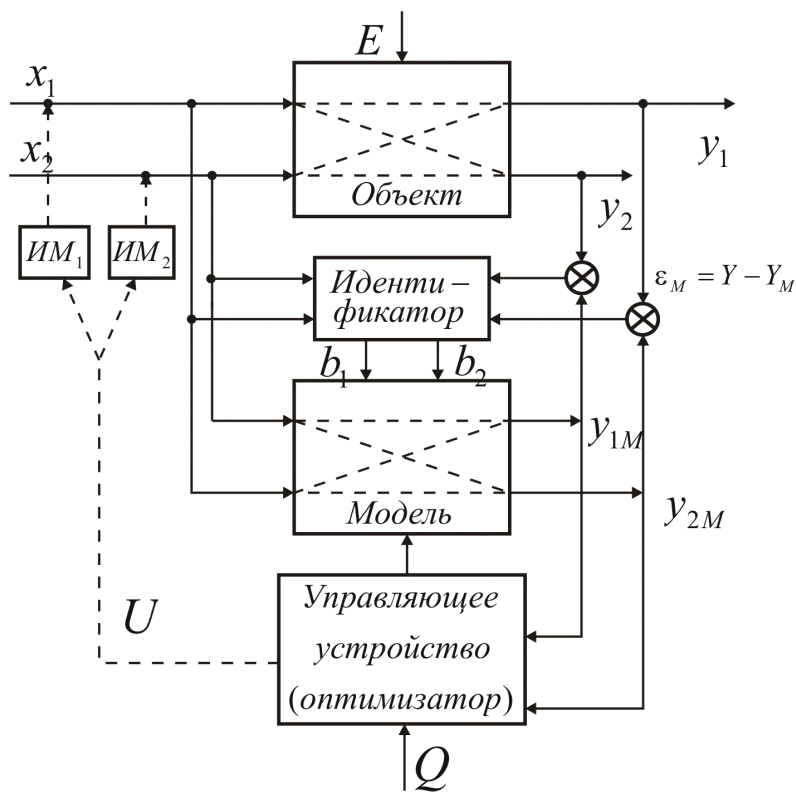


Рисунок 2 – Схема управления с прогнозирующей адаптивной моделью

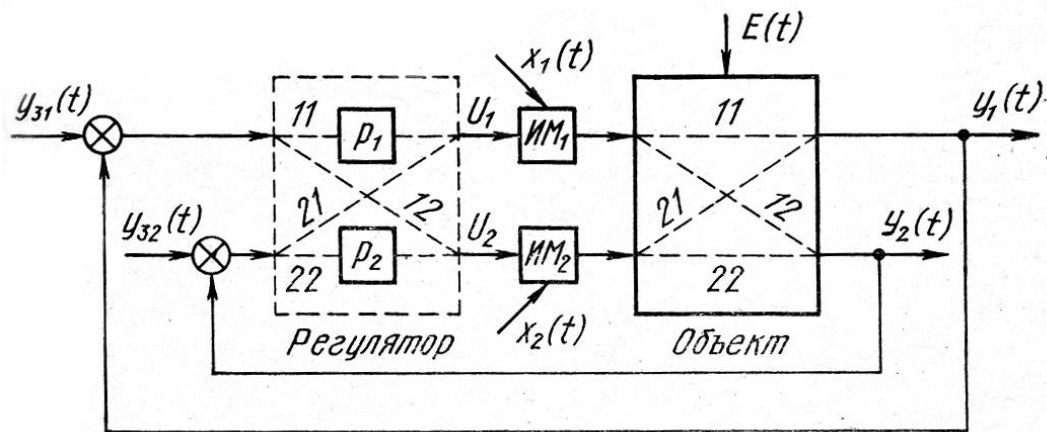


Рисунок 3 – Система связанного регулирования

Кстати, для консервативной колебательной системы, описываемой уравнениями типа Лотка – Вольтерра, получено неравенство [7],

$$\bar{S}^T < S(X_0, Y_0) = S_0.$$

из которого следует, что энтропия периодического движения меньше, чем энтропия среднего уровня. Это означает, что в ряде случаев регуляторы – стабилизаторы нижнего уровня АСУ ТП, по-существу, выполняют “вредную” функцию, подавляя колебания, которые мог бы сфильтровать и полезно использовать сам объект.

Можно привести еще ряд сравнительных оценок двух подходов, которых мы касались выше, но нам кажется, что уже такого простого сопоставления достаточно, чтобы оценить преимущества, представленного на рисунке 3 подхода к управлению объектами (рисунок 1), которые обладают синергетическими свойствами.

Литература

1. Цымбал В.П. Перспективы развития металлургии (прошлое, настоящее и будущее) // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1993. - № 8. – с.7-12.
2. Курунов И.Ф., Савчук Н.А. Состояние и перспективы бездоменной металлургии железа. М.: Черметинформация, - 2002. - 198 с.
3. Юсфин Ю.С. Малые доменные печи – будущее доменного производства // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2005. - № 10. - с.20 – 25.
4. European Patent. International number PCT/RU93/00325. Process for the continuous refining of metal and a facility for carrying out said process / V.P. Tsymbal, S.P. Mochalov, K.M. Shakirov a.e. // International publication number WO 95/18238. – 1995.
5. Записи: в сибире рождается альтернативная наукоемкая металлургия постиндустриальной эпохи./В. Цымбал, Б. Кустов, Р. Айзатулов, С. Мочалов, К. Шакиров // Металлы Евразии. – 1996. - № 8. - с. 114-117.
6. 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.
7. Николис Г., Пригожин Н. Самоорганизация в неравновесных системах.–М.: Мир. - 1979.–512с.
8. Гладышев Г.П. Термодинамика и макрокинетика природных иерархических процессов. М.: Наука. - 1988.- 287 с.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.Б. Баракнин, А.М. Федотов, Ю.И. Шокин
ИВТ СО РАН, г. Новосибирск

1. Понятие и свойства информационно-поисковых систем

В свое время Альберт Эйнштейн предупреждал, что до конца двадцатого века человечество станет свидетелем «информационного взрыва». Сегодня можно утверждать, что этот «взрыв» произошел, причем сила и скорость его «ударной волны» растет с каждым днем. Причина его возникновения связана не столько с гигантским прогрессом в информационных технологиях, сколько с возросшим во много раз потоком информации, необходимой для жизни современного общества. Одной из наиболее значительных (как по важности, так и по объему) составляющих этого потока является научная информация.

Проблема доступа к информации является одной из основных проблем, возникающих в деятельности научного исследователя. Любой научный процесс порождает огромные объемы данных, и работать с ними становится все сложнее по мере того, как гигабайты данных превращаются в терабайты. Количество данных когда-нибудь превысит способность компьютеров их обрабатывать, поэтому необходимы новые инструментальные средства и алгоритмы для анализа этих данных. Вместе с тем предъявляются серьезные требования к обеспечению прозрачного доступа и долговременной сохранности информации. В результате вопросы «что хранить?» и «как хранить?» остаются самыми существенными: без ответа на них все остальные проблемы работы с информацией теряют актуальность.

На первый взгляд, может сложиться впечатление, что развитие информационных технологий уже само по себе способно вывести работу с научной информацией на качественно новый уровень, но, к сожалению, это совсем не так. Современные вычислительная техника и информационные технологии предоставляют исследователю мощный аппарат для манипулирования с *данными*, но не с *информацией*, которая понимается здесь как семантика данных [1]. Таким образом, данные представляют информационную ценность лишь тогда, когда они связаны с другими данными [2, 3]. Как отмечал А.А.Ляпунов [4], «информация всегда относительна, она зависит... от того, какой

информационной системой она воспринимается». Иными словами, конечная цель работы, связанной с применением информационных технологий – *понимание* того или иного явления, а не получение каких-либо чисел или картинок.

Наше представление о явлениях и объектах окружающего мира складывается из обобщения данных, получаемых в процессе наблюдений или экспериментов при описании отдельных элементов того или иного объекта. Поэтому важнейшей задачей является построение *информационной* модели объекта, которая связывает разнообразные данные, превращая их в информацию. Здесь необходима разработка иерархической системы понятий, определения отношений общих и частных понятий, определения характера связей между ними, разработка стандартов описания понятий и форматов данных.

Для наиболее продуктивной работы исследователю нужны данные («информация»), представленные в виде *знаний* – «адекватного отражения действительности в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений теорий», которое «фиксируется в виде знаков естественных и искусственных языков» [5]. Для представления «модели данных», отражающей свойства реального мира, используется понятие *онтология*, понимаемая в данном случае как набор определений (на формальном языке) фрагмента декларативных знаний, включающий термины, типы и соотношения (аксиомы), описывающие фрагмент знания [6]. Такое понимание онтологии отражает возможность перехода от конструирования ограниченных «разовых» моделей предметных областей к описаниям знаний о предметных областях, способных становиться частями более общих моделей знаний.

Для обработки данных, структурированных при помощи той или иной формальной модели, применяются комплексы аппаратно-программных средств, обычно называемые *информационными системами*. В настоящее время среди широкого класса информационных систем наибольшее распространение получили *документально-фактографические информационно-поисковые системы* [7], осуществляющие поиск, переработку и хранение как документальной, так и фактографической информации (под последней фактически понимаются знания). Отметим одно важное ограничение, связанное со сложностью рассматриваемых систем. Под общее определение информационно-поисковой системы формально подпадают и такие комплексы аппаратно-программных средств, в которых реализованы лишь простейшие информационные запросы типа выдачи документа по его известному имени. Однако выведение подобных комплексов за рамки информационно-поисковых систем сделано еще в 1960-е годы в монографии [8], где подчеркнуто, что устройства и машины, предназначенные лишь для отыскания документов по известным адресам их хранения, информационно-поисковыми системами не являются. Такой подход соответствует фундаментальным положениям работы [9], согласно которой характерной чертой управляющих (в широком понимании этого термина) систем, требующих специальных кибернетических рассмотрений, является их сложность, проявляющаяся в большом количестве элементов, сложной системе связей, больших потоках информации и реализации сложных функций. Подчеркивание этой же особенности информационных систем характерно и для англоязычной терминологии [10]. Далее вместо термина «документально-фактографические информационно-поисковые системы» там, где это не вызовет недоразумения, мы будем для краткости использовать термин «информационные системы».

Основная проблема, связанная с построением теории информационных систем, — отсутствие единой теории, связывающей воедино данные, информацию и знание. Имеется множество подходов к понятию информация с философских или кибернетических позиций, включая так называемую «техническую» теорию информации, которую следовало бы называть «теорией передачи и хранения данных». Можно обнаружить десятки и сотни порой противоречащих друг другу определений того, что является информацией или знанием.

Заметим, что работы по автоматическому получению знаний в рамках моделей искусственного интеллекта (см., например, [11]) нацелены на решение узкоспециализированных задач, причем модель знаний строится на основании учета мнений целого коллектива экспертов, поскольку отдельно взятый специалист (еще раз подчеркнем –

специалист в узкой области!) не обладает достаточными знаниями для решения подобных задач.

Опираясь на интуицию, эксперты приходят к выводу о порочности нынешней ситуации, но о каком-либо серьезном переосмыслении проблем данных и контента пока речь не идет. Показательно высказывание Сьюзан Фельдман, ведущего аналитика IDC, специализирующейся на технологиях работы с контентом: «Сегодня весь поисковый рынок устремился в область конвергенции контента с данными, поскольку, в конечном счете, ценность имеет информация» [12].

Исходя из накопленного нами опыта создания распределенной информационной системы СО РАН [13], сформулируем наиболее общие принципы построения моделей информационных систем, работающих как со структурированными данными (информацией), так и со знаниями.

2. Модель информационной системы

Информационная система должна оперировать не непосредственно с документами (т.е. целостными информационными объектами, которые описывают, представляют, отображают или моделируют некоторые сущности реального мира [14]), а с их поисковыми образами. При отсутствии поставленных в соответствие документам поисковых образов поиск документа возможен лишь по его адресу, что противоречит приведенному выше определению информационной системы.

Заметим, что в некоторых случаях содержание исходного документа может входить в поисковый образ в качестве одного из элементов. С другой стороны, поисковый образ документа тоже является документом (описывающим исходный документ), поэтому далее, говоря об информационных системах, мы будем использовать термин «документ» в значении «поисковый образ исходного документа».

Итак, основной элемент информационной системы – документ, который представляют собой информационный ресурс, имеющий (по определению [15]) уникальный идентификатор и обладающий некоторой структурой и содержанием.

Документы в информационной системе описываются посредством метаданных, причем структура метаданных иерархична. Наиболее общий характер имеют метаданные, задающие структуру документа, т.е. описывающие метаданные более низкого уровня (атрибуты документа), которые определяют содержание документа. Наконец, значения этих атрибутов являются фактически метаданными по отношению к исходному документу. Отсюда следует важнейшая отличительная черта информационной системы: она работает не с данными, а исключительно с метаданными.

Документы системы описываются посредством единого набора метаданных $M = \bigcup M^j$ то есть любой документ d_i представляется как $d_i = \langle m_i^{j,k} \rangle$, где $m_i^{j,k}$ – значения элементов метаданных M^j , k – количество значений (с учетом повторений) соответствующего элемента метаданных в описании документа.

Документы, описываемые при помощи одних и тех же элементов метаданных, образующих множество $M_i \subseteq M$, образуют класс K_i . Если $M_1 \subset M$, $M_2 \subseteq M$ и $M_1 \subset M_2$, то класс K_2 является подклассом класса K_1 . Множество документов одного класса называют *каталогом*. Фактически, каталог объединяет поисковые образы исходных документов.

Для отражения в системе различных аспектов отношений между описываемыми сущностями используется та или иная модель связей между документами. Достаточно универсальный характер имеет, например, модель направленных связей [16]. Ее суть состоит в следующем: если документ d_i входит в качестве значения элемента M^j метаданных документа d_i , то можно говорить о связи между этими документами вида $M^j \langle d_i, d_i, m_{i,i}^{l,k} \rangle$, где $m_{i,i}^{l,k}$ – атрибуты этой связи, являющиеся значениями соответствующих элементов метаданных. Тем самым выстраиваемые отношения фактически переносятся на уровень элементов, определяющих структуру документов.

Итак, модель информационной системы строится посредством задания классов K_i , определяемых соответствующими множествами элементов метаданных M_i , и типов возможных связей между классами $M^j \langle K_i, K_i \rangle$ с указанием элементов метаданных $M_{i,i}^j$, описывающих атрибуты соответствующих связей. Таким образом, для построения модели информационной системы используется комбинация иерархической и реляционной моделей данных.

Конкретное наполнение информационной системы определяется содержанием ее каталогов, причем, поскольку иерархическая модель данных может быть представлена в реляционном виде, есть смысл говорить и о каталогах связей.

2. Модели поиска информации и извлечения знаний

Как уже отмечалось выше, важнейшей с точки пользователя чертой информационных систем (и, более того, их определяющей характеристикой) является наличие возможности осуществлять сложные информационные запросы. Можно выделить три основных модели поиска в информационных системах: 1) контекстный поиск; 2) атрибутивный поиск; 3) поиск по аналогии.

С точки зрения организации поиска атрибуты удобно подразделять на три типа: а) текстовые; б) числовые; в) списочные (т.е. выбираемые из заданного списка).

Контекстный поиск отбирает документы, у которых значения атрибутов текстового типа (любых или выбранных пользователем) содержат заданный в качестве поискового запроса текстовый фрагмент. Запрос к каждому атрибуту может также включать несколько текстовых фрагментов, связанных логическими операторами.

При атрибутивном поиске информационный запрос представляет собой набор значений одного или нескольких атрибутов списочного типа (и/или значений числовых атрибутов из заданного диапазона), связанных логическими операциями.

Наконец, поиск по аналогии предполагает задание в качестве информационного запроса непустого множества документов. В качестве результата запроса выдаются документы, каждый из которых в определенном смысле близок к одному из документов, входящих в заданное множество.

Количественная характеристика меры сходства определяется на множестве документов D следующим образом: $m: D \times D \rightarrow [0,1]$, причем функция m в случае полного сходства принимает значение 1, в случае полного различия – 0. Вычисление меры сходства осуществляется по формуле вида $m(d, D') = \sum a_i m_i(d, D')$, где i – номер атрибута, a_i – весовые коэффициенты, причем $\sum a_i = 1$, $m_i(d, D')$ – мера сходства по i -му атрибуту, вычисляемая как $m_i(d, D') = \max_j m_i(d, d_j)$, где d_j – документы из множества D' . Для списочных атрибутов мера сходства по i -му атрибуту определяется следующим образом: если значение i -го атрибута данного документа принадлежит соответствующей проекции множества D' , то мера близости равна 1, иначе 0. В случае атрибута, принимающего множественные значения, $m_i = n_{0i} / n_i$, где n_i – общее количество элементов, составляющих значение i -го атрибута документа, n_{0i} – количество элементов, принадлежащих проекции D' .

Наконец, чтобы информационно-поисковая система могла быть использована для получения новых знаний, ее пользователю должна быть предоставлена возможность проверять, истинно или нет утверждение $R_s(d_i, \dots, d_{in})$ относительно сущностей, описываемых документами d_i, \dots, d_{in} . Высказыванию $R_s(d_i, \dots, d_{in})$ формально соответствует n -местный предикат P_s , определенный на множестве документов, причем при его построении могут использоваться определенные документы системы (точнее, значения атрибутов этих документов), информация из онтологии предметной области и т.п.

Если количество документов в системе, способных выступать в качестве аргументов предиката P_s , велико, то весьма перспективным методом извлечения новых знаний является проверка истинности предиката на различных наборах документов, автоматически

перебираемых системой. Подчеркнем отличие такого подхода от подхода, применяемого специалистами в области искусственного интеллекта для разработки экспертных систем: последние предназначены для решения узкоспециализированных задач, содержат относительно небольшой объем документов, и основной упор при их создании делается на развитие сложных продукционных правил. В нашем же случае правила вывода могут быть достаточно просты, а получение новых знаний возможно благодаря большому объему документов, способных выступить в качестве аргументов проверяемых утверждений.

Заключение

Резюмируя сказанное выше, отметим, что для эффективной организации информационного поиска важны, во-первых, структуризация документов, а, во-вторых, явное задание множества поисковых образов, значительно упрощающее процедуры сравнения атрибутов и проверки истинности высказываний относительно сущностей, описываемых документами. Иными словами, для эффективного информационного поиска информационная система должна была снабжена каталогом.

Литература

1. Математический энциклопедический словарь. М.: Советская Энциклопедия, 1988.
2. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия "количество информации" // Проблемы передачи информации. – 1965. – Т.1. – Вып.1. – С. 3-11
3. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987.
4. Ляпунов А.А. О соотношении понятий материя, энергия и информация // В кн.: Ляпунов А.А. проблемы теоретической и прикладной кибернетики. Новосибирск: Наука, 1980. – С.320-323.
5. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская Энциклопедия, 1983.
6. Нариньяни А.С. Кентавр по имени ТЕОН: Тезаурус + Онтология // Труды международного семинара Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и ее приложениям. – Т.1. -Аксаково, 2001.— С.184-188.
7. Словарь по кибернетике. Киев: Главная редакция УСЭ им. М.П.Бажана, 1989.
8. Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С. Основы информатики. М: Наука, 1968.
9. Ляпунов А.А., Яблонский С.В. Теоретические проблемы кибернетики // Проблемы кибернетики, 1963. – Вып.9. – С. 5-22.
10. *Webster's New World Dictionary of Computer Terms*. 4th ed. New York, N.Y.: Prentice Hall, 1992.
11. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2000.
12. Черняк Л. От информационно-поисковых систем к корпоративному поиску // Открытые системы. – 2005. – N 11. [<http://www.osp.ru/os/2005/11/380532/>]
13. Информационная система СО РАН [<http://www.sbras.ru>]
14. Шокин Ю.И., Федотов А.М., Леонова Ю.В. Принцип динамического формирования документов в информационных системах, на примере интегрированной распределенной информационной системы (ИРИС) СО РАН // Труды Четвертой Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Дубна, 15-17 октября 2002 г. Т.2, С.159-169.
15. Berners-Lee T., Fielding R., Masinter L. Uniform Resource Identifiers (URI). Generic Syntax. RFC 2396. [<http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>]
16. Барахнин В.Б., Леонова Ю.В. Информационная модель отношений между документами в информационной системе // Вычислительные технологии. – 2005. – Т. 10. – Специальный выпуск. – С. 129-137.

СЕКЦИЯ 1

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТОВАРНО-ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ

С.Н. Астраков, М.А. Анисова
Кемеровский филиал РГТЭУ, г. Кемерово

В данной работе рассматривается проблема определения сбалансированного (равновесного) распределения ресурсов между объектами экономической сферы. Распределения могут быть, в частности, финансовыми потоками в банковской системе или транспортными перевозками между производителями и потребителями на товарном рынке. Все участники распределения преследуют свои интересы и стараются принять выгодные для себя решения. Если состояние системы устраивает всех участников, то оно является равновесным по Нэшу. Поиску таких состояний в рамках предлагаемой модели посвящена данная работа.

Определение сбалансированного потока предполагает реализацию некоторой разумной стратегии, оптимизирующей потери на «маршрутных» линиях. Приведенные в работе методы решают поставленную задачу на основе следующих принципов:

1) Определяются участники системы взаимодействий и их основные характеристики: производственные мощности, потребности и посреднические функции.

2) Строится граф отношений с учетом имеющихся между участниками связей. Каждая вершина графа определяет одного участника, а каждое ребро соединяет две вершины, между которыми возможна передача ресурса.

3) Формируется начальное распределение ресурса (поток) между участниками, для которого выполняются балансовые соотношения.

4) Каждый участник (вершина), сохраняя балансовые соотношения, перераспределяет свой ресурс выгодным для себя образом. Оценка выгоды определяется по каждому направлению функцией полезности и порождает строгую математическую итерационную модель переходов из одного состояния в другое.

5) Построенная математическая модель становится динамической и ее состояния меняются в режиме дискретного времени. Исследование модели позволяет определить устойчивые состояния системы, которые соответствуют сбалансированному распределению.

Пусть $\{x_{ij}(t)\}$ заданный материальный поток в момент времени t для системы W . Распределение происходит только между элементами системы, находящимися в отношении w - «соседи». Множество «соседей» элемента i обозначим D_i . Элемент i оценивает полезность отношений с элементами $j \in D_i$ с помощью функций

$$c_{ij}(t) = a_{ij}x_{ij}(t) + b_{ij}x_{ji}(t).$$

При $i=j$ имеем полезность внутреннего потребления:

$$c_{ii}(t) = a_{ii}x_{ii}(t) + b_{ii}x_{ii}(t) = (a_{ii} + b_{ii})x_{ii}(t).$$

Достаточным условием равновесного распределения являются соотношения

$$c_{ij}(t) = a_{ij}x_{ij}(t+1) + b_{ij}x_{ji}(t) \quad \text{и} \quad c_{ii}(t) = a_{ii}x_{ii}(t+1) + b_{ii}x_{ii}(t).$$

Следовательно, $x_{ij}(t+1) = c_{ij}(t)/a_{ij} - (b_{ij}/a_{ij})x_{ji}(t)$ и $x_{ii}(t+1) = c_{ii}(t)/a_{ii} - (b_{ii}/a_{ii})x_{ii}(t)$.

Последние соотношения являются основой для построения итерационного процесса поиска равновесных решений.

Наиболее подробно в данной работе рассмотрен случай равноправных отношений, когда $a_{ij} = b_{ij}$. Для этого случая и некоторых других составлены расчетные программы для графов с различными структурными связями.

Приведенные исследования продолжают развивать методы, рассмотренные в [1]. В работе [2] получены похожие результаты для вентиляционных систем, но с другими оценочными функциями и без учета внутреннего потребления.

Литература

1. С.Н. Астраков, А.И. Ерзин. *Моделирование взаимоотношений на графах*. - Труды 13-й Байкальской школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения», 2005, т. 1, с. 413-418.
2. А.И. Ерзин, И.И. Тахонов. Задача поиска сбалансированного потока.- Сибирский журнал индустриальной математики, 2006, № 4, с. 50-63.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАГРУЗКИ НА ТРАНСПОРТНЫЕ ЛИНИИ В КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

С.Н. Астраков, Н.А. Жеребцова

Кемеровский филиал РГТЭУ, г. Кемерово

В данной работе рассматривается задача регулирования потока в сложных сетевых моделях. Для этого определяются источники потока, характер транспортных линий и законы распределения. Основной целью исследований является разработка стратегии управления потоком, при которой учитывается протяженность маршрутов и нагрузка на транспортные линии между пунктами. Подобные постановки задач могут возникать при регулировании автомобильного движения, в товарно-денежных обращениях, в телекоммуникациях и других системах. Некоторые примеры исследований по данной тематике можно найти в работах [1,2].

Пусть имеется набор вершин (пунктов) $v_i \in V$ и система ребер (дорог) $(i,j) \in E$, соединяющих попарно некоторые вершины. В общем случае это похоже на карту ограниченного района с его внутренней структурой и заданными входящими (выходящими) магистралями на границе. Каждая вершина v_i характеризуется двумя основными показателями: $q_i \geq 0$ (выпуск) и $p_i \leq 0$ (потребление). Ресурс q_i планируется распределить по пунктам назначения $j \in D_i$ в количестве q_{ij} так, что

$$\sum_{j \in D_i} q_{ij} = q_i, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (1)$$

Заметим, что через вершины могут проходить «транзитные» потоки, которые не связаны с выпуском и потреблением, но влияют на нагрузку транспортных линий. Кроме того, на границах сети вводим формальные пункты с условными выпусками и потреблением.

Предполагая на первом этапе независимое поведение участников, а на втором этапе – действия по оценке суммарных показателей, зададим следующий алгоритм регулирования потока:

1) для каждого пункта-источника v_i ($q_i > 0$) решается частная задача о поиске сбалансированного потока $\{x_{st}^i\}$ с учетом пропускных способностей ребер r_{st} , $(s,t) \in E$, и сохранением балансового соотношения (1);

2) определяется общий поток $\{X_{st}\}$, где $X_{st} = \sum_{i=1}^n x_{st}^i$ и нагрузка на каждое ребро

$$N_{st} = X_{st} / r_{st};$$

3) вводятся новые условные пропускные способности ребер с учетом нагрузки N_{st} ;

4) возвращаемся в начало алгоритма 1) и повторяем циклы до выполнения критерия на максимальную и (или) минимальную нагрузку.

Вычислительные эксперименты показали достаточную эффективность предложенного алгоритма. Скорость пошагового улучшения оценивается убывающей геометрической прогрессией.

В настоящее время, в связи с увеличением количества автотранспорта, весьма важной становится проблема регулирования автомобильных потоков и оптимальное проектирование дорожных развязок. Предлагаемые методы позволяют рассчитывать наилучшие варианты

дополнительных «маршрутов» или убирать имеющиеся линии с наименьшим ухудшением. Похожие постановки задач возможны в товарно-денежных обращениях, в телефонных сетях и в системах водоснабжения. Заметим, что иногда важно определить не самый «загруженный» участок системы, а наименее «загруженный», например, при проветривании шахт.

Литература

1. А.И. Ерзин, С.Н. Астраков, И.И. Тахонов, О.А. Гадяцкая. Одна задача функционирования распределенной сети. - Материалы международного семинара «Вычислительные методы и решение оптимизационных задач». Бишкек, 2004, с. 77-82.
2. С.Н. Астраков, А.И. Ерзин. Одна модель саморегулирующейся системы. - Математические структуры и моделирование, 2004, № 13, с. 30-38.

МЕТОДЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТЕВЫХ МОДЕЛЯХ

С.Н. Астраков*, С.Н. Калашников**

* Кемеровский филиал РГТЭУ, г. Кемерово, ** СибГИУ, г. Новокузнецк

В данной работе рассматриваются сетевые модели на графах, которые можно применять при проектировании коммуникационных линий, изучении товарно-финансовых потоков и пр. Модели представляются в виде динамических систем с последовательными дискретными состояниями. Элементы системы являются активными «участниками», действующими в своих интересах. Возникающие некорпоративные отношения могут иметь сложный характер и требуют специального изучения. Предложенные в работе методы описывают поведения таких систем и определяют оптимальные состояния при заданных критериях. Полученные результаты обобщают исследования, проведенные ранее [1,2].

Пусть система S задана в виде графа $G=(V,E)$, где $v_i \in V$ – множество вершин, $(i,j) \in E$ – множество неориентируемых ребер, $i,j \in \{1,2,\dots,n\}$. Считаем граф обычным и не обязательно полным, хотя все представленные результаты распространяются и на мультиграфы (пара вершин может соединяться более чем одним ребром), что очень важно для возможных приложений.

Каждая вершина v_i характеризуется некоторым фиксированным ресурсом q_i и принадлежит одному из трех типов: 1) $v_i \in I$ (истоки), если $q_i > 0$; 2) $v_i \in T$ (стоки), если $q_i < 0$; 3) $v_i \in N$ (стыки), если $q_i = 0$.

Если система замкнутая и при передаче ресурсов по ребрам нет потерь, то можно потребовать выполнения условия

$$\sum_{v_i \in V} q_i = \sum_{v_i \in I} q_i + \sum_{v_i \in T} q_i = 0.$$

Множество вершин I в экономических системах можно называть поставщиками (производителями), а множество T – потребителями. Вершины-стыки из N хоть и имеют нулевой суммарный баланс, но могут различными способами «забирать» с некоторых направлений определенное количество ресурса и «передавать» его по другим направлениям.

Начальное состояние системы $S(0)$ определим допустимым материальным потоком $\{x_{ij}^0\}$:

$$\sum_{j \in \Gamma_i} x_{ij}^0 = q_i, \quad i \in \{1,2,\dots,n\}, \quad (1)$$

где Γ_i – множество смежных для v_i вершин, x_{ij}^0 – доля материального потока, идущая из вершины v_i в вершину v_j .

Отметим, что состояния системы $S(k)$ могут меняться в режиме дискретного времени в зависимости от предыдущего состояния и заданного управления Y , т.е.

$$S(k+1) = \Phi(S(k), Y),$$

где Φ – символическая функция перехода из одного состояния в другое:

$$\Phi: \{x_{ij}^k\} \rightarrow \{x_{ij}^{k+1}\}, k=0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Под управлением Y будем понимать действия участников по оценке современного состояния и переходу в новое состояние по определенным правилам. В нашем случае правила перехода имеют строго заданный итерационный вид, определяющийся из следующих естественных принципов:

A1. На каждом шаге $k = 1, 2, 3, \dots$ для потока $\{x_{ij}^k\}$ по всем вершинам v_i выполняется балансовое соотношение аналогичное (1):

$$\sum_{j \in \Gamma_i} x_{ij}^k = q_i, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (3)$$

A2. В каждом узле (вершине) происходит перераспределение потока (2) соразмерно потреблению смежных вершин на предыдущем шаге, т.е.

$$c_{ij}^{k+1} = x_{ij}^{k+1} + x_{ij}^k, \quad j \in \Gamma_i, \quad (4)$$

где c_{ij}^{k+1} - оценочные функции, равные по всем $j \in \Gamma_i$.

Учитывая соотношение (3) и суммируя по $j \in \Gamma_i$ соотношения (4), получим формулы итерационного перехода:

$$\begin{aligned} c_i^{k+1} &= \frac{p_i^k + q_i}{d_i}, \quad x_{ij}^{k+1} = c_i^{k+1} - x_{ji}^k, \quad " (i,j) \in E; \\ x_{ij}^k &= 0, \quad " (i,j) \notin E, \end{aligned} \quad (5)$$

где $p_i^k = \sum_{j \in \Gamma_i} x_{ji}^k$ - величина воздействия на v_i со стороны смежных вершин, d_i - степень вершины v_i .

Таким образом, граф $G=(V,E)$, начальное состояние (1) и правила перехода (5) определяют саморазвивающуюся динамическую систему W . В данной постановке важным является следующее понятие.

Определение. Для заданной системы W состояние S' является стационарным, если $S' = \Phi(S', Y)$.

Для предложенной модели разработаны аналитические и численные методы, с помощью которых решаются следующие проблемы.

П1. Определить для системы W все стационарные состояния, соответствующие стратегии (5). *П2.* Исследовать динамику поведения системы W при заданном начальном состоянии (1). Найти предельное состояние $S^* = \lim_{k \rightarrow \infty} S(k)$, если оно существует. *П3.*

Исследовать на устойчивость стационарные состояния, т.е. изучить их поведение при небольших отклонениях.

Преимуществом описанного в работе подхода является то, что с его помощью можно достаточно просто находить как предельные, так и равновесные состояния системы. Запускаемый итерационный процесс дает наглядное представление о развитии системы во времени и легко перестраивается при изменении начальных данных и структуры графа. В известных работах по данной тематике при изучении свойств взвешенных графов приходилось решать довольно большие системы линейных уравнений и исследовать их совместность.

Литература

1. С.Н. Астраков, А.И. Ерзин. Одна модель саморегулирующейся системы. - Математические структуры и моделирование, 2004, № 13, с. 30-38.
2. С.Н. Астраков, А.И. Ерзин. Моделирование взаимоотношений на графах. - Труды 13-й Байкальской школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения», 2005, т. 1, с. 413-418.

МЕТОДЫ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕЗДА

В. И. Веревкин, А. В. Кожин, В. Е. Шехтман
КузГПА, НИИ КПП ПЗ, НФИ КемГУ, г. Новокузнецк

Транспортной сетью назовем тройку $S = S(U, V, C)$. Где $G = G(U, V)$ – граф транспортной сети, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_p\}$ – множество вершин графа G (транспортные узлы), $V = \{v_1, v_2, \dots, v_q\}$ – множество ребер графа G (транспортные участки), $|U| = p > 0$, $|V| = q > 0$ – целые числа, определяющие количество элементов множеств U и V соответственно, C – функция стоимости перевозки если:

1. G – орграф;
2. G не имеет петель;
3. G не имеет кратных дуг;
4. G – сильно связный орграф;
5. C – функция стоимости перевозки: $C: V \times R_+ \rightarrow R_+$, где $R_+ = [0, \infty]$, обладающая следующими свойствами:
 - 5.1. $C(v, 0) = 0$ для $\forall v \in V$;
 - 5.2. $C(v, m)$ – монотонно не убывает по второму аргументу: для $\forall m_1 \leq m_2 \in R_+ \Rightarrow C(v, m_1) \leq C(v, m_2)$ для $\forall v \in V$;
 - 5.3. $C(v, m)$ – полуаддитивная функция по второму аргументу: для любых $m_1, m_2 \in R_+$ имеет место $C(v, m_1 + m_2) \leq C(v, m_1) + C(v, m_2)$ для $\forall v \in V$;
 - 5.4. C – непрерывная слева функция по второму аргументу в точке 0.

$C(v, m)$ определяет стоимость перевозки груза массой $m \in R_+$ по транспортному участку $v \in V$, или из узла $u_a \in U$ в узел $u_b \in U$, если $v = \langle u_a, u_b \rangle$;

В рамках описанной модели возможна постановка задачи оптимизации стоимости перевозки в следующей форме. На узлах графа G задана функция $b(u_i)$, определяющая количество груза, требуемого в данном узле. В узле-источнике потребность отрицательна. Имеет место очевидное ограничение $\sum b(u_i) = 0$. Требуется найти носитель функции ($C(v, m) > 0$) стоимости перевозки C , доставляющий минимум интегральной стоимости перевозки $\sum C(v_i, m)$ (далее на этот критерий будем ссылаться как на *стоимость перевозки*).

В данной работе рассмотрена проблема построения практически реализуемых алгоритмов решения этой задачи. Суть задачи можно переформулировать следующим образом: определить оптимальный в смысле стоимости перевозки путь на графе G . В случае одного источника груза и одного потребителя задача сводится к некоторой модификации задачи определения ближайшего пути на орграфе G между двумя вершинами. Методы решения такой задачи известны – это волновой алгоритм, алгоритмы Флойда, Дейкстры и их модификации, призванные увеличить эффективность (см. например [1]). Таким образом, данная задача может считаться в принципе решенной.

Однако важным ее обобщением может служить следующая задача оптимального объезда: определить самый дешевый способ обхода N вершин графа ($N > 3$) (порядок обхода можно изменять). Формально эта задача ставится следующим образом. Заданы N интересующих нас вершин графа $\{U_1, U_2, \dots, U_N\}$, $u_i \in U$. Требуется указать минимальный по стоимости путь на графе G , который начинается в U_1 , проходит через U_2, \dots, U_{N-1} в произвольном порядке и заканчивается в U_N . Ясно, что в рамках данной задачи следует придерживаться таких путей между любой парой вершин, чтобы их длина была минимальной в смысле выбранного критерия. Заметим, что эта задача отличается от классической “задачи коммивояжера” в следующих отношениях. Стоимость перевозки между двумя вершинами определяется не как стоимость перевозки по прямой между ними (т. е. по единственной дуге графа), а как минимальная стоимость перевозки по пути между ними на транспортной сети. Это связано с тем, что в задаче коммивояжера отсутствуют узлы – развязки транспортной сети, не являющиеся пунктами обхода. Кроме того, следует

исключить требование однократного посещения каждой из вершин орграфа, представляющего транспортную сеть (иначе может быть получен неоптимальный способ обхода или придется столкнуться с отсутствием решения, которое на самом деле всегда существует для тесно связанного графа, каковым является реальная транспортная сеть!).

Принципиальное решение, как и для задачи коммивояжера, заключается в следующем: следует перебрать все перестановки вершин U_2, \dots, U_{N-1} и выбрать ту из них, которая доставляет кратчайший путь из U_1 в U_N с заходом во все промежуточные. Однако таким способом за приемлемое время удастся получить ответ лишь для N , несколько больших 10. При $N > 25$ его уже совершенно невозможно получить практически ввиду огромного объема вычислений. Известный метод ветвей и границ, потенциально давая точное решение, также не позволяет решить задачу в практически важных случаях, т. к. в общем случае не уменьшает объема необходимых вычислений по сравнению с полным перебором. Поэтому важным для решения локальной задачи представляется нахождение практически работающего алгоритма нахождения оптимального пути объезда, пусть и приближенного. В [2] представлен класс эвристических алгоритмов, дающих решение, точность которого на частных примерах не опускалась ниже 8%, что представляется практически приемлемым.

Эвристические алгоритмы этого типа двухфазные: на первой фазе формируется базовое решение, на второй фазе оно уточняется. В качестве методов нахождения базового решения можно рассматривать большую совокупность алгоритмов, дающих более или менее точное приближение.

Например, суть “жадного” алгоритма состоит в следующем. На транспортной сети ищется и включается в путь вершина u_k , которая ближе всех к начальной. Далее отыскивается самая близкая к u_k вершина из числа еще не включенных в путь и т. д. пока не будут исчерпаны все вершины.

Другой алгоритм, “древовидный”, суть которого состоит в следующем. В путь включаются две вершины – начальная U_1 и конечная U_N . Далее отыскивается вершина, которая характеризуется наименьшим значением $C(U_1, U_k) + C(U_k, U_N) - C(U_1, U_N)$, где k – номер еще не включенной в путь вершины. Найденная вершина включается в путь, который теперь будет представлен в виде $\{U_1, U_{1k}, U_N\}$. На следующем шаге отыскивается вершина U_p , дающая минимальный вклад в путь $\{U_1, U_p, U_k\}$ и вершина U_m , дающая минимальный вклад в путь $\{U_1, U_m, U_N\}$. Из U_p и U_m выбирается вершина, дающая минимальное приращение пути и она и вставляется в формируемый путь, т. е. в качестве нового приближения получаем либо $\{U_1, U_p, U_k, U_N\}$, либо $\{U_1, U_k, U_m, U_N\}$. Далее процесс построения пути повторяется уже для трех элементов и т. д., пока не будут исчерпаны все вершины, которые необходимо посетить.

Наконец, суть одного из возможных простейших алгоритмов построения базового решения заключается в том, что все вершины включаются в путь случайным образом либо по какому-то простому закону, например: $\{U_1, U_2, \dots, U_N\}$.

Видно, что описанные алгоритмы достаточно быстрые, однако они лишь случайно могут дать хорошее приближение к решению. Поэтому далее следует применить к ним некоторые уточняющие алгоритмы. В качестве таковых можно рассмотреть следующие.

Перестановки. В цикле по парам смежных вершин выполняется их перестановка, роль которой оценивается и при благоприятном изменении общей длины закрепляется в качестве нового пути. Цикл продолжается пока имеется эффект от перестановок. Можно выполнять перестановки по трем и более соседним вершинам из числа тех, которые не попали в число ранее проведенных операций с двумя соседними вершинами. Эксперименты показывают, что описанная процедура эффективна и имеет высокое быстродействие.

Разворот подпути. Алгоритм заключается в пробном полном обращении обхода элементов подпутей. Это затратный по времени алгоритм, поэтому его стоит ограничить по размеру подпутей.

Удаление петель. Иногда полученный некоторым алгоритмом путь содержит петлю. Петля – пересечение пути с самим собой. Например, это имеет место на рисунке 1 (путь $\{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ содержит петлю). Петля начинается с вершины 1 и заканчивается вершиной 4

(петлю составляет “подпуть” {1, 2, 3, 4}). Если внутренний подпуть петли повернуть в противоположном направлении, то есть заменить указанный подпуть на {1, 3, 2, 4}, то петля исчезнет (рисунок 2), а путь станет короче. Это некоторая специализация ранее описанного алгоритма разворота подпути, заключающаяся в том, что разворот выполняется не “наобум”, а только при обнаружении петли. Алгоритм разворота подпути – более общий, чем алгоритм удаления петель, однако данный алгоритм имеет право на существование в связи с его относительно малой трудоемкостью.

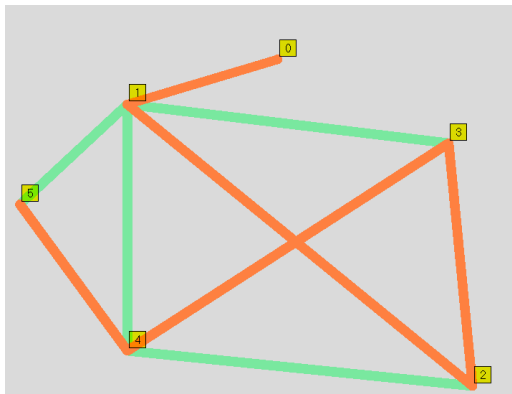


Рисунок 1 – Путь с петлей

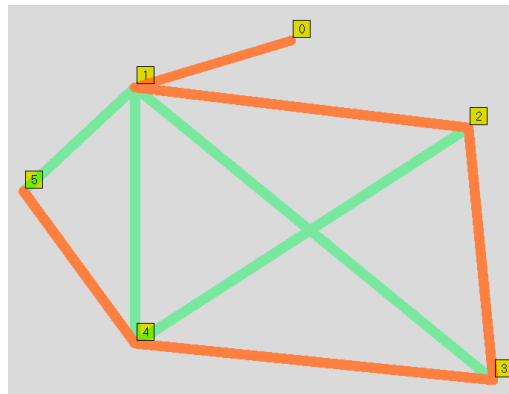


Рисунок 2 – Путь без петли

Экспериментальным путем можно убедиться, что в зависимости от существа задачи лучшее решение может дать любой из описанных уточняющих методов, при этом почти не важно, каково базовое решение. В связи с этим представляется перспективным искать и другие уточняющие методы, не занимаясь более задачей нахождения базового решения.

Например, можно представить себе уточняющий алгоритм, основанный на учете пространственных координат объектов, которые следует объехать (соответственно, при решении задачи следует учитывать декартово расстояние между ними и исключать заведомо невыгодные пути). Кроме того, имеет смысл рассмотреть “иерархические” алгоритмы, суть которых заключается в исключении рассмотрения путей между объектами, расположенными в разных “районах”, пока не обойдены объекты, относящиеся к одному “району” (это дает возможность понизить размерность задач). Под “районом” здесь может пониматься кластер точек на графе G , географически близких друг другу и относительно далеких к точкам других кластеров. В частности, его могут образовывать точки графа, принадлежащие административному району города. Тогда после получения решений для каждого “района”, придется решать задачу следующего уровня – найти пути объезда “районов”, пользуясь “мостами” между ними (таких “мостов” не должно быть много в связи с самим принципом разбиения задачи на иерархические уровни).

Так или иначе, общий метод решения состоит в следующем: на первом этапе определяются несколько базовых решений, на втором этапе базовые решения подвергаются корректировке путем применения уточняющих алгоритмов, на третьем этапе в качестве решения принимается наилучшее из полученных на втором этапе.

Для решения задач транспортной логистики вообще и описываемой задачи в частности одним из авторов разработан программный комплекс AutoLOGIC, включающий в себя специализированную геоинформационную систему, в рамках которой можно ставить и решать задачи описанного типа. В частности, на двух рисунках ниже представлены реальные ситуации на схеме транспортной сети г. Новокузнецка.

На рисунке 3 представлена задача (и ее решение) проезда из точки 0 (“Green House”) в точку 3 (магазин Орбита), через точки 1 (бассейн Олимп) и 2 (Универмаг). Видно наличие петли. Важно заметить, что все пути из точки в точку – оптимальны (в данном случае по критерию расстояния). Однако общая длина маршрута (8.23 км) не оптимальна. На рисунке 4 тот же маршрут представлен другим вариантом – включен режим нахождения оптимального объезда указанных точек. Бросается в глаза отсутствие петли. Общая длина маршрута составила 5.96 км.

ОБЗОР ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

В.И. Веревкин, А.В. Кожин, В.Е. Шехтман
КузГПА, НИИ КПП ПЗ, НФИ КемГУ, г. Новокузнецк

“Логистика – наука о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производства, их переработки, и доведение готовой продукции до потребителя, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации” [1]. Логистическим услугам придается в последнее время все большее значение как фактору повышения конкурентоспособности предприятия, т. к. использование логистических методов при управлении материальными потоками приводит к сокращению запасов, уменьшению времени движения продукции, устранению сбоев в работе предприятия, повышению надежности и качества поставок. В конечном итоге это сказывается в снижении себестоимости товара и повышении доверия заказчика.

Приложения логистики разнообразны, но в данной статье рассматривается транспортное направление логистики и принципиальные вопросы ее реализации на базе информационной системы (ИС). Это направление является наиболее наукоемким. При возрастании количества учитываемых факторов (количество и географическое положение клиентов, дорожная обстановка, модель обслуживания и т.д.), а также требований к скорости работы системы, сложность задач, которые призвано решать данное направление логистики возрастает экспоненциально!

Основная задача транспортной логистики – выработка способа перемещения требуемого количества товара в нужные точки оптимальным, в смысле некоторых критериев, маршрутом, т. е. маршрутизация (рисунок 1). Критериями в данном случае могут выступать количество единиц транспорта, его пробег, холостой пробег, время доставки товара, расход топлива и многие другие. С точки зрения предприятия, введение транспортной логистической системы позволяет решить и дополнительные задачи:

- минимизировать необходимое количество складских запасов;
- обеспечить контроль грузовых потоков;
- упростить процедуры оформления путевых документов и др.

Однако именно возможность оптимизировать маршруты перемещения товара является фактором, определяющим важность транспортной логистики, т. к. она позволяет, например, выполнять большой объем перевозок имеющимся парком транспортных средств, доставлять товар вовремя в соответствии с обязательствами. Во многих сегментах рынка доставка товара добавляет к его стоимости сумму, сравнимую со стоимостью самого товара. А использование методов оптимизации доставки в некоторых случаях способно дать экономию до четверти от его стоимости.

К задачам маршрутизации автотранспорта (VRP – Vehicle Routing Problem) относится целый класс задач, в которых маршруты для парка автомобилей, расположенных в одном или нескольких депо, должны быть определены для нескольких географически отдаленных городов или клиентов. В общем случае, целью решения задач маршрутизации является оптимизация выполнения серии запросов клиентов [2].

В области маршрутизации имеются следующие основные направления:

- разработка экономико-математических моделей обслуживания;
- совершенствование имеющихся алгоритмов решения задач в рамках этих моделей;
- слияние моделей обслуживания с моделями других функций логистики, такими, как управление запасами.

Экономико-математическая модель призвана описать взаимодействие поставщика и заказчиков в условиях существования всевозможных ограничений: транспортная сеть, характеристики подвижного состава, периодичность поставок, временные рамки, возможность загрузки на обратном пути, случайные заказы и многие другие. Фактически, решение классической задачи маршрутизации сводится к задаче построения гамильтонова

задач маршрутизации следует использовать приближенные, эвристические методы, за счет чего удастся получить близкое к оптимальному решение, удовлетворяющее необходимым ограничениям в приемлемые сроки.

Другим важным модулем является система мониторинга, позволяющая определить и зафиксировать в базе данных факты поломки транспортного средства, простаивания груза и пр. Для решения этих и других задач в логистических информационных системах применяются технологии отслеживания объектов (радиочастотная идентификация, штрих-кодирование, система глобального позиционирования (GPS)). Средством обмена информацией между ИС и транспортным средством может служить GPRS/GSM (при работе в реальном времени). Другое решение – организация пакетной обработки данных, полученных в ходе выполнения маршрутов транспортным средством и хранимых “на борту”, после возвращения в депо (приводит к снижению стоимости системы, но исключает возможность оперативного реагирования на важные события). Совместное использование систем GPS, ГИС и сотовой связи позволяет получить систему, обрабатывающую информацию в реальном времени, что существенно повышает эффективность работы предприятия. Эта технология способна найти применение не только в области коммерческих перевозок грузов, но и в работе “скорой помощи”, других спасательных служб, такси и пр.

Наконец, последний из рассматриваемых модулей – система анализа. Она позволяет организовать представление информации, хранимой в логистической системе, удобное для оценки результатов деятельности предприятия и принятия управленческих решений. В частности, от нее требуется дать возможность сравнения плановых и фактических маршрутов, анализ причин срыва заказов, анализ загрузки и выявление напряженных направлений, выявление нецелевого использования транспорта и перерасхода топлива, расчет интегральных показателей деятельности, формирование данных для уточнения параметров экономико-математической модели и пр.

Ниже рассматриваются несколько конкретных примеров постановки задач маршрутизации.

Пример №1. Станция скорой помощи осуществляет доставку медицинской бригады для оказания помощи больному. Процесс организации перевозок характеризуется следующими особенностями:

- вызовы на обслуживание поступают в случайные моменты времени;
- точки отправления и прибытия – случайные точки в рамках территории ответственности станции;
- критерий работы – скорейшая доставка в рамках текущего вызова.

Ограничения:

- осуществить обслуживание вызова способны только свободные от обслуживания в момент вызова машины, укомплектованные бригадами нужного профиля (кардиологическая, психиатрическая и т. д.);
- за одну езду возможно обслуживание только одного вызова;
- проезд возможен только по имеющейся транспортной сети.

Пример №2. Транспортная служба сервисного предприятия осуществляет регулярные перевозки для пополнения запасов (в запасных частях или расходных материалах) в фиксированных пунктах обслуживания.

Процесс организации перевозок характеризуется следующими особенностями:

- обслуживание осуществляется в регулярные моменты времени;
- точки отправления и прибытия – фиксированные;
- за одну езду возможно обслуживание нескольких пунктов;
- критерий работы – минимальная величина издержек по доставке за производственный цикл.

Ограничения:

- осуществить доставку могут любые из имеющихся в парке предприятия автомобилей;

- в автомобиль можно поместить лишь ограниченный по объему и весу груз;
- перевозка возможна только по имеющейся транспортной сети.

Пример №3. Транспортная служба оптового торгового предприятия выполняет доставку грузов со своих складов к мелкооптовым и розничным торговым точкам (собственным и сторонним).

Процесс организации перевозок характеризуется следующими особенностями:

- обслуживание осуществляется в случайные моменты времени;
- точки отправления и прибытия – случайные (редкие клиенты, которых сравнительно много) и фиксированные (несколько собственных магазинов);
- критерий работы – минимальная величина издержек по доставке за весь производственный цикл (скажем смену).

Ограничения:

- осуществить доставку могут любые из имеющихся в парке предприятия автомобилей;
- в автомобиль можно поместить лишь ограниченный по объему и весу груз;
- необходимо гарантировать доставку в определенное временное окно;
- перевозка возможна только по имеющейся транспортной сети.

Эти примеры дают три характерные точки на спектре возможных задач транспортной логистики. Сведем их в таблицу 1. (Заметим, что существуют и задачи, обладающие другими наборами характеристик (профилями), каждая из которых характеризуется своими особенностями – для нас сейчас важны некоторые типовые примеры, поэтому ими пока и ограничимся).

В основу укрупненной классификации задач положим характер целевой функции. Будем называть локальной задачей маршрутизации задачу определения способа выполнения заказа на перевозку, при выполнении которого минимизируется критерий, относящийся к одной езде одного транспортного средства. Сюда же относится и случай ездки, в ходе которой необходимо объехать несколько точек (задачи первого профиля – см. таблицу 1).

Глобальной задачей маршрутизации назовем задачу определения способа выполнения заказов на перевозку в условиях, когда требуется минимизировать критерий, оценивающий в целом все ездки всех транспортных средств за весь плановый период выполнения заказов (задачи второго и третьего профиля – см. таблицу 1).

Констатируем, что транспортная логистическая ИС должна охватывать оба типа задач маршрутизации и содержать в себе модули, описанные выше.

Таблица 1 – Типичные задачи транспортной логистики

| | | Профиль задачи | | |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| | | 1 (“скорая помощь”) | 2 (“оптовая база”) | 3 (“сервисное предприятие”) |
| | | “Локальная” | “Глобальные” задачи | |
| Характеристики профиля задачи | Моменты поступления заказа на перевозку | Произвольные | | Регулярные |
| | Транспортные средства, способные выполнить заказ | Специализированные | Любые из соответствующего автопарка | |
| | Точки отправления | Произвольные | | Фиксированные |
| | Точки прибытия | Произвольные | | Фиксированные |
| | Целевая функция | Минимизация времени одной перевозки | Минимизация издержек по всем перевозкам всем парком транспортных средств | |
| | Количество обслуживаемых заказов за одну ездку | Один | Ограничено объемом и весом груза, помещающегося в автомобиль | |
| | Временное окно | Нет | Да | Нет |

Литература

1. Родников, А.Н. Логистика. Терминологический словарь [Текст] / А.Н. Родников. – М.: Экономика, 1995. – 101 с.
2. Маршрутизация автотранспорта. Постановка и классификация задач [Текст] / Филин Е.А. [и др.] // IX Нижегородская сессия молодых ученых. – Саров, 2004.
3. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход [Текст] / Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1978. – 357 с.
4. Шекхар, Ш. Основы пространственных баз данных [Текст]: пер. с англ. / Ш. Шекхар, С. Чаула. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 336 с.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

С.Б. Данилевич, С.С. Колесников
СибУПК, НГТУ, г. Новосибирск

Актуальность метрологического обеспечения производства возросла с принятием в 2002 г. Закона РФ «О техническом регулировании». Эффективное техническое регулирование, обеспечивающее необходимый уровень безопасности и качества технологических процессов и продукции, невозможно без точных измерений и достоверного контроля. В технических регламентах должны быть указаны минимально необходимые требования по обеспечению безопасности продукции и единства измерений, то есть определены требования к метрологическому обеспечению производства.

Применение эффективных методов контроля качества серийно выпускаемых изделий на предприятиях оборонной промышленности необходимо в связи с принятием в составе государственной программы вооружения комплексной целевой программы «Обеспечение и контроль качества вооружения и военной техники на 2004-2010 годы и на период до 2015 года» (КЦП «Качество») [1].

Качество многих технических изделий характеризуется некоторым множеством параметров. Последние подвергаются контролю с целью подтверждения соответствия изделий установленным в технических регламентах, стандартах или других нормативных документах (НД) требованиям. Нередко качество изделия определяется одним параметром, являющимся функцией некоторого аргумента и контролируемым при нескольких значениях этого аргумента. Например, погрешность измерительных приборов можно рассматривать как случайную функцию, которая при поверке контролируется в нескольких заранее определенных точках диапазона измерений. При допусковом измерительном контроле изделие обычно признается не соответствующим требованиям («негодным»), если значение хотя бы одного параметра, найденное при измерении этого параметра в процессе контроля, выходит за установленные в НД границы. Такой контроль называют многопараметрическим [2,3].

Показателем качества контроля является его достоверность. Оценить достоверность результатов многопараметрического контроля изделий и разработать новые эффективные методики контроля непросто. Это можно сделать методом имитационного моделирования (ИМ) [2-4].

Ниже приведены некоторые результаты исследования влияния погрешности выполняемых при контроле измерений на ошибки контроля 1 и 2 рода и на риск заказчика. Напомним, что вероятность ошибки контроля 2 рода – это вероятность признать «годным» изделие при условии, что фактически оно не соответствует требованиям хотя бы по одному параметру, а риск заказчика – это вероятность того, что изделие окажется фактически «негодным» при условии, что в результате контроля оно признано соответствующим всем требованиям (т.е. «годным»).

Предполагалось, что качество изделия характеризуется 30 параметрами, и все параметры подлежат контролю. Рассмотрено 2 случая: когда параметры статистически

независимы и зависимы (коррелированы). При корреляции параметров нормированная автокорреляционная функция имела вид $K(\tau) = \exp(-7,6 * \tau^2)$, где τ может изменяться от 0 до 1,5.

Было принято также, что все контролируемые параметры изделия распределены по нормальному закону с СКО $\sigma = 1$ и должны находиться в поле допуска $\Delta = \pm 3$ (относительно своего номинального значения). При этом априорная вероятность того, что изделие с некоррелированными параметрами будет «негодным», равна 7,79 %.

На компьютере имитировался измерительный контроль всех 30 параметров, и вычислялись оценки вероятностей ошибок контроля 1 и 2 рода P_1 и P_2 , а также риск заказчика R_3 . В качестве модели погрешности выполняемых при контроле измерений использовалась равномерно распределенная случайная величина с СКО $\sigma_{и}$, изменявшимся от 0 до 0,4 с шагом 0,1 (предполагалось, что систематические погрешности измерений устранены). В таблице приведены результаты расчетов методом ИМ искомых вероятностей (по 10^6 реализаций). Отметим, что при $\sigma_{и} = 0$ ошибки контроля отсутствуют, и вероятности ошибок контроля равны нулю.

Таблица

| Вероятность | Статист. зависим. | СКО погрешности измерений $\sigma_{и}$ | | | | |
|-------------|-------------------|--|------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| P_2 (%) | некоррелир | 0 | 11,4 | 19,3 | 24,3 | 27,41 |
| | коррелир | 0 | 8,83 | 11,35 | 11,08 | 9,76 |
| R_3 (%) | некоррелир. | 0 | 0,96 | 1,65 | 2,13 | 2,49 |
| | коррелир. | 0 | 0,35 | 0,44 | 0,44 | 0,38 |
| P_1 (%) | некоррелир | 0 | 1,26 | 3,01 | 5,40 | 8,67 |
| | коррелир | 0 | 0,62 | 1,61 | 3,06 | 5,23 |

Литература

1. Корчак В.Ю., Макуха В.С., Шехватов О.П. Обеспечение и контроль качества оборонной продукции. // Компетентность – 2006, №8, с.2-9.
2. Рубичев Н.А., Фрумкин В.Д. Достоверность допускового контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1990, 172 с.
3. Данилевич С.Б. Планирование выходного измерительного контроля качества продукции. Монография. Новосибирск, изд-во НГТУ, 2006.
4. Данилевич С.Б. Применение компьютерных технологий при разработке эффективных методик контроля качества продукции. // «Законодательная и прикладная метрология», 2006, № 2, с.30-32.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ НА ГЕНПОДРЯДНОМ ПРЕДПРИЯТИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ И ТРУДОВЫМИ РЕСУРСАМИ

С.В. Держак

ОАО «ВО «Технопромэкспорт», г. Москва

Устойчивое функционирование российских предприятий в условиях усиления конкуренции на внутренних и мировых рынках обеспечивается, во-первых, за счет эффективного взаимодействия предприятия с внешней средой, а во-вторых, за счет оптимального распределения имеющихся ресурсов по направлениям деятельности и реализуемым инвестиционным проектам. Это позволяет своевременно реагировать на сигналы, поступающие из внешней среды. В современных условиях эффективное распределение материальных, трудовых и финансовых ресурсов предприятия невозможно без использования автоматизированных систем управления. Поэтому разработка и внедрение

автоматизированных систем управления становится для предприятий одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности.

В условиях возрастания международной конкуренции проблема повышения конкурентоспособности производимой продукции и оказываемых услуг особенно актуальна для предприятий, сфера деятельности которых не ограничивается территорией Российской Федерации. Одним из таких предприятий является ОАО «Внешнеэкономическое Объединение (ВО) «Технопромэкспорт» со стопроцентным участием государства в капитале. Предприятие на протяжении пятидесяти лет сооружает энергетические объекты любой сложности на условиях «под ключ».

Основой бизнеса ОАО «ВО «Технопромэкспорт» является выполнение генподрядных услуг в области строительства ГЭС, ТЭЦ и других энергетических объектов. Процессы управления проектами в этой сфере определяют уникальную рыночную компетенцию ОАО «ВО Технопромэкспорт». Современный рынок энергетического строительства – это в значительной степени конкуренция наработанной компанией «ноу-хау» в организации процесса строительства и профессионального опыта персонала. В этих условиях возможности повышения конкурентоспособности и устойчивости предприятия лежат, в частности, в области использования автоматизированных систем управления материальными, финансовыми и интеллектуальными ресурсами.

ОАО «ВО Технопромэкспорт» накоплен большой опыт использования компьютерной техники и программного обеспечения (ПО) для управления процессами строительства и поставки оборудования. Это как программные продукты известных международных фирм Primavera, MS Project, Artemis, так и собственные разработки сотрудников управления информационных технологий. Отсутствие у предприятия четкой стратегии в области информационных технологий привело к тому, что разные структурные подразделения использовали в своей работе различное ПО. Однако в последние годы все сильнее ощущалась потребность унификации ПО и внедрения интегрированной информационной системы управления (ИСУ), которая позволяла бы управлять основными бизнес-процессами и рационально использовать материальные, финансовые и трудовые ресурсы. Руководство компании стояло перед непростым выбором: с одной стороны, трудно поддающиеся измерению «виртуальные» выгоды от внедрения новой интегрированной системы, с другой стороны, реальные затраты. Тем не менее, решение было принято в пользу технического прогресса. При этом учитывался и тот факт, что внедрение информационной системы сделает более прозрачной деятельность компании для ее собственников и потенциальных инвесторов. Все это, в конечном итоге, будет способствовать повышению рыночной стоимости предприятия.

В результате исследования рынка соответствующего программного обеспечения выбор был сделан в пользу программного продукта mySAP Business Suite, разработанного компанией SAP (ФРГ). Внедрение системы включало в себя несколько этапов и потребовало решения ряда проблем, которые возникали в процессе работы. Собственно на этих проблемах и хотелось бы остановиться в рамках доклада, чтобы потенциальные пользователи данного продукта могли внедрять его с большей эффективностью.

Компанией SAP был предложен широкий набор функциональностей, т.е. программных продуктов для различных областей применения, в том числе для управления проектами, материальными потоками, оперативной логистики, сбыта, учета затрат, бухгалтерского учета, бюджетирования, управления персоналом, качеством и т.д. Для предприятия все предложенные функциональности несомненно были полезны, но достаточно трудоемки и капиталоемки для единовременного внедрения.

Как теперь показывает опыт, во избежание существенных излишних трудозатрат сотрудников компании необходимо было уже на предварительном этапе более избирательно подойти к выбору функциональностей, определив, какие ключевые бизнес-процессы компании в первую очередь нуждаются в оптимизации. Дело в том, что обследование, которое проводится консультантами SAP, носит «пристрастный» характер: они аргументировано рекомендуют использовать широкий спектр своей продукции, что вполне

объяснимо маркетинговыми интересами компании. Чтобы квалифицированно разобраться в сделанном предложении, нам явно не хватало специалиста, обладающего опытом работы с системой SAP. Иными словами, было бы целесообразно уже на подготовительном этапе иметь в штате организации соответствующего сотрудника. Однако необходимо иметь в виду, что на рынке спрос на таких квалифицированных специалистов превышает предложение, поэтому стоят они недешево. Тем не менее опыт и знания такого специалиста помогут избежать существенно больших затрат в дальнейшем.

В целях снижения расходов финансовых средств ОАО «ВО «Технопромэкспорт» был избран вариант реализации проекта по принципу “time&material”. В соответствии с условиями такого варианта внедрения ПО из сотрудников компании была создана проектная команда. Основная задача команды состояла в разработке концептуального проекта, написании проектных решений, проведении тестирования, подготовке данных для продуктивного старта и обучении ключевых пользователей. При этом специалисты SAP в основном определяли начальные требования к концептуальному проекту, инициировали обсуждение проблемных вопросов в процессе работы над проектом, внесение необходимых изменений в документы. Настройка системы также обеспечивается специалистами SAP. Это сокращает время работы консультантов и таким образом обеспечивает экономию средств.

На практике пришлось столкнуться с рядом трудностей, связанных с формированием проектной команды. Качественная разработка концептуального проекта и написание проектных решений требует участия опытных высококвалифицированных специалистов, хорошо разбирающихся в бизнесе компании, процедурах принятия решений и документообороте. При этом для продуктивной работы на проекте внедрения автоматизированной системы необходимо участие специалистов как минимум на 75% рабочего времени. С учетом того, что внедрение ИСУ занимает период не менее одного года, перспектива отвлечения ключевых специалистов была негативно воспринята руководителями соответствующих структурных подразделений. Поэтому потребовалось использование административного ресурса высшего руководства компании для решения этого организационного вопроса.

В процессе работы над проектом произошел отсев членов проектной команды, которые формально и не заинтересованно подходили к исполнению своих обязанностей. В тоже время, ряд сотрудников проявил творческий подход к реализации проекта, увидев в этом возможности для повышения своего профессионального уровня и карьерного роста. В настоящее время в проектной команде занято 20 сотрудников ОАО «ВО «Технопромэкспорт» и 12 консультантов компании SAP. В целях стимулирования эффективной работы сотрудников была разработана специальная программа дополнительного вознаграждения. В основу определения размера премиального фонда был положен расчет экономии, возникающей вследствие отказа от привлечения консультантов для разработки концепции и проектных решений. Это рассчитывалось как дневная ставка консультанта, умноженная на количество сэкономленных рабочих дней, за вычетом фонда оплаты труда собственных сотрудников. Часть средств от полученной была включена в премиальный фонд, распределенный по основным этапам работы. Создание фонда явилось важным стимулом для членов проектной команды уже на начальном этапе.

При разработке концептуальной части проекта учитывалось, что ИСУ должна обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- формирование интегрированной среды управления деятельностью компании, основанной на единой технологической платформе и комплексном программном решении;
- планирование деятельности компании, связанной с управлением проектами строительства энергетических объектов в России и за рубежом;
- контроль выполнения запланированных работ по проектированию, поставке оборудования и строительному подряду со своевременным выявлением отклонений от планового объема и сроков;
- реализация задач планирования и контроля исполнения бюджета компании;

- своевременное представление экономической и финансовой отчетности в объеме, необходимом для объективной оценки деятельности компании, ее основных подразделений и принятия эффективных управленческих решений.

Внедрение автоматизированной системы управления материальными и трудовыми ресурсами началось с того, что в рамках реализации концепции стоимостного подхода к управлению был сформирован перечень ключевых бизнес-процессов. Этот перечень формировался на основе составления цепочки стоимости (Value Chain) бизнеса, которая определяет эффективность и конкурентоспособность организации. В состав этой цепочки были включены подписание контракта, планирование, разработка комплексного сетевого графика и рабочей документации, проектирование, строительство, монтаж, пуско-наладочные работы, сдача проекта, сервисное обслуживание и т.д.

Основные процессы включали в себя планирование исполнения работ, сбор фактических данных по расписанию комплексного сетевого графика и перерасчет расписания. Обеспечивающие процессы охватывали расчеты по контрактам, управление кадрами и качеством, делопроизводство, бюджетирование, формирование отчетности. Расчет зарплаты, учет основных средств и нематериальных активов, а также расчет элементов общехозяйственных расходов рассматривался в рамках вспомогательных бизнес-процессов.

На следующем этапе внедрения автоматизированной системы управления материальными и трудовыми ресурсами ОАО «ВО «Технопромэкспорт» возникла необходимость описания выделенной совокупности бизнес-процессов. Подробное описание бизнес-процессов требуется для подготовки программного продукта, адаптированного к деятельности ОАО «ВО Технопромэкспорт».

При описании бизнес-процессов также возникла проблема выбора стратегического подхода: ориентация описания бизнес-процессов на их фактическое состояние или на структуру оптимизированного бизнес-процесса. В ходе подготовки проектных решений был выбран подход к описанию бизнес-процессов с точки зрения формирования их оптимальной структуры в стратегической перспективе. Исходя из этого, к концу 2006 года в ОАО «ВО «Технопромэкспорт» было подготовлено 114 проектных решений, охватывающих области управления проектами, логистику, бухгалтерский и управленческий учет. Предполагается, что внедрение ИС, управляющей рядом вспомогательных процессов, например, персоналом будет осуществляться на последующем этапе с учетом накопленного опыта.

В настоящий момент ОАО «ВО Технопромэкспорт» приступает к тестированию ИСУ. В качестве тестового примера выбран средний по объему контракт по реконструкции ГЭС на сумму 35 млн. долл. США, который включает заказ и поставку оборудования, монтажные и пуско-наладочные работы. Тестирование пройдет с участием ключевых пользователей (руководителей структурных подразделений) и позволит проверить правильность подготовленных проектных решений, настроек системы, а также разработать инструкции по исполнению процессов, на основе которых будет проводиться обучение пользователей. В случае успешного тестирования системы будет осуществлен перенос в новую систему большого массива ретроспективных данных, накопленных в ОАО «ВО Технопромэкспорт», и произведен продуктивный старт, намеченный на третий квартал текущего года.

Подготовка к внедрению в ОАО «ВО Технопромэкспорт» автоматизированной системы управления материальными и трудовыми ресурсами потребовала формирования новой схемы взаимоотношений компании с внешней средой. С одной стороны, в условиях использования информационной системы эти отношения должны быть полностью формализованы, а, с другой стороны, во внешней среде всегда существует достаточно большое число взаимосвязей и параметров, которые являются трудно формализуемыми. Поэтому система управления материальными и трудовыми ресурсами должна представлять собой открытую и адаптивную систему, позволяющую гибко реагировать на появление новых рыночных факторов. В этом случае появляется возможность постоянно наращивать информационный уровень системы.

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В МУНИЦИПАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ

Н.М. Жилина, Г.И. Чеченин

ГУ НИИ КППТЗ СО РАМН, МУ КМИАЦ, г. Новокузнецк

Актуальность работы обусловлена необходимостью конструктивной поддержки задач управления охраной здоровья с позиций совершенствования деятельности здравоохранения и влияния на условия жизнедеятельности населения. Актуальность исследования подтверждается высокой востребованностью результатов для реализации национального проекта «Здоровье» и необходимостью решения важнейших задач: повышения качества медицинской помощи, эффективной реструктуризации сети медицинских учреждений, социально-гигиенического мониторинга с обратной связью – формированием ранжированных по приоритетности решений, направленных на улучшение системы жизнеобеспечения (СЖО).

Основная цель – решение актуальной научно-технической проблемы совершенствования информационных технологий поддержки управленческих решений в муниципальной системе охраны здоровья на основе методов системного анализа, систем поддержки принятия решений (СППР), обобщения и систематизации опыта проектирования автоматизированных систем в здравоохранении.

Задачи исследования заключаются в следующем:

1. Разработать концепцию и обобщенную структуру интегрированной многоотраслевой автоматизированной информационно-управляющей системы охраны здоровья населения города (ИУС «Охрана здоровья») с устранением дублирования, разнородности данных, субъективности и возрастания объемов информации, а также устранения рисков разработки больших и сложных межведомственных систем в целях повышения эффективности управления.

2. Разработать интегральный показатель и алгоритм его расчета для структурирования информации и уменьшения ее объема в системе управления охраной здоровья с целью повышения оперативности и совершенствования механизмов управления.

3. Применить и конкретизировать методы компьютерной поддержки принятия решений для реализации функций приобретения и представления знаний, а также генерации решений в системах искусственного интеллекта (экспертных системах) нового объекта – муниципального здравоохранения в современных условиях.

4. Разработать постановку и алгоритм решения задачи реструктуризации системы родовспоможения муниципального здравоохранения на основе многокритериального выбора (конкретизации метода анализа иерархий), как аппарат для практического применения модификаций этой задачи руководителями различного уровня в целях повышения эффективности использования имеющихся кадровых, финансовых и технических ресурсов.

5. Разработать интегральный критерий оценки эффективности системы жизнеобеспечения для различных уровней ее иерархии, состоящий из показателей оценки здоровья, санитарно-эпидемиологического и социально-экономического благополучия, и алгоритм его расчета для проведения сравнительного анализа уровня благополучия территорий и выявления зон риска.

6. Разработать и применить на практике алгоритмы расчета медицинской и социально-экономической эффективности медико-социальных программ, социально-гигиенических и эпидемиологических исследований, деятельности лечащего врача.

Основные результаты исследования.

Для решения первой задачи исследования обобщен опыт информатизации здравоохранения, выявлены и проанализированы основные достоинства и недостатки разработанных ранее систем. Показано, что для эффективного управления системой охраны здоровья необходимо учитывать не только медицинские факторы, но и состояние среды обитания, социальных условий, генетических факторов. Это обосновывает необходимость разработки концепции межотраслевой интегрированной информационно-управляющей системы охраны здоровья населения крупного промышленного города (ИУС «Охрана здоровья»).

Концепция определяет цели и задачи системы, среди которых анализ состояния здоровья населения, определение потребности в основных видах медицинской помощи, формирование управляющих воздействий – индивидуальных маршрутов здоровья, планов ведения больных, оценка эффективности предлагаемых управляющих воздействий.

Межотраслевая ИУС «Охрана здоровья» интегрирует множество подсистем разного прикладного и технологического содержания, широко охватывая проблематику охраны здоровья. Новыми компонентами системы являются подсистемы социально-гигиенического мониторинга, охраны здоровья матери и ребенка, новых медицинских технологий, качества медицинской помощи. В системе предложено реализовать функции управления на всех уровнях иерархии системы управления охраной здоровья: от конкретного исполнителя, подразделения, учреждения до ведомственного, муниципального и территориального уровня. Основные функции системы образуют замкнутый цикл управления: учет первичной информации (создание и ведение баз данных), отчетность, анализ, прогноз, формирование муниципальных заказов, рекомендации по управляющим воздействиям.

Система содержит информацию о состоянии здоровья, среды обитания, социально-экономических условий, состоянии материально-технической базы и показателей оценки деятельности автоматизируемых объектов. К объектам автоматизации относятся учреждения муниципального здравоохранения, Центр санитарно-эпидемиологического надзора, образовательные и научные учреждения, предприятия.

В рамках решения второй задачи исследования предложено оценивать качество оказания медицинской помощи, состояние здоровья населения и среды обитания с помощью интегральных показателей: уровня качества медицинской помощи, индекса здоровья населения, экологического индекса. Разработан алгоритм интеграции показателей. Особенности предлагаемого алгоритма интеграции показателей по сравнению с более ранними версиями являются открытость, то есть достаточная мобильность каталогов проблем (наборов показателей), использование как федеральных и территориальных нормативов, так и разработка нормативных значений показателей на основании динамических рядов баз данных ИУС «Охрана здоровья», привлечение к созданию стандартов результативности экспертов-специалистов, многоуровневая иерархия интеграции по уровням управления. Выбор первичных показателей при построении обобщенного (интегрального) показателя осуществляется методом анкетирования и групповой экспертизы специалистов необходимой предметной области.

Интеграция решает проблему избыточности информации. Руководители различных уровней перестают «тонуть» в море разрозненных данных, а получают необходимый и достаточный объем структурированной информации. Например, вместо пятидесяти первичных показателей блока «Здоровье» системы социально-гигиенического мониторинга руководителю муниципального здравоохранения предоставляется интегрированный индекс здоровья по районам города. Далее системно по уровням иерархии анализируются составляющие индекса здоровья (показатели медицинской демографии, заболеваемости, психо-эмоциональной напряженности, инвалидизации, физического развития) с выявлением зон неблагополучия. В конечном итоге, при необходимости, можно целенаправленно выйти на любой первичный показатель. По аналогичной схеме анализируются показатели среды обитания, качества оказания медицинской помощи и т.д.

При интеграции показателей выбран удобный для практического применения аппарат нечетких множеств, а именно лингвистические переменные для отображения интегрального показателя на базовую шкалу: 0.95-1.0 – приемлемый уровень, 0.90-0.94 – удовлетворительный, 0.85-0.89 – пониженный, 0.80-0.84 – низкий, 0.75-0.79 – очень низкий. Оптимальное значение интегрального показателя принимается равным 1.

В настоящее время интеграция показателей разработана и внедрена во многих подсистемах ИУС «Охрана здоровья» (ввиду значительного возрастания объема и сложности информации): в автоматизированной экспертной системе «Качество медицинской помощи», АС «Обобщенные показатели здоровья населения», комплексе задач «Смертность» АСУ «Горздрав», интегрированной межведомственной системе социально-гигиенического мониторинга (АИС «СГМ») блоки «Здоровье», «Среда обитания», «Социальные условия», а также в дальнейшем развитии АИС «СГМ» в рамках муниципальной программы «Здоровье и образование».

В рамках решения третьей задачи показано, что для разработки систем с комплексной интеграцией информации недостаточно одного проектировщика. Необходимо активно привлекать к разработке экспертов – специалистов данной предметной области, причем различных (в зависимости от специфики разрабатываемых подсистем).

Для повышения эффективности работы проектировщика с экспертами и оптимального представления знаний при разработке ИУС «Охрана здоровья» предлагается широкое построение экспертных систем с использованием и конкретизацией методов СППР. Построены семантические сети приобретения знаний от эксперта-специалиста с выявлением причин сложившейся проблемной ситуации, выходом на показатели-следствия и рекомендации по управляющим воздействиям, что очень важно для слабо формализуемых задач.

Например, при разработке комплекса задач «Анализ качества медицинской помощи» показатель-проблема «Расхождение клинических и патолого-анатомических диагнозов» с помощью семантической сети легко и наглядно декомпозируется на ряд причин, из-за которых она могла возникнуть. А именно, эксперт предлагает внести в систему проверку следующих причин: большое число экстренных больных, тяжелых больных и лиц старше 60 лет, низкая квалификация врачей, низкий объем консультативной помощи. Если данные показатели будут отличаться от нормативных уровней, разрабатывается рекомендации по управляющим воздействиям. Например, перенаправить потоки экстренных больных, увеличить объем консультативной помощи и т.д.

Кроме построения семантических сетей дано и представление знаний с помощью систем продукций и логических подходов. Практическая реализация рассмотрена на примере экспертной системы «Качество медицинской помощи». Аппарат нечетких множеств, а именно лингвистических переменных при интеграции показателей практически применен в целом ряде реально функционирующих систем для оценки уровня качества лечения и ряда индексов: состояния здоровья, экологического индекса, социально-экономического благополучия и т.д.

Четвертая задача исследования - задача многокритериального выбора решения рассматривается на примере реструктуризации системы родовспоможения муниципального здравоохранения на основе метода анализа иерархий. Суть задачи заключается в том, чтобы руководитель сумел выбрать оптимальное решение из нескольких возможных вариантов на основании анализа ситуации по иерархии критериев. Необходимо упрощать критерии до того уровня, на котором возможна их реальная или экспертная оценка. В задаче реструктуризации системы родовспоможения руководителю необходимо выбрать оптимальный вариант решения из двух возможных. Разработаны критерии первого и второго уровня, алгоритм решения задачи с использованием метода анализа иерархий, а также структурный граф процесса принятия решений. Найден оптимальный вариант решения.

Таким образом, применение и развитие методов СППР в настоящем исследовании можно систематизировать следующим образом:

- применение аппарата нечетких множеств (лингвистических переменных) при агрегировании информации;
- оптимизация процессов приобретения и представления знаний в экспертных системах (семантические сети, логические подходы, фреймы, системы продукций);
- решение многокритериальных задач.

При решении пятой задачи исследования расчет интегрального уровня благополучия также необходимо рассматривать как решение многокритериальной задачи, используя методы линейной или нелинейной свертки, то есть, ранжируя составляющие. Интегральный показатель уровня благополучия состоит из интегральных показателей оценки состояния здоровья населения, экологического и социально-экономического индексов.

Показатель оценки эффективности СЖО рассчитывается для г. Новокузнецка и территориальных районов города в системе социально-гигиенического мониторинга (АИС «СГМ»). Причем накоплена динамика этого показателя за последние 3 года с учетом составляющих индекса здоровья и экологического индекса. С учетом этих составляющих выполняются расчеты интегрального показателя оценки эффективности системы жизнеобеспечения для г. Новокузнецка. Показатель достаточно полно характеризует оценку эффективности функционирования системы жизнеобеспечения, и может рассматриваться на различных уровнях иерархии: предприятие, район,

город, территория, регион, государство. Причем на каждом вышестоящем уровне может быть проведен сравнительный анализ уровня благополучия входящих в него объектов.

В рамках решения шестой задачи исследования конкретизированы и применены на практике алгоритмы расчета медицинской и социально-экономической эффективности усовершенствованной модели экспертизы временной нетрудоспособности (ЭВН). Получена годовая социально-экономическая эффективность от предотвращенной заболеваемости, связанной с использованием усовершенствованной модели ЭВН, равная 3 млн. 375 тыс. руб. по состоянию на 2006 г.

Вычислен годовой социально-экономический ущерб от дополнительной заболеваемости, связанной с экологическим риском (на основе данных АИС «СГМ»). Годовой социально-экономический ущерб от дополнительной заболеваемости, связанной с экологическим риском от загрязнения атмосферы в г. Новокузнецке (в расчете на 500 случаев по данным АИС СГМ), равен 7 млн. 650 тыс. руб. по состоянию на 2006 г., что является сигналом для принятия экстренных мер муниципальными органами управления.

На основании данных АИС «СГМ» можно рассчитать также реальный социально-экономический ущерб от общей заболеваемости территории (в частности, города), от отдельных классов заболеваемости, от дополнительной заболеваемости, связанной с экологическим риском, а также социальный эффект от предотвращенной заболеваемости.

Разработан и применен на практике алгоритм расчета медицинской и социально-экономической эффективности деятельности лечащего врача. Эффективность деятельности лечащего врача рассматривается с учетом следующих составляющих: предотвращение выхода больных на инвалидность и экономия затрат на пенсии по инвалидности; высвобождение определенного числа коек для стационарного лечения; сокращение числа посещений врача в поликлинике; предотвращение потерь рабочих дней по временной утрате трудоспособности (ВУТ); предотвращение затрат на лекарства и необходимый инструментарий; предотвращение трудопотерь по инвалидности пациентов трудоспособного возраста.

Рассчитана социально-экономическая эффективность деятельности врача лечебной физкультуры областной клинической ортопедо-хирургической больницы г. Прокопьевска: шестидесяти больным с применением оригинальной методики локального фармакологического воздействия на стволы плечевого сплетения поврежденной конечности перед занятиями ЛФК было проведено лечение травмы локтевого сустава. Причем пятнадцати из этих пациентов угрожал явный выход на инвалидность, который и был предотвращен в результате лечения. Получена среднегодовая медицинская и социально-экономическая эффективность, равная 2 млн. 37 тыс. руб. по состоянию на 2006 г.

Таким образом, предложенные алгоритмы оценки эффективности используются в медико-социальных научных исследованиях, для оценки эффективности социальных программ.

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «ИБД СКТМ – 2» НА ОАО «УРАЛМАШ»

О.М. Зверева

*Уральский Государственный Технический Университет – УПИ,
Радиотехнический Институт – РТФ, г. Екатеринбург*

Потребность предприятий в интегрированных информационных системах, автоматизирующих процесс производства и управления, никем давно не оспаривается. Закончились споры об эффективности подобных систем полной победой их сторонников, но проблема методологии и принципов их проектирования остается.

Существует два основных подхода в построении подобных систем. Во-первых – это использование готовых продуктов, адаптируя их к потребностям предприятия. Наиболее известный класс подобных систем – это готовые ERP-системы.

К недостаткам этого подхода можно отнести: высокую стоимость этих пакетов, которая вырастает за счет стоимости адаптации и внедрения; невозможность подключения в общую систему ранее созданных подсистем предприятия (для которых в английской

литературе есть специальный термин – «legacy», унаследованные); невозможность реализации стандартными средствами определенных функций, специфичных для данного предприятия (так, например, многие предприятия используют свои стандарты – СТП, в том числе для конструкторской и технологической документации); необходимость в обучении персонала новым технологиям работы по внедрению и настройке таких ERP-систем (хотя в последнее время в ряде ВУЗов, в том числе и в УГТУ – УПИ на информационных кафедрах подобные дисциплины начали включать в учебные планы). Если последний недостаток достаточно просто преодолим, то первый является решающим при отказе от принятия подобных решений.



Рисунок 1 - Стадии «жизни» ERP-системы

Известны удачные примеры внедрения таких систем, но они в основном относятся к крупному стабильному бизнесу – горнодобывающим компаниям и металлургическим холдингам (группа «Мечел» – ERP-система «SAP R/3», Магнитогорский металлургический комбинат – ERP-система «Oracle Applications» и т.д.). Для предприятий среднего или нестабильного крупного бизнеса такие вложения нереальны. Например, лицензия на 50 рабочих мест пакета «SAP R/3» стоит около 50 тыс. долларов, кроме того, стоимость внедрения может в несколько раз превышать стоимость решения. Срок внедрения может достигать от 1 - 5 лет (иногда пишут «и более») и после этого эффект будет получен не сразу. Для наглядности всего вышесказанного на рисунке 1 приведена кривая, отражающая стадии реализации ERP-проекта (взята из статьи «The ERP Revolution: Surviving vs. Thriving» - «Выживание через процветание», авторы: Jeanne W. Ross, Michael R. Vitale). Как видно из рисунка, до получения отдачи от системы, ее эффективной работы, она проходит несколько этапов, на некоторых из которых (см. 2 этап – внедрение), пользователи ощущают значительные сложности. Ощущения пользователей на этом этапе определяются как «выключение света в комнате». Не все предприятия финансово и организационно могут позволить себе такую «перестройку», хотя в конечном счете их выигрыш может быть значительным.

Во-вторых, создание собственной информационной системы в рамках предприятия. Преимущества этого подхода вытекают из недостатков предыдущего: за счет частично решенных задач и использования разработанных алгоритмов снижается стоимость разработки (хотя можно оказаться в плену собственных заблуждений и перенести неэффективные устаревшие решения в новую систему или «подгонять» структуру создаваемой системы под существующие решения, получая «перелицованную» старую систему, которая устареет через год-два). Наиболее правильным решением будет полное обследование предприятия с определением основных, сопутствующих, вспомогательных, обеспечивающих бизнес-процессов и бизнес-процессов управления с выявлением всех уже существующих информационных подсистем предприятия, поддерживающих данные бизнес-процессы. После попытки оптимизации этих процессов (специально не употреблен термин «реинжиниринг» в связи с дополнительными требованиями, предъявляемыми к последствиям этого действия) можно проектировать структуру новой информационной системы, возможно, часть существующих подсистем в новой системе не потребуются, а часть сможет быть использована, по крайней мере, на уровне алгоритмов.

Второй подход более приспособлен к реалиям нашей жизни. Проект может быть даже остановлен на какой-то стадии при получении жизнеспособной версии системы или ее части (при внедрении готовой ERP-системы такая остановка может привести предприятие, по крайней мере, в информационном плане к фатальным последствиям, и уж точно к потере всех вложенных в этот проект средств), а такие случаи не редкость при смене собственника предприятия с дальнейшей реорганизацией всей управленческой структуры.

Жизнеспособность такого подхода доказало проектирование автоматизированной системы управления для ОАО «Уралмаш». При этом дополнительно было сформулировано требование постепенного перехода от существующих информационных систем к создаваемой и переносу всей накопленной информации из существующих систем во вновь создаваемую.

Для работы всех основных информационных подсистем предприятия необходима информация о потупивших на предприятие заказах и документация (конструкторская и технологическая) по изделию или изделиям, которые необходимо выполнить по тому или иному заказу, поэтому центральной частью автоматизированной системы предприятия должна была стать система «ИБД СКТМ – 2», представляющая собой справочник по конструкторскому и технологическому составу, маршрутам изготовления и материальным нормам изделий ОАО «Уралмаш».

На предприятии существовала подобная система (ИБД СКТМ – Информационная База Данных Системы Конструкторской документации и Технологических Маршрутов), но она имела ряд существенных ограничений и недостатков. Полностью заново проектировать систему «с нуля» не представлялось возможным и целесообразным из-за накопленного большого объема ценной информации и вышеназванного требования постепенного перехода без остановки работы конструкторского и технологического отделов. Решением проблемы стало изучение существующей структуры хранения данных. При этом преследовались следующие цели:

- возможность использования наибольшего объема существующих данных (конвертация существующих данных в новую базу данных);
- выявление недостатков существующей структуры базы данных;
- корректирование существующей структуры базы данных для устранения выявленных недостатков.

Исходными данными системы являются (как и ее предыдущей версии) комплекты конструкторско-технологических документов на бумажном носителе в виде перечней спецификаций или сводных спецификаций на заказы, проходившие подготовку к производству в ОАО «Уралмаш» и/или других предприятий холдинга (изготовление по кооперации), также должны обрабатываться «Извещения на внесение изменений» в документацию. Кроме этого, исходными данными можно было считать данные предыдущей версии системы, которые нужно было конвертировать во вновь создаваемую базу данных.

После завершения ввода и выверки данных по заказу, должна выполняться процедура разузлования (получения перечня деталей с указанием их определенных параметров), которая ранее формировала специального вида dbf-файл, содержащий сводную таблицу состава заказа. Такой файл назывался файлом разузлования и использовался рядом расчетных задач, формировавших различного рода отчеты, использовавшиеся соответствующими отделами при планировании и подготовке производства конкретного заказа. Подобную структуру должна была получать и вновь создаваемая система.

В ходе обследования существовавшей схемы данных ИБД СКТМ был выявлен ряд ограничений, которые можно разделить на 2 группы: - функциональные, - логические.

Под функциональными понимаются ограничения структуры БД, не позволяющие поддерживать определенные функции разрабатываемой системой, использующей данные этой БД.

Невозможность сохранения истории изменений заказа. Существовавшая организация БД предполагала хранение только одной копии данных о предмете в составе множества заказов. В результате при редактировании свойств предмета изменялся и состав ранее

введенных заказов. Таким образом, терялась возможность повторно выполнить расчеты по «старым» заказам на момент их первоначального ввода или на момент внесения изменений по какому-либо извещению.

Невозможность указать особенности конструкторского или технологического состава для конкретного заказа. Данное ограничение не позволяло ввести извещения, применяемые к конкретному заказу (заказам), указать особенности комплектности, вариантов изготовления при подготовке производства.

Невозможность указать для предмета любого уровня в заданном количестве вариант изготовления, отличный от указанного для всего заказа. Ориентация ОАО «Уралмаш» на развитие кооперации с другими заводами холдинга приводит к необходимости указывать вариант изготовления для любого предмета, входящего в заказ. Аналогичные проблемы существовали и при запуске в производство комплектов по заданному варианту изготовления.

В ИБД СКТМ отсутствовала информация об изменениях, внесенных в заказы, в результате было невозможно просмотреть состав изменений по какому-либо определенному извещению.

Невозможность получить файл разузлования, содержащий изменения состава заказа в связи с введением какого-либо извещения. Используемые алгоритмы разузлования формировали данные в целом по какому-либо заказу или спецификации. Изменения выявлялись вручную путем просмотра и сравнения машинограмм старого и нового состава заказа, что требовало больших затрат времени и труда.

Ограничения логического типа связаны с тем, каким образом построена логическая схема БД. Использовалась БД реляционного типа.

Между таблицами БД отсутствовала ограничения ссылочной целостности. Поэтому контроль логической целостности данных осуществлялся в основном в приложениях. Хотя ряд проверок и выполнялся с помощью триггеров, обеспечение защищенности БД от программных ошибок и аварийных ситуаций на клиентском компьютере являлось весьма проблематичным.

Взаимодействующие с ИБД СКТМ приложения основные операции с данными выполняли в основном через прямые запросы к СУБД, выраженные операторами DML (т.е. SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE). Приложения были сильно связаны с определенной структурой БД и при ее изменении необходимо было вносить изменения и в эти приложения. Подобная организация взаимодействия приложений с БД ограничивала диапазон возможных изменений структуры БД, потребность в которых, как правило, возникала при сколь либо длительной эксплуатации системы.

Были поставлены и успешно решены задачи реорганизации ИБД СКТМ, что привело к созданию новой системы (ИБД СКТМ – 2), которая, сохранив в целом материал, накопленный предыдущей системой, смогла преодолеть, присущие ИБД СКТМ недостатки.

Была разработана новая структура базы данных (БД) и программное обеспечение прикладных программ (приложений), отвечающее требованиям:

- полного и гибкого представления конструкторского и технологического состава заказов;
- ведения истории изменений в конструкторско-технологической документации;
- обеспечения при подготовке к производству возможностей указания особенностей состава заказа и варианта его изготовления с любой степенью детализации;
- структуры данных должны обеспечивать логическую целостность хранимой информации, обладать ресурсами для дальнейшего развития и внедрения новых приложений, а также снимать ряд существующих ограничений;
- обеспечения эффективности выполнения основных операций с БД;
- создания унифицированного интерфейса (промежуточного слоя хранимых процедур) для работы приложений с БД;
- упорядочения и регламентации прав доступа БД.

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

С. Р. Зельцер

НФИ КемГУ, г. Новокузнецк

*Светлой памяти Петра Модестовича Масловского,
благодаря которому
настоящее направление исследований увидело свет...
Хотя и не было признано «светом»...*

Мониторингом называют [1] процесс периодического обследования состояния какой-либо системы, отслеживания изменений этого состояния во времени, выявления и ранжирования факторов, обуславливающих эти изменения, а также представления полученной информации на таких носителях и в таких смысловых формах, которые обеспечивали бы ее адекватное восприятие лицами, принимающими решения (ЛПР).

Умение компьютеров решать любые формализованные задачи обработки как численной, так и символьной информации, создавать и гибко варьировать образные формы представления разноплановых данных, способствовало их распространению в системах мониторинга отдельных технологических объектов и производственных комплексов. А это, в свою очередь, подняло на должную высоту проблему человеко-машинного интерфейса. Отсюда и возросший интерес к проблемам представления информации в автоматизированных системах технологического управления¹.

Сегодня именно интерфейс пользователя определяет в наибольшей степени потребительские качества современных SCADA-систем. Переход от символьной формы отображения информации к графической образной модели технологического объекта управления коренным образом меняет технологию анализа информации и принятия решений в человеко-машинных системах управления.

Основным принципом организации систем мониторинга сложных объектов и технологических комплексов является обеспечение высокого качества технологических измерений, наглядности и целостности восприятия текущей обстановки в связи с показателями качества функционирования объекта и целевыми функциями оператора. Реализация последнего принципа достигается в ряде случаев использованием естественно сложившихся у человека-оператора внешних представлений о состоянии объекта и целевых функциях, либо на основе абстрактных представлений, отражающих внутреннюю структуру и сущность процессов в форме наглядной и легко воспринимаемой модели.

Основные проблемы системного характера в задачах отображения информации в автоматизированных (человеко-машинных) системах управления заключаются в структуризации многообразия способов и форм представления больших объемов неоднородных по функциональной и физической сути данных с учетом: а) характеристик объекта управления; б) задач обработки и анализа информации, решаемых ЛПР; в) особенностей восприятия и анализа информации человеком.

Перечисленные факторы являются взаимосвязанными, и решение проблемы может быть получено только с введением нормативных моделей деятельности ЛПР.

В функциональном плане конструктивной является модель деятельности ЛПР по критерию, аналогичному критерию обобщенной работы А.А. Красовского. В содержательном и формальном плане такая модель приводит к постановке задачи

¹ Для справки. Первая работа в этом направлении в приложении к металлургии (С.М. Кулаков, С.Р. Зельцер. К построению системы отображения информации оператору доменной печи) была опубликована в 1973г. в журнале «Известия вузов. Черная металлургия», № 4. Несмотря на то, что речь тогда шла о приборных СОИ, сами идеи технологического мониторинга оказались весьма живучими, и в полном объеме в компьютерном исполнении были реализованы более чем 20 лет спустя.

управления и, соответственно, представления информации на уровне трендов временных рядов исходных и расчетных данных.

Относительность характера трендов (тенденций) определяется многообразием соответствующего представления любого процесса. Достаточная определенность вносится только требованиями функциональных подсистем, использующих оценки тенденций. Содержательными, воспроизводимыми и доступными являются частичные модели критериально-ограничительного типа, отражающие свойства траекторий оценок трендов и остатков в виде экстремальных и интервальных характеристик их уровней и скоростей, порогов различимости, продолжительности знакопостоянных и монотонных участков, сложности аппроксимирующих полиномов. Главным источником информации при этом служат физические, технологические и управленческие принципы [2].

В плане адекватности смысловых форм представления данных и их наглядности очевидным является переход от символьной формы отображения информации к графической образной модели ТОУ или системы технологических и технико-экономических показателей.

По своей природе человек наделен способностями быстро и надежно воспринимать сложные изображения, имеющие структуру некоторых образов с естественными свойствами. Метафора объектно-ориентированного образа объекта управления, где с его математической моделью - изображением можно обращаться свободнее, чем с натурным прототипом – вертеть, наклонять, заглядывать внутрь на различных стадиях процесса (что часто недоступно в реальности), прогнозировать их развитие в соответствии со своим пониманием реальности и т.д., как нельзя лучше подходит для организации системы отображения технологической информации.

Применение математического моделирования расширяет и дополняет возможности инструментального контроля [3], но при этом возникает проблема интерпретации состояния объекта управления, аналогичная той, что имеет место при работе человека с любой символьной информацией, и от которой специалисты по системам человеко-машинного интерфейса (а ранее – инженерные психологи) пытались изначально уйти за счет создания визуальных аналогов.

Для эффективного анализа ситуаций и принятия решения оператору-технологу требуется нечто большее, чем образные изображения, удобные средства манипулирования ими, создания и доступа к документам. Необходимы *персональные* помощники, помогающие просматривать большие массивы информации в поисках полезной, организующие *персональную* фильтрацию исходных данных и результатов вычислений, помогающие находить *только ему нужные и понятные* первопричины явлений.

Попытки создания активного человеко-машинного интерфейса были предприняты в свое время коллективом разработчиков систем автоматизации доменных печей. Отмеченные разработки объединялись тогда общим названием «управляемое отображение информации», а их суть сводилась к приспособливанию объемов и структур данных, способов и форм их отображения и обработки к индивидуальным свойствам технолога-доменщика, уровню его квалификации, текущей и прогнозируемой ситуации на объекте. Технология управляемого отображения информации строилась тогда на так называемых гибких (позднее получивших название многовариантных) схемах структурного и статистического анализа данных и методах непрерывно-групповой теории опознавания изображений, дополняемых экспертными оценками персонала и возможностью его активного вмешательства в процедуры структурно-параметрической адаптации используемых алгоритмов.

По опыту разработки, практического применения и исследования СОИ наиболее удачным представляется подход, основанный на интегрально-детальном представлении исходного информационного комплекса в виде так называемых топологических образов, сочетающих наглядность изображений – аналогов с возможностями формирования обобщенных (интегральных) оценок состояния объекта мониторинга с помощью логически ясных и хорошо интерпретируемых алгоритмов «свертки» разноплановых технологических и экономических показателей и, как следствие, обеспечивающих оперативный поиск и

обнаружение первопричин складывающихся ситуаций и их отклонений от нормального или желаемого развития событий.

Топологический образ даёт возможность проанализировать информационную ситуацию с помощью синтезированного изображения объекта (ситуации) по всем информационным координатам, т. е. найти необходимый элемент структуры объекта, проверить значения его основных параметров и выяснить изменения характеристик объекта в прошлом, настоящем и будущем.

Концепция топологического образа дает также основание к структуризации исходного информационного комплекса для каждого уровня принятия решений в виде трехуровневой иерархической структуры, организованной по принципу «от общего к частному»: интегральное – интегрально-детальное – детальное изображение.

Примерами интегральных оценок могут служить функционалы состояния и качества, отображающие существенные признаки совокупности первичных данных: технико-экономические показатели качества работы объекта и его участков, а именно: к.п.д., мощность, экономичность, качество готовой продукции, некоторые выходные параметры, описывающие в целом иерархические системы функционально связанных элементов и блоков. Перечисленные показатели удобны для быстрой оценки качества функционирования системы, её работоспособности, а также для отображения фактов нарушения, связанных с отклонением первичных контролируемых переменных от заданных уровней.

В качестве примера сошлемся также на способ расчета интегрального показателя на базе многомерных адаптивных фильтров с изменяемым пользователем порядком (и, соответственно, весом) учитываемых признаков. Вместе с тем, возможны и искусственно сформированные функционалы, принимающие определенные значения в соответствии с некоторым законом композиции исходной совокупности величин. Примером реализации такого подхода могут служить так называемые комплексные кривые [4].

В зависимости от уровня принятия решений перечисленные показатели могут приобретать различное значение: обобщенные показатели подсистем нижнего уровня могут выступать в качестве структурных составляющих интегрально-детального изображения подсистем более высокого уровня.

Вид интегральных оценок исходного информационного комплекса, дальнейшая структуризация данных для формирования интегрально-детальных изображений, выбор в каждой конкретной ситуации детальных показателей и их расчетных признаков для отображения на нижнем уровне иерархии – соответствующие решения определяются особенностями объекта управления, функциональными, технологическими и статистическими связями между переменными. Предпочтительной при этом представляется декомпозиция исходного информационного комплекса для каждой функциональной подсистемы в виде групп взаимосвязанных переменных: а) по объектно-ориентированному признаку (по участкам и режимам функционирования ТОО); б) по видам деятельности – производство, бизнес-процессы, менеджмент; в) по характеру и величине связей (функциональных, статистических или технологических).

Полезный сигнал (тренд) с заданными свойствами, выделяемый на фоне флюктуационных и импульсных (эпизодических) помех является основой для всех последующих прикладных расчетов, имеющих своей целью получение оценок текущего и будущего состояния автоматизированного технологического комплекса, принятие решений по управлению и оценки его качества и т.д. Вопросы обработки и анализа данных в системах технологического управления длительное время разрабатывались сотрудниками кафедры автоматизации СибГИУ.

Рассмотренные принципы отображения информации использованы для создания промышленных систем мониторинга, в частности, доменных печей ОАО «КМК». Техническая реализация систем мониторинга указанного типа рассматривается, например, в [5], а их эффективность подтверждается результатами промышленной эксплуатации за длительные периоды времени.

Литература

1. В.И. Першиков, В.М. Савинков. Толковый словарь по информатике. – 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 544 с.
2. Авдеев В.П., Зельцер С.Р., Мышляев Л.П. и др. Оценивание тенденций входных воздействий инерционных объектов. – Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 1983, №10. С.122-125.
3. Зельцер С.Р. Применение математических моделей доменного процесса в программно-технических комплексах контроля, анализа и отображения информации. – Труды IV международного конгресса доменщиков. Металлург, № 12, 1997. С. 38.
4. Статистический синтез искусственных функций для представления и сжатия наборов величин. В.П. Авдеев, Т.В. Киселева, Е.А. Щелоков, В.Э. Шамовский, С.Р. Зельцер. – Труды Всесоюзной конференции «Проблемы статистического измерения, моделирования и прогнозирования научно-технического прогресса». МЭСИ, Москва, 1974. С. 19-21
5. Зельцер С.Р., Абаев Ю.П., Гусев А.М.. Система мониторинга технологического комплекса доменной печи № 5 ОАО “КМК”. – Труды Всероссийской научно-практической конференции “Металлургия на пороге XXI века: достижения и прогнозы». СибГИУ, Новокузнецк, 2000. С. 193-197

ВЫРАБОТКА НОРМАТИВОВ НА СОЗДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ*

А.А. Ивушкин*, В.В. Грачев, А.Ю. Андреев**, Л.П. Мышляев****

* ОК “Сибшахтострой”, ** Научно-исследовательский центр систем управления,
г. Новокузнецк

Традиционно выработка нормативов на создание промышленных комплексов базируется либо на эвристических методах и практическом опыте, либо на нормативных методах с привлечением математических процедур сетевого планирования и управления (СПУ). Система методов СПУ разработкой крупных проектов, научными исследованиями, конструкторской и технологической подготовкой производства была впервые разработана и применена за рубежом в конце 50-х г. прошлого столетия [1, 2]. В СССР работы по сетевому планированию начались несколько позже, в середине 60-х годах двадцатого века [3, 4].

С помощью методов СПУ должны решаться задачи

- формирования календарных планов реализации комплекса работ;
- выявления резервов времени, трудовых, материальных и денежных ресурсов;
- управления комплексом работ по принципу “ведущего звена” с прогнозированием и предупреждением возможных срывов в ходе работ;
- повышения эффективности управления в целом при четком распределении ответственности между руководителями разных уровней и исполнителями работ.

В настоящее время создано большое количество программного обеспечения, существенно облегчающего решение задач построения сетевых графиков [5, 6]. Такое программное обеспечение, базируясь на алгоритмах СПУ, позволяет рассчитывать не только временные параметры проекта по методу критического пути, но и планировать потребность в трудовых, материальных и денежных ресурсах, предоставляет средства контроля за ходом выполнения работ.

Несмотря на очевидные достоинства, традиционные методы СПУ обладают рядом недостатков. Они связаны, как правило, с неполным учетом изменяющихся условий разработки проектов [7], а также с отсутствием должного внимания к вопросам стимулирования. При существующих подходах обычно полагают значения нормативов постоянными величинами, которые не изменяются в зависимости от стимулирования. Современные условия проектирования, строительства и внедрения промышленных комплексов, когда сроки строительства объектов сокращаются вдвое и более раз,

* Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042

строительно-монтажные работы выполняются параллельно с проектированием, диктуют необходимость внесения определенных корректив в существующие традиционные методы. По нашему мнению, необходимо их развитие и дополнение с использованием натурно-модельного подхода, который позволяет, основываясь на информации об уже созданных комплексах, более полно выявлять неиспользованные резервы, адекватно учитывать реальные ситуации и, как правило, получать лучшие результаты.

С этих позиций постановка задачи выработки оптимальных нормативов на создание промышленных комплексов в общем случае может быть представлена в следующем виде.

Дано.

1. Фактически реализованные траектории $Y(t)$ освоения средств при проектировании и строительстве на интервале $t = \overline{T_H T_K}$, где T_H, T_K – время начала и окончания проектирования, строительства и освоения промышленного комплекса до вывода его на проектные показатели.

2. Вектор \hat{W} предстоящих условий проектирования и строительства и возможные диапазоны стимулирования $\{\hat{S}t^{\min}, \hat{S}t^{\max}\}$.

3. Пересчетные зависимости влияния изменений внешних условий $\delta W = W - \hat{W}$ и стимулов $\delta St = St - \hat{S}t$ на изменения длительности выполнения отдельных видов работ.

4. Алгоритмы деформации и экстраполяции динамики многомерных нестационарных временных последовательностей Z

$$Z^\ominus(t + \theta) = F^\ominus[Z(t - \mathbf{1})], \quad (1)$$

где $\theta, \mathbf{1}$ – интервал экстраполяции и памяти.

5. Критерий оптимизации $Q(T_H, T_K)$, характеризующий затраты на проектирование и строительство и доход от реализации продукции.

Требуется. Построить оптимальный план освоения ресурсов, проектирования и строительства промышленного комплекса, и отдельных видов работ.

Решить эту сложную задачу традиционными методами не представляется возможным. Поэтому была разработана методика, использующая современные методы теории активных систем, идентификации и экстраполяции временных последовательностей сложной структуры, которые в свою очередь синтезированы на основе натурно-модельного подхода.

Сущность этой методики состоит в формировании эталонных нормативных траекторий по результатам уже выполненных проектов, их приведению к базовым условиям с последующим пересчетом полученных базовых нормативных траекторий в нормативные траектории предстоящего проекта.

Реализация методики заключается в выполнении следующих операций.

На первом шаге осуществляется построение эталонных нормативных траекторий. Одним из вариантов определения эталонных нормативных траекторий является объединение экспертных оценок и пересчетного математического моделирования [8].

На следующем шаге выявляются условия проектирования и строительства, которые наиболее значимо влияют на нормативы, и для каждого конкретного промышленного комплекса определяются их численные значения. К таким условиям отнесены, например, проектная мощность объекта, технические и технологические решения, географические и климатические условия, наличие строительно-монтажных организаций в регионе.

Далее осуществляется приведение эталонных нормативных траекторий к базовым условиям – получение базовых нормативных траекторий. Эталонная нормативная траектория подвергается масштабированию деформациям, например, скейлингу [9]. В результате, эталонные нормативы принимают конкретные значения для проекта, принятого за базовый.

На третьем шаге базовые нормативные траектории преобразуются в нормативные предстоящего проекта.

Точность решения во многом определяется адекватностью используемых моделей. В общем случае модель можно представить в виде

$$T^H = F[\dot{W}, W^B, T^B], \quad (2)$$

где T^H , T^B – нормативы соответственно предстоящего и базового проекта; $F[\cdot]$ – динамический оператор преобразования вектора условий предстоящего проекта \dot{W} , базового проекта W^B и базового норматива T^B .

При практическом применении наиболее приемлема структура так называемой пересчетной модели, то есть

$$T^H = T^B + f[\dot{W} - W^B], \quad (3)$$

где $f[\cdot]$ – оператор пересчета вариаций \dot{W} от базового уровня W^B .

В частном случае оператор $f[\cdot]$ может быть представлен в виде линейной модели, в простейшем случае – пересчетным коэффициентом

$$T^H = T^B + \sum_{i=1}^n k_i \cdot (\dot{W}_i - W_i^B), \quad (4)$$

где k_i – коэффициент пересчета отклонения i -ого условия проекта δW_i в изменение норматива δT_i .

Рассмотрим применение данного метода на конкретном примере, когда в качестве нормативных траекторий создания промышленных комплексов выбраны траектории освоения финансовых средств при проектировании и строительстве углеобогажительных фабрик нового поколения. В первоначальном варианте рассмотрим пример выработки нормативной траектории без учета влияния стимулирования на длительность нормативных операций.

Взяты фактические траектории освоения средств при проектировании и строительстве четырех обогатительных фабрик (ОФ) условно ОФ I, ОФ II, ОФ III, ОФ IV (рисунок 1).

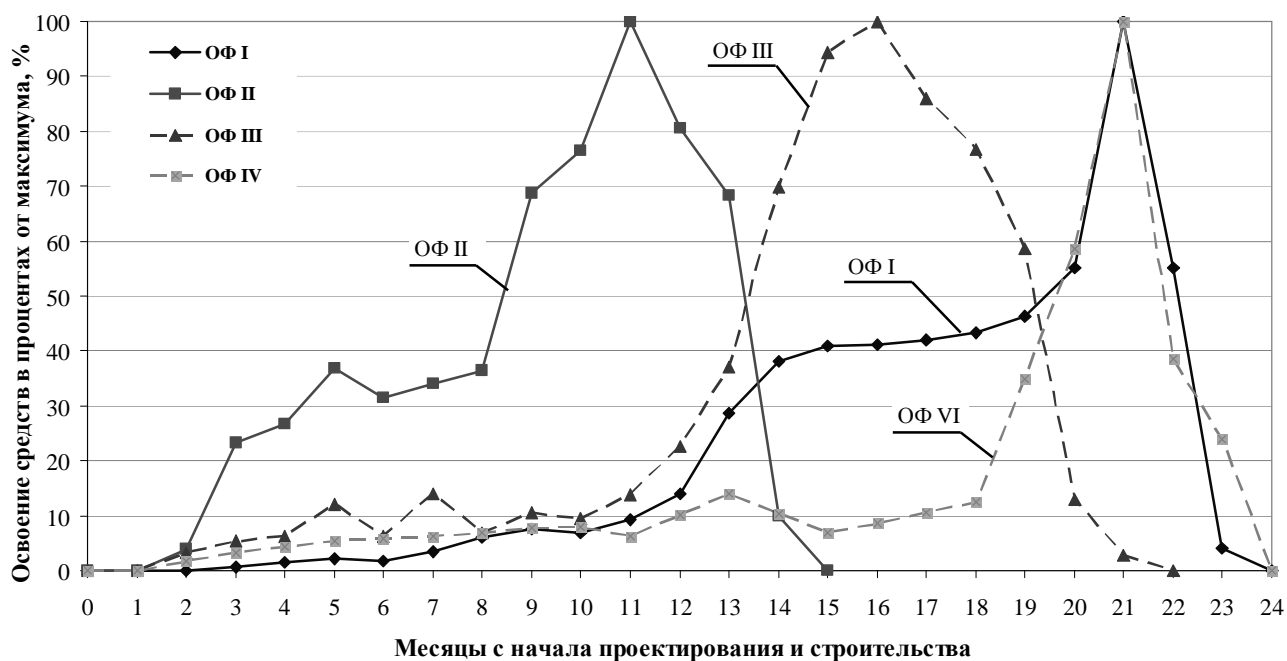


Рисунок 1 – Траектории фактического освоения средств при проектировании и строительстве ОФ

На основе анализа условий проектирования и строительства этих ОФ была сформирована эталонная траектория, при этом учитывали в частности равномерность финансирования, наличие кадрового обеспечения организации исполнителей, форс-мажорные обстоятельства. Таким образом, из множества фактических траекторий выбрана та, которая была наименьшим образом подвергнута искажениям из-за изменений во время проектирования и строительства – траектория ОФ II. В дальнейшем она была “очищена” от

различного рода выбросов, нормирована на диапазон $0 \div 1$ и принята за эталонную траекторию.

Для получения базовой эталонной траектории в соответствии с рассматриваемым методом требуется произвести масштабирующие преобразования над эталонной траекторией с целью переноса ее на базовые условия конкретного проекта. В данном примере эта операция не выполнялась, так как за базовую эталонную траекторию принята траектория ОФ II (рисунок 2).

Траектории фактического освоения средств (рисунок 1) имеют качественно одинаковую структуру и количественно они зависят в основном от следующих факторов

- проектная мощность ОФ;
- сложность технологического процесса;
- геологические и климатические условия местности;
- степень развитости инфраструктуры.

Для этих факторов был произведен пересчет базового эталонного норматива по модели (4) на условия предстоящего проекта – планируемой к строительству ОФ V. Численные значения коэффициентов модели представлены в таблице 1, условий проектирования и строительства ОФ – в таблице 2.

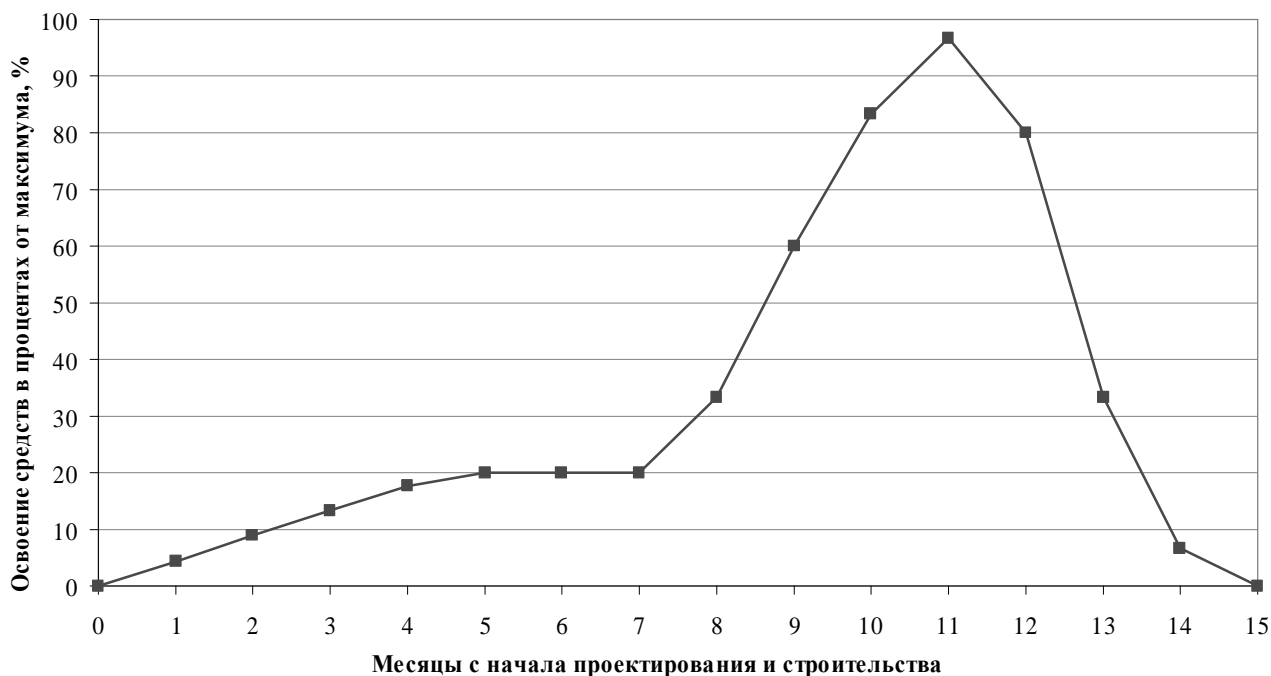


Рисунок 2 – Базовая эталонная траектория освоения средств при проектировании и строительстве ОФ

Таблица 1 – Пересчетные коэффициенты отклонения условий проектирования и строительства ОФ δW_i в изменение нормативной длительности δT_i

| Пересчетный коэффициент | Обозначение | Значение |
|--|-------------|----------|
| 1. Коэффициент пересчета отклонения по проектной мощности ОФ, мес. / млн. тонн в год по рядовому углю | k_1 | 5,0 |
| 2. Коэффициент пересчета отклонения по сложности технологического процесса, мес. / балл | k_2 | 1,8 |
| 3. Коэффициент пересчета отклонения по геологическим и климатическим условиям строительства, мес. / балл | k_3 | 1,5 |
| 4. Коэффициент пересчета отклонения по степени развитости инфраструктуры, мес. / балл | k_4 | -2,0 |

Таблица 2 – Условия проектирования и строительства ОФ

| Условие проектирования и строительства ОФ | Обозначение | Диапазон изменения | Введенная в эксплуатацию ОФ | | | | Планируемая ОФ |
|--|-------------|--------------------|-----------------------------|------------|-----|-----|----------------|
| | | | I | II | III | VI | |
| 1. Проектная мощность ОФ, млн. тонн в год по рядовому углю | W_1 | 0-15 | 3,0 | 2,5 | 2,4 | 1,5 | 3,0 |
| 2. Сложность технологического процесса, в баллах | W_2 | 1-10 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| 3. Геологические и климатические условия строительства, в баллах | W_3 | 1-5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4. Степень развитости инфраструктуры, в баллах | W_4 | 1-5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 |

В результате расчета было установлено, что нормативная продолжительность освоения финансовых средств предстоящего проекта – ОФ V составляет 17 месяцев. Нормативная траектория освоения финансовых средств ОФ V представлена на рисунке 3.

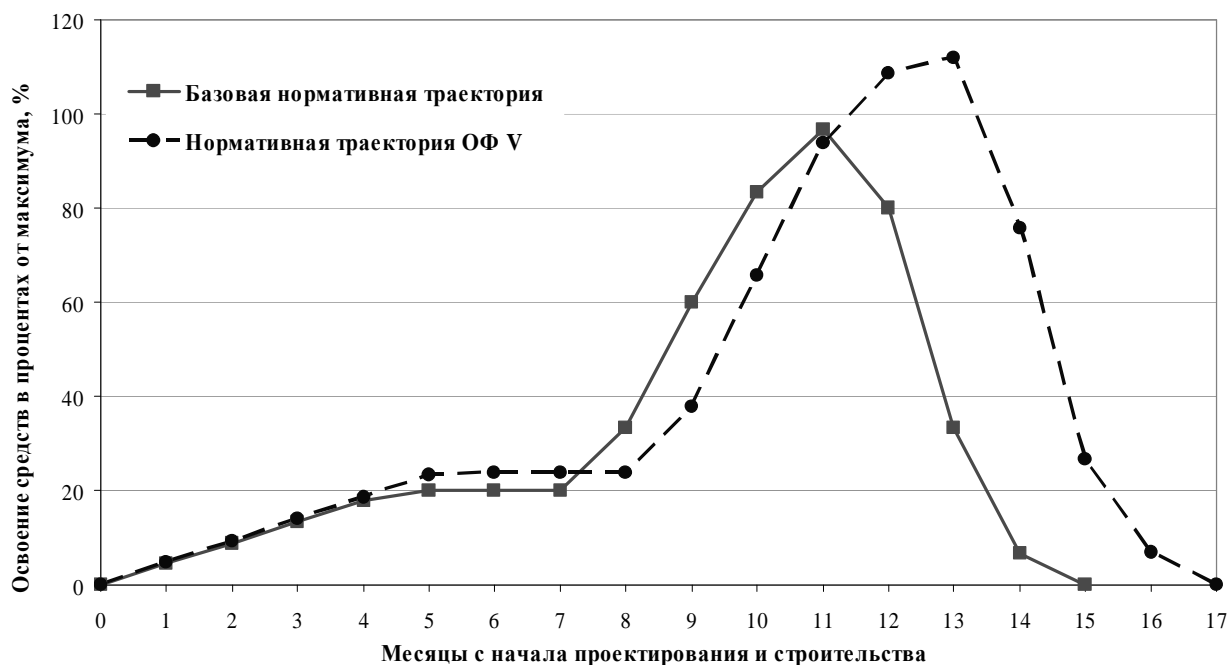


Рисунок 3 – Базовая нормативная и нормативная траектория предстоящего проекта – ОФ V

Литература

1. Системы сетевого планирования и управления: пер. с англ. / Г.С. Тейман Г.С. [и др.]. – М.: Наука, 1965. – 164 с.
2. Модер Дж. Метод сетевого планирования в организации работ: пер. с англ. / Дж. Модер, С. Филлипс. – Л.: Издат, 1966.
3. Сетевые модели и задачи управления / В.Н. Бурков [и др.]. – М.: Сов. Радио, 1967. – 350 с.
4. Голенко Д.И. Статистические методы сетевого планирования и управления / Д.И. Голенко. – М.: Наука, 1968. – 400 с.
5. Кудрявцев Е.М. Project 2003. Сетевое планирование и управление проектами / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК, 2006. – 240 с.
6. Дитхелм Г. Управление проектами. Том 1. Основы / Г. Дитхелм. – М.: Бизнес-пресса, 2003 – 400 с.

7. Ивушкин А.А. Особенности электромонтажных и пуско-наладочных работ по автоматизации технологических комплексов / Ивушкин А.А. [и др.] // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Тр. Всерос. науч.-практ. конф.-и. – Новокузнецк, СибГИУ, 2001. – С. 18 – 21.

8. Натурно-математическое моделирование в системах управления: Учебное пособие / В.П. Авдеев, С.Р. Зельцер, В.Я. Карташов, С.Ф. Киселев – Кемерово: КемГУ, 1987. – 84 с.

9. Федер Е. Фракталы: пер. с англ. / Е.Федер. – М.: Мир, 1991. – 254 с.

ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

О.А. Махарева

КемГУ, г. Кемерово

При построении моделей в терминах пространства состояний, как правило, поднимается проблема их эквивалентности. Согласно [1, 2], основным понятием при этом является эквивалентность по наблюдениям. Так в работе [2] рассмотрены такие модели в терминах пространства состояний. В то же время, как известно, модель имеет целевой характер, поэтому естественно возникает вопрос об использовании таких моделей в системах оптимального управления. Целью данной работы является сопоставление алгоритмов оптимального управления на конкретном примере эквивалентных моделей в терминах пространства состояний [2].

В современной теории оптимального дискретного управления широко применим метод динамического программирования Беллмана, основанный на моделях в форме пространства состояний. Проблемная ситуация складывается из описания математических моделей в пространстве состояний и их отношения эквивалентности.

Рассмотрим на примере объекта из [2] скалярный временной ряд отображения вход - выходных данных системы:

$$\begin{aligned} z_t &= 0.51z_{t-1} - 0.5z_{t-2} + z_{t-3}, \quad t = 4, 5, \dots, 500 \\ z_1 &= 1, \quad z_2 = 1.5, \quad z_3 = 1.25 \end{aligned}$$

Он порождает две эквивалентные точные конечномерные модели:

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & -0.5 & 0.51 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 1.25 \end{bmatrix} u(k) \quad (1)$$

$$y(k) = [1 \ 0 \ 0]x(k)$$

и

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 1.5 & 1 & 0 \\ -1 & -0.5125 & 1 \\ 0 & -0.7403 & -0.4775 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u(k) \quad (2)$$

$$y(k) = [1 \ 0 \ 0]x(k)$$

Обе модели (1) и (2) при переходе к представлению в виде дискретной передаточной функции (ДПФ) дают одну и ту же ДПФ:

$$G(z) = \frac{z^{-1} + 0.99z^{-2} + 0.985z^{-3}}{1 - 0.51z^{-1} + 0.5z^{-2} - z^{-3}}$$

Проведем построение оптимального управляющего алгоритма для этих двух реализаций, заданных в пространстве состояний, с помощью метода динамического программирования Беллмана [1].

1. Распишем модель (1) в систему уравнений состояния:

$$\begin{aligned}x_1(k+1) &= x_2(k) + u(k) \\x_2(k+1) &= x_3(k) + 1,5u(k) \\x_3(k+1) &= x_1(k) - 0,5x_2(k) + 0,51x_3(k) + 1,25u(k)\end{aligned}$$

Для вычисления начального состояния воспользуемся системой уравнений (1) в момент времени $k=0$.

$$\begin{aligned}x_1(0) &= x_2(0) + u(0^-) \\x_2(0) &= x_3(0) + 1,5u(0^-) \\x_3(0) &= x_1(0) - 0,5x_2(0) + 0,51x_3(0) + 1,25u(0^-)\end{aligned}$$

Решая эту систему при $x_1(0) = 1$, получим

$$\begin{aligned}x_2(0) &= 1,0034 \\x_3(0) &= 1,0085\end{aligned}$$

Таким образом, получаем начальное условие: $x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1,0034 \\ 1,0085 \end{bmatrix}$.

Полагая сначала $P_0 = E$, вычислим с помощью матрицу уравнения Риккати

$$P = A^T P A - A^T P B (B^T P B)^{-1} B^T P A + Q.$$

Предварительно взяв $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, получаем:

$$P_1 = \begin{bmatrix} 1,6753 & -0,5974 & -1,04519 \\ -0,5974 & 1,220779 & -0,42156 \\ -1,04519 & -0,42156 & 1,310717 \end{bmatrix};$$

$$\dots\dots\dots$$

$$P_{42,43} = \begin{bmatrix} 1,79602 & -0,8074 & -0,9844 \\ -0,8074 & 0,83265 & -0,0249 \\ -0,9844 & -0,0249 & 1,00636 \end{bmatrix}$$

Как только $P(k+1)=P(k)$ с заданной точностью, то считаем, что матрица $P(k)$ и есть искомая матрица уравнения Риккати.

Тогда с помощью уравнения вектора управления

$$u(k) = -(B^T P B)^{-1} B^T P A x(k)$$

Найдем матрицу регулятора $k^T = (B^T P B)^{-1} B^T P A$

$$k^T = [0,89054 \quad -2,8796 \quad 2,00163]$$

Уравнение динамики замкнутой системы равно

$$x(k+1) = (A - B k^T) x(k) = \begin{bmatrix} -0,8905 & 3,87963 & -2,0016 \\ -1,3358 & 4,31944 & -2,0024 \\ -0,1132 & 3,09953 & -1,992 \end{bmatrix} x(k).$$

Далее последовательно вычисляем

$$x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1,0034 \\ 1,0085 \end{bmatrix}; x(1) = \begin{bmatrix} 0,98363 \\ 0,97885 \\ 0,98793 \end{bmatrix}; x(2) = \begin{bmatrix} 0,94415 \\ 0,93587 \\ 0,95467 \end{bmatrix}; x(3) = \begin{bmatrix} 0,87914 \\ 0,86957 \\ 0,89217 \end{bmatrix};$$

$$x(4) = \begin{bmatrix} 0.80489 \\ 0.79516 \\ 0.81851 \end{bmatrix}; x(5) = \begin{bmatrix} 0.72977 \\ 0.72043 \\ 0.74301 \end{bmatrix}; x(6) = \begin{bmatrix} 0.65786 \\ 0.64917 \\ 0.67028 \end{bmatrix}; x(7) = \begin{bmatrix} 0.59102 \\ 0.58306 \\ 0.60243 \end{bmatrix} \dots$$

Тогда вектор управления соответственно получаем

$u(0)=-0.0198; u(1)=-0.0347; u(2)=-0.0567; u(3)=-0.0647; u(4)=-0.0654;$
 $u(5)=-0.0626; u(6)=-0.0582; u(7)=-0.0532; u(8)=-0.0482; u(9)=-0.0434;$
 $u(10)=-0.039; u(11)=-0.035; u(12)=-0.0313; u(13)=-0.028; u(14)=-0.0251;$
 $u(15)=-0.0224; u(16)=-0.02; u(17)=-0.0179; u(18)=-0.016; u(19)=-0.0143;$
 $u(20)=-0.0128; u(21)=-0.0114; u(22)=-0.0102; u(23)=0; \dots$

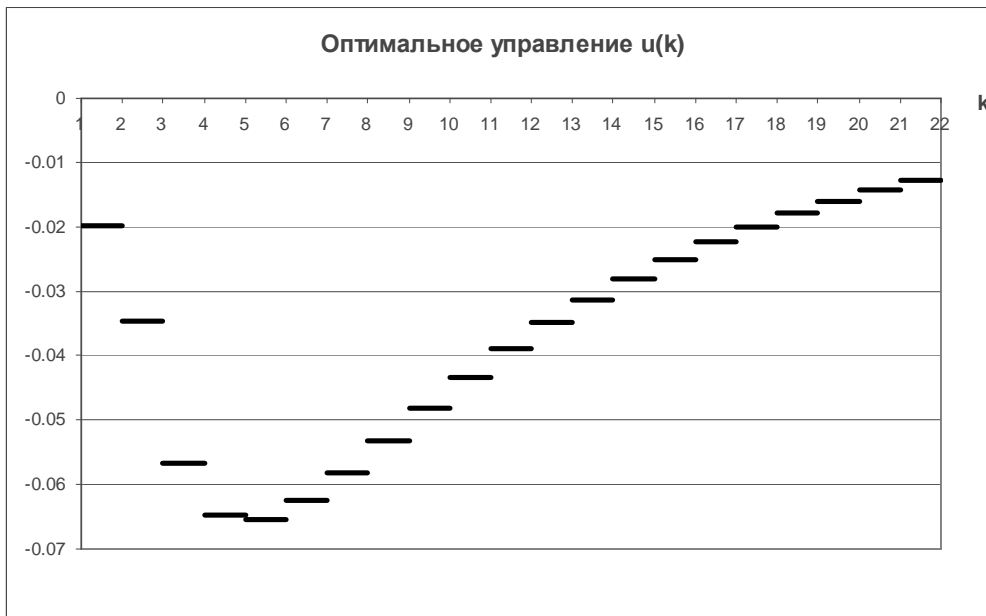


Рисунок 3

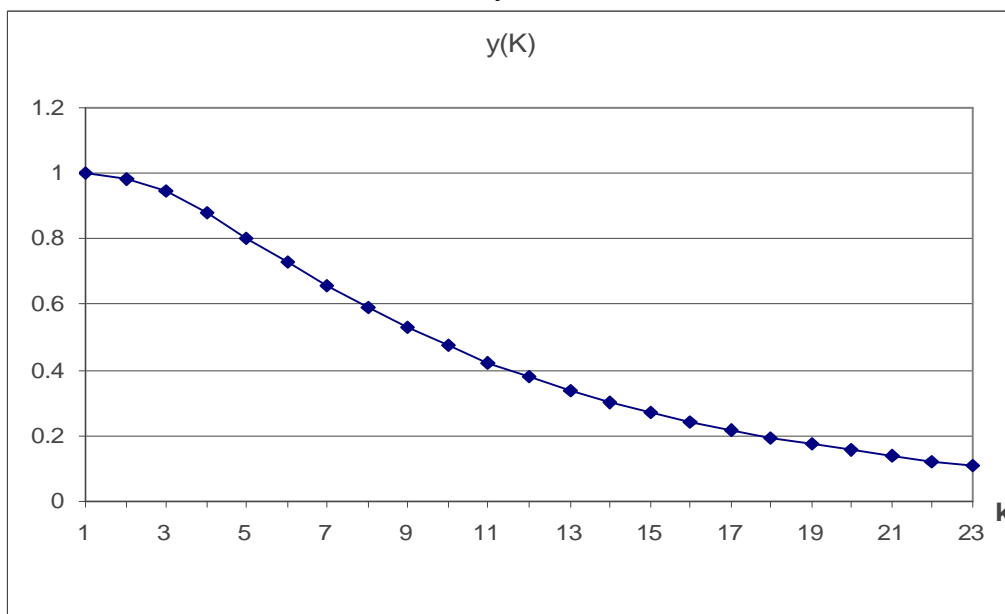


Рисунок 4

На рисунке 1 показано поведение управляемой переменной $u(k)$, $k = n\Delta t$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) замкнутой системы управления. На рисунке 2 показано поведение уравнения выхода $y(k) = x_1(k)$, $k = n\Delta t$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) замкнутой системы управления.

Мы добились перехода из ненулевого начального состояния вектора $x(k)$ в нулевое конечное состояние, при этом управляющее воздействие стремится также к нулевому значению за $k = 23$ такта.

2. Распишем модель (2) в систему уравнений состояния:

$$\begin{aligned}x_1(k+1) &= 1,5x_1(k) + x_2(k) + u(k) \\x_2(k+1) &= -x_1(k) - 0,5125x_2(k) + x_3(k) \\x_3(k+1) &= -0,7403x_2(k) - 0,4775x_3(k)\end{aligned}$$

Для вычисления начального состояния воспользуемся системой уравнений (2) в момент времени $k=0$:

$$\begin{aligned}x_1(0) &= 1,5x_1(0) + x_2(0) + u(0^-) \\x_2(0) &= -x_1(0) - 0,5125x_2(0) + x_3(0) \\x_3(0) &= -0,7403x_2(0) - 0,4775x_3(0)\end{aligned}$$

Решая эту систему при $x_1(0) = 1$, получим

$$\begin{aligned}x_2(0) &= 0,4966 \\x_3(0) &= 1,7511\end{aligned}$$

Таким образом, получаем начальное условие: $x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0,4966 \\ 1,7511 \end{bmatrix}$.

Аналогично полагая сначала $P_0 = E$, вычислим матрицу уравнения Риккати:

$$P_1 = \begin{bmatrix} 2 & 0,5125 & -2 \\ 0,5125 & -0,28539 & -0,86599 \\ -2 & -0,15901 & 2,228066 \end{bmatrix};$$

$$P_{13,14} = \begin{matrix} \dots\dots\dots \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

На 14-ой итерации матрица совпадает с предыдущей, полученной на 13-ой итерации. Таким образом, уравнение вектора управления имеет вид:

$$u(k) = -[1,5 \quad 1,7403 \quad 0,4775]x(k)$$

Уравнение динамики замкнутой системы равно

$$x(k+1) = (A - Bk^T)x(k) = \begin{bmatrix} 0 & -0,7403 & 0,4775 \\ -1 & -0,5125 & 1 \\ 0 & -0,7403 & 0,4775 \end{bmatrix}x(k).$$

Далее последовательно вычисляем

$$\begin{aligned}x(0) &= \begin{bmatrix} 1 \\ 0,4966 \\ 1,7511 \end{bmatrix}, \quad x(1) = \begin{bmatrix} -1,20378 \\ 0,496593 \\ -1,20378 \end{bmatrix}, \quad x(2) = \begin{bmatrix} 0,207177 \\ -0,2545 \\ 0,207177 \end{bmatrix}, \quad x(3) = \begin{bmatrix} 0,089479 \\ 0,130431 \\ 0,089479 \end{bmatrix}, \\x(4) &= \begin{bmatrix} -0,13928 \\ -0,06685 \\ -0,13928 \end{bmatrix}, \quad x(5) = \begin{bmatrix} 0,115995 \\ 0,034261 \\ 0,115995 \end{bmatrix}; \quad x(6) = \begin{bmatrix} -0,08075 \\ 0,017558 \\ -0,08075 \end{bmatrix}; \quad x(7) = \begin{bmatrix} 0,051556 \\ 0,008998 \\ 0,051556 \end{bmatrix}; \dots\end{aligned}$$

Тогда вектор управления соответственно получаем $u(0) = -3,2004$; $u(1) = 1,51626$; $u(2) = 0,03322$; $u(3) = -0,4039$; $u(4) = 0,39177$; $u(5) = -0,289$; $u(6) = 0,19024$; $u(7) = -0,1176$; $u(8) = 0,06988$; $u(9) = -0,0404$; $u(10) = 0,02289$; $u(11) = -0,01278$; $u(12) = 0,00705$; $u(13) = -0,0039$; $u(14) = 0,00209$; $u(15) = -0,0011$; $u(16) = 0,0006$; $u(17) = -0,0003$; $u(18) = 0,00017$; $u(19) = 0$; ... На рисунке 3 показано поведение управляющего воздействия $u(k)$, $k = n\Delta t$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) замкнутой

системы управления для объекта (2). На рисунке 4 показано поведение уравнения выхода $y(k) = x_1(k)$ замкнутой системы управления объектом (2).

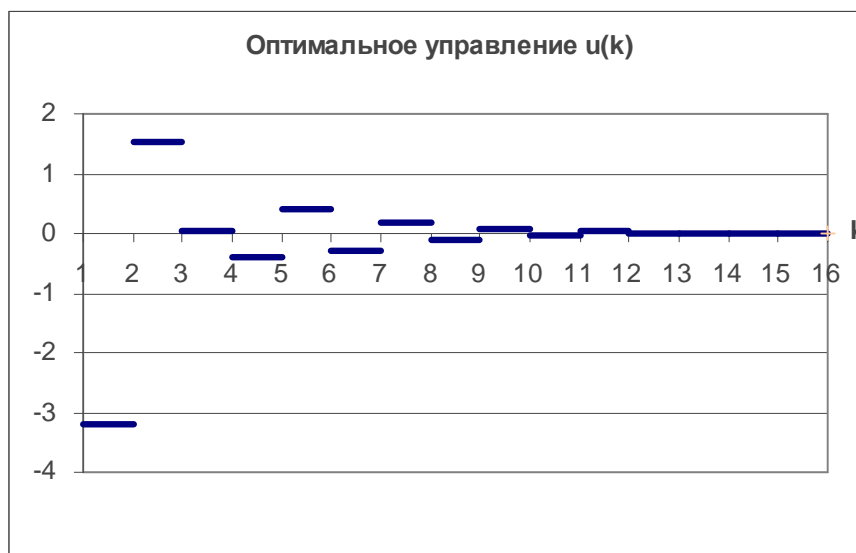


Рисунок 5

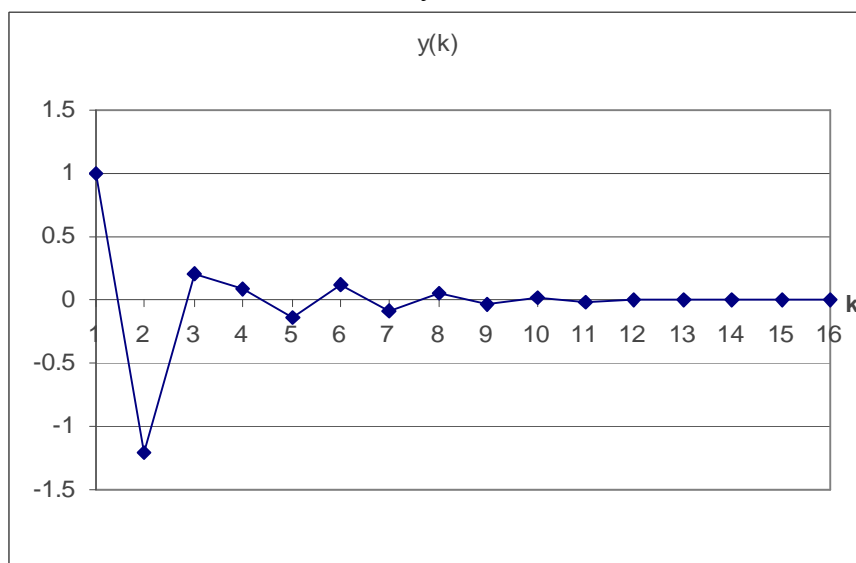


Рисунок 6

Выводы. Эквивалентность по выходу, описываемая в [2] однозначно не приводит к алгоритмам оптимального управления, поскольку внутренние свойства эквивалентных моделей не сохраняются. На рисунках 1, 3 мы видим, что поведения управляющих воздействий не совпадают.

Таким образом, возникает необходимость исследования влияния строгой эквивалентности [3] между непрерывным объектом и дискретными моделями на построение оптимальных управляющих алгоритмов. При этом предпочтение следует отдавать моделям, заданным в форме ДПФ.

Литература

1. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления / Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 296 с.
2. Пушков С.Г. Модели точного и приближенного представления данных контроля линейных динамических систем / дисс. на соискание уч. ст. к.т.н. – Барнаул, 1998. – 133 с.
3. Карташов В.Я. Эквивалентность дискретных моделей – реальность? // Промышленные АСУ и контроллеры, М., 2006, № 8.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВОДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА

А.В. Новичихин

СибГИУ, г. Новокузнецк

Реализация сценариев развития топливобудывающих регионов РФ в период переходной экономики сопряжено с рядом методологических проблем. Практический опыт показывает, что использование в этих условиях методов прогнозирования, основанных на экстраполяции ретроспективы, корректно в качестве краткосрочных прогнозов. Природно-ресурсная ориентация региональной экономики усугубляет ситуацию, поскольку вовлечение в хозяйственный оборот крупных объектов природопользования – мощный дестабилизатор процесса формирования внутрирегиональных пропорций, усложняющий применение многих известных методов, таких, например, как схема межотраслевого баланса.

Основу российского инструментария регионального прогнозирования составляют выполненные на высоком технологическом уровне аналитические комплексы «Прогноз» и «АИС Регион». По своей сути эти системы могут эффективно использоваться только для краткосрочных прогнозов (1-2 года) – их генераторы прогнозов построены на базе производственной функции и воплощают идеи генетического прогноза на основе экстраполяции. Это означает, что системы прогнозируют устойчивые тенденции и переносят зависимости, характерные для прошлого и настоящего, на будущее [1]. Также не учитывается истощение природно-ресурсного потенциала – проблема, от решения которой будет зависеть дальнейшее социально-экономическое состояние топливобудывающих регионов (экономический кризис, социальная напряженность).

В рамках этих систем трудно реализовать выработку управленческих решений посредством долгосрочного прогноза последствий их реализации, что является неотъемлемым элементом управления топливобудывающим регионом, на территории которых планируется осуществление крупных инвестиционных проектов на период 20-30 лет. Использование воспроизводственно-диверсификационного подхода для управления социально-экономическими системами топливобудывающих регионов позволяет решить данные проблемы посредством синтеза методов детерминированного и стохастического моделирования по усредненному временному показателю с использованием булевых переменных [2].

Одними из приоритетных целей управления социально-экономическим развитием топливобудывающих регионов являются повышение уровня жизни населения и приоритет идей (принципов) устойчивого развития. Поэтому для топливобудывающих регионов в стратегических планах присутствуют специфические разделы, включающие перечень мероприятий, направленных на освоение минерально-сырьевой базы и решение проблемы диверсификации экономики с аккумулярованием части доходов от продажи сырья в стабилизационном фонде, создаваемом для того, чтобы со временем снизить зависимость бюджетных доходов от конъюнктуры сырьевых рынков. С учетом этого обстоятельства исходная задача выхода на траекторию устойчивого развития – база для разработки долгосрочной стратегии социально-экономического развития может быть сформулирована следующим образом.

Фиксируется базовое состояние социально-экономического развития топливобудывающего региона: уровень развития производства; ресурсный потенциал; значения индикаторов уровня жизни населения – $U_i(0)$, $i = 1, \dots, n$.

Для заданных предполагаемых значений индикаторов уровня жизни E_i и планируемого момента выхода на этот уровень T_E населением территории необходимо:

- разработать комплекс долгосрочных сценариев социально-экономического развития топливобудывающего региона;
- разработать программу социально-экономического развития, включающую план диверсификации местной экономики;

– сконструировать стабилизационный фонд (источники формирования, нормативную документацию и алгоритм использования), для обеспечения следующего условия:

$$U_i(t) \geq E_i, \quad (1)$$

где $t=1, \dots, T_E$.

Для кратко- и среднесрочной стратегии развития постановка задачи выглядит следующим образом: задаются «пороговые» значения E_i индикаторов уровня жизни и момент их достижения T_E необходимо на фиксированном временном промежутке сгенерировать систему обеспечивающих мероприятий.

Функция синтеза воспроизводственно-диверсификационного подхода и теории устойчивого развития для разработки сценариев социально-экономического развития топливдобывающего региона выглядит следующим образом:

$$X(t+1) = f(X(t), Y(t+1), E_i, T_E, P(t+1)) \quad (2)$$

при $t = 1, \dots, T_E$, $X(t)$ – социально-экономические показатели, характеризующие региональный воспроизводственный процесс и условия жизни населения территории на конец года t ; $Y(t+1)$ – вариант (направление) стратегического развития топливдобывающего региона, включающий сценарий, программу социально-экономического развития, выбор конструкции стабилизационного фонда на конец года $t+1$; $P(t+1)$ – прогноз внешних условий функционирования и рисков.

Развитие концепции рыночного хозяйствования происходит с учетом множества проблем, которые являются специфическими для современного состояния российской экономики. Причины этого обусловлены как самой сутью состояния отечественной рыночной экономики, при которой на будущие результаты предпринимательской деятельности влияют многочисленные факторы рыночной конъюнктуры, так и достаточно высокой восприимчивостью экономических процессов воздействиям неэкономических факторов (политических, социальных, экологических и т.д.). В этой связи необходимо учитывать стохастическую природу факторов хозяйствования – разного вида стратегические риски. Исходными данными для проведения количественной оценки рисков являются статистические данные изменения анализируемых параметров на ретроспективном отрезке времени. Необходимо учитывать следующие стратегические риски:

1. Природно-ресурсный риск, под которым понимается возможность ошибки в определении количества (балансовых запасов) и качества полезных ископаемых на разрабатываемых и перспективных для отработки месторождениях, условий залегания полезных ископаемых, крепости и устойчивости пород, инженерно-геологических условий месторождений, что существенным образом влияет на технико-экономические показатели работы добывающих предприятий.

2. Технологический риск, связанный с невыполнением предприятиями планов и обязательств по производству продукции и других видов производственной деятельности в результате воздействия, как внутренних факторов: использование устаревших технологий производства, отказ от диверсификации производства; так и внешней среды: возможные отклонения технологических свойств ресурсов перерабатывающей промышленности от требуемых значений.

3. Промышленный риск – возможные отклонения производственного процесса, вызванные сбоями работы оборудования и несвоевременного его обновления, а также другие непредвиденные ситуации, вызывающие отклонения от нормативной (планируемой) мощности предприятий.

4. Экологический риск, под которым понимаются возможные чрезвычайные экологические ситуации, вызванные функционированием добывающих и перерабатывающих предприятий: отсутствие лицензий и разрешений, штрафы, снижение работоспособности очистных сооружений; а также не зависящими от них процессами, которые оказывают негативное воздействие на процесс энергопотребления: стихийные бедствия, наводнения, пожары и другое.

5. Политический риск – риск, возникающий как результат изменения государственной политики, выражающийся в неблагоприятных социально-экономических изменениях, безопасности бизнеса (безработица, вандализм, терроризм и т.д.) в стране. Он проявляется в форме неожиданного, обусловленного политическими соображениями и событиями изменения условий хозяйственной деятельности, что создает неблагоприятный для предпринимателей фон, что может привести к повышенным затратам ресурсов и потери прибыли. Источниками данного риска может быть увеличение налоговых ставок, введение принудительных отчислений, изменение договорных условий, трансформация форм собственности, отчуждения имущества и денежных средств по политическим мотивам.

6. Экономические риски. Учитываются следующие виды экономических рисков: инфляционный, обусловленный обесцениванием реальной покупательной способности денег, при этом предприниматель несет реальные потери; коммерческий – риск потерь в результате финансово-хозяйственной деятельности, его причиной может быть повышение стоимости товара, непредвиденное снижение спроса на топливно-энергетические ресурсы, последствия вступления РФ в ВТО.

Литература

1. Лавлинский С.М. Модели индикативного планирования социально-экономического развития сырьевой территории / С.М. Лавлинский // Проблемы прогнозирования. – 2005. - № 3. – С. 63 – 78.

2. Новичихин А.В. Управление социально-экономическими системами топливодобывающих субъектов РФ на основе воспроизводственно-диверсификационного подхода / А.В. Новичихин, В.Н. Фрянов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 7. – С. 43 – 46.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ВЫПОЛНЕНИЕМ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Ю. П. Парфенов, И.А. Богданович

УГТУ-УПИ, ИТ Энерго Консалт, г. Екатеринбург

Автоматизированная система оперативного управления процессами (АСОУП) предназначена для контроля текущего состояния и управления дискретными процессами с ограничениями на время выполнения. Целью управления является минимизация нарушений временных ограничений во множестве однотипных процессов. К рассматриваемому классу относятся процессы подготовки и принятия решений на производстве, в органах власти и управления. Моделью процессов является ориентированный граф состояний (этапов), представляющий альтернативно-последовательную схему возможных путей развития процесса. Граф процесса имеет единственную начальную вершину – исходное состояние, множество промежуточных и конечных вершин. На выполнение каждого этапа процесса задается необходимое время, определяемое выполняемой задачей. На время выполнения процесса – цепочки переходов из начального состояния в любое конечное состояние накладывается ограничение, определяемое действующим законодательством или нормативами предприятия. Управление такими процессами требует расчета для каждого этапа необходимых запасов времени и определения допустимого позднего момента окончания текущего этапа, при котором еще возможно своевременное выполнение процесса в целом с учетом его развития по любому пути в будущем.

Использование АСОУП предполагает предварительный ввод моделей исполняемых процессов. Для этого средствами администратора вводится наименование процесса, например, «Сдача помещения в аренду» и список его исполнителей. Для каждого этапа вводится его наименование, например, «Анализ полноты представленных документов», тип этапа (начальный, промежуточный или конечный) и время, необходимое для выполнения этапа. Для конечного этапа, кроме того, вводится ограничение – предельное допустимое

время выполнения процесса, заканчивающегося данным этапом. Поскольку кроме управления процессами, в системе необходимо создание баз, информационный обмен и обработка данных, с любым этапом процесса может быть связан программный модуль – экранная форма, предназначенная для ввода и обработки предметных данных. Модули обработки данных могут создаваться любыми программными средствами и использовать любые базы данных. Для автоматического вызова на определенных этапах модули должны сохраняться в виде DLL библиотеки. Таким образом, АСОУП является открытой для любых предметных областей. После ввода данных обо всех этапах процесса вводится его граф-схема. Для этого подсистема настройки предлагает для каждого этапа указать предшествующие этапы. После окончания ввода или изменения модели процесса для каждого этапа рассчитываются времена, необходимые для выполнения последующих этапов процесса до каждого конечного состояния. Для гарантированного выполнения ограничений время, необходимое для выполнения следующих этапов процесса, равно наибольшей сумме времен выполнения оставшихся этапов, определяемой по всем возможным путям перехода из рассматриваемого состояния в каждую конечную вершину графа. Таким образом, для каждой вершины – состояния будет вычислено время, необходимое для того, чтобы успеть выполнить процесс во всех заданных ограничениях даже при наиболее трудном пути его развития в будущем. Именно это время используется для вычисления допустимого позднего момента окончания очередного этапа и формирования предупреждений о приближении к границам временных ограничений для исполнителей процессов и их руководителей. Для расчета необходимого запаса времени на каждом этапе процесса разработана пошаговая процедура.

Мониторинг состояния и управление реализацией каждого исполняемого в АСОУП процесса осуществляется следующим образом. При создании нового процесса пользователю предлагается выбрать его тип из множества ранее настроенных процессов и задать имя его новой реализации. Далее система автоматически создает реализацию процесса и устанавливает ее начальное состояние. Реализация отображается в форме управления процессом списком пройденных этапов. Каждый этап представлен названием, моментами начала и окончания, фактическим и нормативным временем выполнения, допустимым поздним моментом окончания и текущим запасом времени. Этапы, вошедшие по запасу времени в установленный в системе критический интервал, а также этапы и процессы, на которых было нарушено какое-либо из ограничений, отмечаются специальными значками. Закончив выполнения очередного этапа, исполнитель делает отметку в форме управления процессом, в ответ АСОУП, используя схему процесса, предлагает выбрать следующий этап, для которого рассчитывается текущий запас и допустимый момент времени окончания. Таким образом, система последовательно «ведет» пользователя информируя о состоянии процесса и позволяя управлять данными на каждом его этапе. Сведения о выполненных процессах формируют общую статистику по нарушенным ограничениям и исполнителям.

АСОУП включена в состав информационных систем антимонопольного управления и министерства по управлению государственным имуществом Свердловской области.

ПОДХОД К ВЫБОРУ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. П. Шабанов
ИБС, г. Москва

Введение. В докладе рассмотрен подход к выбору направления автоматизации в организационных структурах, основанный на использовании комплексных оценок статистических выборок и фактической отчетности. Данный подход позволяет решить проблему минимизации ресурсов для предприятий, отдельных подразделений, служб или временно создаваемых групп, при ограниченных инвестициях в автоматизацию деятельности.

Предпосылки выбора. Существует класс организационных структур — предприятия, отдельные подразделения, службы и временно создаваемые группы, чья деятельность направлена

на оказание повторяющихся услуг. В работе [1] описан порядок и особенности автоматизации деятельности в таких структурах. В основе рассмотренного алгоритма лежит комплексирование адекватных или подобных функций разных деловых процессов в одной обобщённой автоматизируемой функции учётно-контрольного процесса. Комплексирование производится на основе содержательного анализа матриц функций деловых процессов, сервисных и временных карт работников, соотнесённых с каждым процессом, в котором работники задействованы. Данный подход позволяет минимизировать людские ресурсы в организационной структуре, однако, только для тех процессов деятельности (деловых процессов), которые уже были определены к автоматизации. Как правило, определение направления автоматизации – совокупности процессов (их функций), подлежащих автоматизации, носит произвольный характер. Подчас выбор направления обусловлен субъективными причинами и не имеет достаточного обоснования. В то же время, существуют объективные факторы, создающие предпосылки для обоснованного выбора направления автоматизации. Этими факторами являются:

1. Поставленные на современных предприятиях процессы управленческого учёта и контроля качества. Этот фактор обеспечивает планирование деятельности и экспертный анализ её результатов;

2. Высокий уровень развития известных вычислительных технических и программных средств. Использование в этих средствах унифицированных интерфейсов и инструментов позволяет настраивать одни и те же средства под разные процессы. Этот фактор обеспечивает реализацию автоматизированного контроля над временем выполнения деловых процессов (их функций) и сбор статистических выборок.

3. Наличие на предприятиях квалифицированных работников. Этот фактор позволяет эксплуатировать технические и программные средства и соблюдать логику автоматизированного контроля.

Модель выбора. Перечисленные выше факторы делают возможным внедрение в практику предприятий автоматизированного процесса для определения выбора направления автоматизации, соответствующего текущему состоянию ведения дела. Рисунок 7 отображает типовую модель такого выбора. Модель описывает следующие логические связи:

1. Логическая связь управления. Связь основана на взаимодействии процессов управленческого учёта и контроля качества. Материалами для анализа являются бюджетный пакет и фактическая отчётность. Результатом реализации связи является определение ключевых видов деятельности, требующих изменения;

2. Логическая связь параметров времени. Связь основана на взаимодействии процессов деятельности и процесса контроля на их соответствие установленным регламентам. Материалами для анализа являются параметры времени, заданные в регламентах, и фактическое время выполнения работ. Параметры описывают время выполнения процессов (функций). Результатом реализации связи является определение процессов (функций), не соответствующих регламентам;

3. Логическая связь формализации отношений. Связь основана на взаимодействии процессов контроля качества и разработки (корректировки) регламентов. Материалами для анализа являются ключевые виды деятельности, требующие изменения. Результатом реализации связи является разработка новых регламентов или внесение изменений в существующие регламенты;

4. Логическая связь выбора. Связь основана на взаимодействии процесса анализа направлений автоматизации и процессов контроля качества и контроля на соответствие процессов деятельности установленным регламентам. Материалами для анализа являются ключевые виды деятельности, требующие изменения, и процессы (их основные функции), не соответствующие регламентам. Результатом реализации связи является определение процессов (их функций), подлежащих автоматизации при текущем состоянии ведения дела и ограниченных инвестициях.

Применение подхода. Важным особенностью изложенного в настоящем докладе подхода является его ориентация на основное свойство автоматизации, как общественно-полезного явления, а именно – на сокращение времени, отводимого на ту или иную деятельность. С этой целью в подходе широко учитываются существующие возможности к формализации деятельности – её представление в виде отдельных процессов (функций), к регламентации параметров времени её осуществления. Применение подхода на практике предоставляет руководителям дополнительные возможности по обоснованному выбору направления автоматизации. Так, наряду с возможностью выбора процесса, подлежащего автоматизации, предоставляется возможность выбора отдельной функции (функций) уже автоматизированного процесса для совершенствования автоматизации. Такой выбор может быть более предпочтительным в условиях ограниченных возможностей по инвестициям в автоматизацию целых процессов. Совершенствование же достигается за счёт систематизации информации в виде технологических данных, относящихся к разным типам услуг, но реализуемых с помощью одной и той же логики (совокупности функций или отдельной функции). Это снижает требования к объёму инвестиций. Рассмотренный подход использовался для выбора направления автоматизации применительно к следующей организационной структуре: тип предприятия – центр обработки данных, служба – диспетчерская служба, предназначенная для реализации процесса устранения нештатных ситуаций и сбоев в инфраструктуре [4]. При выборе принято решение о совершенствовании автоматизации на основе поэтапного введения технологических данных для поддержки функций «Классификация требования», «Формулирование проблемы», «Определение работ» и «Сопровождение работы». Рисунок 8 показывает изменения мощности организационной структуры по этапам автоматизации.



Рисунок 8 – График зависимости мощности от этапов автоматизации

График отражает эффективность структуры при выбранном направлении автоматизации её деятельности. Так, значение принятого при расчётах показателя [5] мощности N на втором этапе равно 4 (при заданных критериях обслуживаются не более чем 4 требования). На двадцать первом этапе это значение равно 45 (обслуживаются порядка 45 требований).

Литература

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 формализации учётно-контрольного процесса при решении проблемы минимизации ресурсов организационной структуры». Современные сложные системы управления: Сборник трудов научно-практической конференции/ Под ред. д.т.н., проф. Буркова В.Н., д.т.н., проф. Баркалова С.А. - Воронеж, ВГАСУ, 2005, с. 186.
3. Шабанов А.П. «Модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления производством». Системы управления и информационные технологии, 2006, N 3(25), с. 57-61.
4. Аракелян М.А. и Шабанов А.П. «Технологические данные в ИТ-поддержке бизнеса». Директор информационной службы, 2007, N 1.
5. Шабанов А.П. «Метод оценки достаточности мощности однородной организационной структуры». Системы управления и информационные технологии, 2005, N 3(20), с. 103-106.

О СОВМЕСТНОМ СИНТЕЗЕ ОБЪЕКТОВ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ*

С.М. Петрунин, Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, А.М. Петрунин

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

Традиционно синтез систем управления осуществляется по схеме:

- во-первых, создание (проектирование) объекта управления;
- во-вторых, синтез управляющей подсистемы.

Более эффективным является совместный синтез управляющей подсистемы и объекта управления. Это положение должно также соблюдаться как при проектировании, так и при динамической коррекции (адаптации) элементов всей системы управления в ходе эксплуатации.

На стадии проектирования постановку задачи совместного синтеза объекта управления и управляющей подсистемы можно представить в следующем виде.

Дано:

1. Конечное множество структур моделей Φ_j объекта

$$Y_j(t) = \Phi_j(t) \cdot [U(t-\theta_U), Y(t-\theta_Y), W(t-\theta_W)], \quad (1)$$

где Φ_j – оператор преобразования модели j -той структуры; $U(t)$ – вектор управляющих воздействий в t -ый момент времени; $Y(t)$ – вектор выходных воздействий; $W(t)$ – вектор внешних воздействий; t – непрерывное или дискретное время; $\theta_U, \theta_Y, \theta_W \geq 0$ – показатели динамической памяти; $J = \overline{1, J}$, J – количество структур моделей объекта.

2. Конечное множество алгоритмов F_l управления

$$U_l(t) = F_l(t) \cdot [U(t-\theta_{U_l}), Y(t-\theta_{Y_l}), W(t-\theta_{W_l}), Y^*(t)], \quad (2)$$

где F_l – оператор l -го алгоритма управления; $l = \overline{1, L}$, L – количество алгоритмов управления объектом.

3. Критерий эффективности вариантов систем управления

$$Q_m = q_m[U_l, Y_j, Y^*], \quad (3)$$

где q_m – оператор m -го критерия эффективности вариантов системы управления; $m \in \{j, l\}$.

4. Ограничения

$$U \in U^*, Y \in Y^* \quad (4)$$

где U^*, Y^* – векторы заданных ограничений на управляющие и выходные воздействия.

Требуется синтезировать систему управления, оптимизирующую показатель (3) при выполнении ограничений (4).

Решение поставленной задачи осуществляли последовательным перебором совокупности алгоритмов F_l и Φ_j моделей объекта.

Конкретизируем общую постановку задачи для кислородно-конвертерного процесса производства стали.

1. Формирование множества моделей объекта в данном случае (кислородно-конвертерного процесса) из наиболее хорошо зарекомендовавших себя на практике [1,2]. Однако в этих моделях не учитываются важные технологические факторы, связанные с изменением параметров конфигурации футеровки конвертера, дутьевого режима и присадок сыпучих, что в конечном итоге значительно обуславливает изменчивость выходных воздействий Y . Введение этих факторов приводит к необходимости изменения и самого объекта управления.

С этой целью установлено влияние изменения внутреннего профиля футеровки конвертера по ходу кампании, режимных параметров верхнего кислородного дутья, а также отдельной присадки извести по ходу продувки в зависимости от влияния ее фракционного состава на коэффициенты распределения фосфора и серы, а также выхода жидкой стали.

* Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042

С учетом новых технологических факторов (Z) найдены полиномиальные зависимости с использованием многомерной поисковой симплекс-процедуры на выборке 2035 плавков, проведенных на ОАО «Северсталь» в период 1999 – 2005 г.

Отметим, что формализованные зависимости влияния конфигурации футеровки конвертера на эффективность удаления фосфора, серы и выход жидкой стали получены впервые.

Новые факторы (Z) введены в следующие модели

а) балансовая модель [1,2]

$$Y(i) = \Phi[U(i), W(i), Z(i)], \quad (5)$$

б) комбинированная модель [3]

$$Y(i) = Y^B(i) + \Phi_{\Delta} \{ [U(i)-U^B(i)], [W(i)-W^B(i)], [Z(i)-Z^B(i)] \} + \xi_1(i), \quad (6)$$

где Φ - оператор пересчета $U(i)$, $W(i)$, $Z(i)$ в выходные переменные $Y(i)$; Φ_{Δ} - оператор пересчета отклонений $[U(i)-U^B(i)]$, $[W(i)-W^B(i)]$, $[Z(i)-Z^B(i)]$ от их базовых (средних) уровней в отклонения выходных переменных $Y(i)$; $\xi_1(i)$ – эффекты неконтролируемых воздействий приведенных к $Y(i)$ для i той плавки.

2. Далее был сформирован набор алгоритмов управления конвертерной плавкой, нашедших наибольшее применение на практике

а) балансовый алгоритм [1]

$$U^{BAL}(i) = F[W(i), Z(i), Y^*(i)], \quad (7)$$

б) восстановительно – прогнозирующий алгоритм [4]

$$U^B(i-1) = U(i-1) + \varphi^{-1} [Y(i-1) - Y^*(i-1)], \quad (8)$$

$$U_{пр}^B(i-1) = U^B(i-1) + F_{\Delta} \{ [W(i-1) - W^B(i-1)]; [Z(i-1) - Z^B(i-1)] \}, \quad (9)$$

$$U_{пр}^B(i) = f_{экстр} \{ U_{пр}^B(i-\theta_U) \} \quad (10)$$

$$U(i) = U_{пр}^B(i) + F_{\Delta} \{ [W(i) - W^B(i)]; [Z(i) - Z^B(i)] \}, \quad (11)$$

в) комбинированный алгоритм [3]

$$u_{пр}(i-1) = U^B(i-1) - F_{\Delta} \{ [W(i-1) - W^B(i-1)]; [Z(i-1) - Z^B(i-1)] \} - U^{BAL}(i-1), \quad (12)$$

$$u_{пр}(i) = f_{экстр} \{ u_{пр}(i-1) \} \quad (13)$$

$$U(i) = U^{BAL}(i) + u_{пр}(i) + F_{\Delta} \{ [W(i) - W^B(i)]; [Z(i) - Z^B(i)] \}, \quad (14)$$

где $U^{BAL}(i)$ - базовое значение U рассчитанное [3] по балансовой модели (7); F , F_{Δ} - операторы пересчета соответствующих переменных; φ^{-1} – обратный оператор пересчета приращений выходных воздействий в приращения управляющих воздействий; U^B , $U_{пр}^B$ - восстановленное и приведенное к базовым условиям значение U ; $u_{пр}$ – приведенные к U эффекты неконтролируемых факторов; $f_{экстр}$ – оператор экстраполяции.

3. Формирование набора систем управления из пар «модель-алгоритм управления» с последующей оценкой их эффективности.

Было сформировано 6 пар «модель-алгоритм управления». Оценку эффективности соответствующих пар осуществляли по следующим показателям:

– процент попадания в заданные пределы на первой повалке по углероду, температуре и фосфору;

– экономический эффект, где отражены в том числе и затраты на технологические нововведения, разработку и реализацию алгоритмов управления.

Для получения исходных данных, требуемых для расчета указанных показателей, осуществлялось имитационное пересчетное моделирование систем управления. Наиболее эффективно пересчетное натурно - математическое моделирование [5], в котором более широко используются натурные данные и получают наиболее представительные результаты.

Для моделирования использовались данные 5 кампаний по футеровке конвертера ОАО «Северсталь», содержащих 18385 плавков. Полученные данные сведены в таблицу 1.

Как следует из таблицы 1, наиболее эффективным является вариант № 6. Этот вариант характеризуется введением изменений в объект и соответствующим комбинированным алгоритмом управления.

Таблица 1 – Результаты имитационного пересчетного моделирования различных вариантов систем управления

| Оценочные показатели | Процент попадания в заданные пределы по | | | Технико-экономическая эффективность | | | | Затраты на технологические нововведения, млн. руб | Затраты на реализацию алгоритмов, млн. руб | Суммарный экономический эффект, млн. руб в год |
|---|---|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----|---|--|--|
| | температуре | температуре и углероду | температуре, углероду и фосфору | расход извести, кг/т | выход жидкой стали, % | изменение цикла плавки, мин | | | | |
| Балансовая модель - балансовый алгоритм | $\frac{56}{67}^{**}$ | $\frac{51}{63}$ | $\frac{49}{58}$ | $\frac{45.3}{44.0}$ | $\frac{86.1}{86.4}$ | $\frac{0.3}{0}$ | 3.2 | 70.2 | $\frac{-22.3}{-20.2}$ | |
| Балансовая модель-восстановительно-прогнозирующий алгоритм | $\frac{59}{69}$ | $\frac{54}{64}$ | $\frac{51}{59}$ | $\frac{45.4}{41.0}$ | $\frac{86.4}{87.0}$ | $\frac{0.4}{0}$ | 4.2 | 81.3 | $\frac{-14.2}{-1.8}$ | |
| Балансовая модель - комбинированный алгоритм | $\frac{59}{71}$ | $\frac{55}{65}$ | $\frac{53}{62}$ | $\frac{42.3}{38.3}$ | $\frac{86.8}{87.2}$ | $\frac{0.7}{0}$ | 5.6 | 85.3 | $\frac{+2.8}{+5.3}$ | |
| Комбинированная модель - балансовый алгоритм | $\frac{55}{64}$ | $\frac{49}{61}$ | $\frac{46}{57}$ | $\frac{41.8}{39.1}$ | $\frac{86.2}{87.1}$ | $\frac{0.5}{0}$ | 4.2 | 72.3 | $\frac{-15.2}{-1.2}$ | |
| Комбинированная модель - восстановительно-прогнозирующий алгоритм | $\frac{59}{71}$ | $\frac{54}{59}$ | $\frac{49}{53}$ | $\frac{40.3}{38.8}$ | $\frac{86.9}{87.9}$ | $\frac{1.2}{0}$ | 5.3 | 83.8 | $\frac{+52.2}{+58.2}$ | |
| Комбинированная модель - комбинированный алгоритм | $\frac{69}{81}$ | $\frac{62}{73}$ | $\frac{55}{71}$ | $\frac{38.4}{34.1}$ | $\frac{87.6}{88.9}$ | $\frac{2}{0}$ | 5.8 | 88.3 | $\frac{+90.2}{+115.2}$ | |

* - в числителе значения показателей без изменения объекта управления ; ** - в знаменателе значения показателей с дополнительными изменениями объекта управления.

Таким образом, совместное проектирование объекта управления и управляющей подсистемы позволяет значительно повысить эффективность проектируемых систем управления.

Литература

1. Туркенич Д.И. Управление плавкой стали в конверторе / Д.И.Туркенич. - М.: Metallurgia, 1971.- С.360.
2. Бигеев А.М. Математическое описание и расчеты сталеплавления процессов / А.М. Бигеев. - М.: Metallurgia, 1982.- 160 с.
3. Авдеев В.П. Способы расчета масс материалов конверторного производства / В.П. Авдеев, Р.С. Айзатулов, Л.П. Мышляев, М.В. Петрунин, Ю.А. Сарапулов. - М.: Metallurgia, 1994. - С. 192.
4. Авдеев В.П. Восстановительно – прогнозирующие системы управления/ В.П.Авдеев, В.Я. Карташов, Л.П. Мышляев, А.А. Ершов.–Кемерово, 1984. - С. 91.
5. Авдеев В.П. Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой/ В.П.Авдеев, Б.А.Кустов, Л.П.Мышляев. - Новокузнецк: КузбассФИАР, 1992. - 188с.

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ПРОЦЕССА*

С.М. Петрунин, Л.П. Мышляев, А.М. Петрунин

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

Эффективное управление нестационарными объектами возможно не только за счет адаптации алгоритмов, но и путем активного поддержания определенных свойств самого объекта по ходу его функционирования. В данном сообщении представим один из вариантов реализации этого положения на примере кислородно-конвертерного процесса производства стали.

Конфигурация футеровки конвертера может значительно изменяться по ходу кампании вследствие локального износа со стороны завалки, слива, асимметричного «зарастания» днища, что существенно затрудняет тепло- и массообменные процессы в конвертерной ванне, делая процесс слабо предсказуемым и соответственно плохо управляемым.

Одним из путей преодоления этого негативного явления может быть соответствующее управление конфигурацией футеровки конвертера. С этой целью предварительно были разработаны показатели, характеризующие изменчивость геометрии футеровки конвертера по ходу кампании, из которых самым информативным оказался $Q(i)$ интегральный показатель динамики отклонения внутренней конфигурации футеровки конвертера от требуемой по ходу кампании

$$Q(i) = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L Q_1(i),$$
$$Q_1(i) = \frac{1}{2H} \sum_{h=1}^{2H} \left| R_{1,h}(i) - R_{1,h}^B \right|,$$

где i – номер плавки по ходу кампании, $i = \overline{1, I}$; l – номер вертикального сечения конвертера, $l = \overline{1, L}$; h – номер горизонтального сечения конвертера, $h = \overline{1, 2H}$; $Q_1(i)$ - значение показателя в l -м сечении на i -й плавке; $R_{1,h}(i)$ - радиус футеровки конвертера в точке (l -м горизонтальном и h -м вертикальном сечении) на i -й плавке; $R_{1,h}^B$ - радиус футеровки конвертера с базовой (желаемой) поверхностью в точке на i -й плавке.

* Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042

Желаемые свойства самого объекта (кислородного - конвертера) находились экспериментально - статистическим путем для 400т конвертеров «ОАО Северсталь». Было проведено 3 кампании (по футеровке) конвертера, на которых восстановление футеровки конвертера по ходу кампании осуществлялось традиционным путем, при этом экспериментально – статистическим путем определялись рациональные режимы дутья и присадок сыпучих с изменением фракции извести, обеспечивающие минимальный износ футеровки по ходу плавки.

Установлено влияние конфигурации футеровки конвертера на основные выходные целевые воздействия, такие как содержание фосфора и серы на первой повалке конвертера, а также выход жидкой стали. При стойкости футеровки по ходу кампании от 750 до 1100 плавов, и отношении глубины жидкой ванны к ее диаметру $H/D= 0.29 - 0.31$, при специально подобранных фракциях извести и режимах ее присадки, и при новых параметрах дутьевого режима, получены максимальные коэффициенты расп-ределения фосфора Р, серы S и увеличении выхода жидкой стали на 0.89 %.

Это свидетельствует о том, что ванна конвертера, приобрела в процессе износа желаемую форму [1], для которой удалось подобрать рациональные дутьевые и режимы присадок сыпучих, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для тепло- и массопереноса.

Для поддержания желаемой конфигурации футеровки был предложен алгоритм ее поддержания по ходу кампании. Основные операции алгоритма представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Методика ухода за футеровкой конвертера

| Количество плавов с начала кампании футеровки | Операции по восстановлению футеровки | | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------|---|---|---|---------------------------|
| | Раздув шлака азотом | Факельное торкретирование | Наведение гарнисажа покачиванием конвертера | Подварка сырым доломитом | Подварка кирпичом | Полусухое торкретирование |
| 0-50 | - | - | Ежеплавочно: шлакование днища | - | - | - |
| 50-100 | - | - | Ежеплавочно: - сливная сторона; - загрузочная сторона | - | - | - |
| 100-500 | Через каждые 3-5 плавов | - | - | - | - | - |
| 500-1000 | Через каждые 1-3 плавки | - | - | Сливная сторона – 1 раз в смену (раз в 8 плавов); загрузочная сторона – 1 раз в смену | - | - |
| 1000-1500 | Через каждые 1-3 плавки | Через каждые 5-7 плавов | - | Сливная сторона – 1 раз в сутки (25-30 плавов); загрузочная сторона – 1 раз в сутки | Сливная сторона – раз в 50-100 пл.; загрузочная сторона 1 раз в 20-40 пл. | Через каждые 15-17 плавов |
| >1500 | Через каждые 1-3 плавки | Через каждые 3-7 плавов | - | Сливная сторона – 1 раз в сутки; загрузочная сторона – 1 раз в сутки | Сливная сторона – раз в 50-100 пл.; загрузочная сторона 1 раз в 20-40 пл. | Каждую смену |

Реализация операций данного алгоритма по поддержанию и восстановлению конфигурации футеровки после плавки предусматривает возможность сохранения футеровки за счет рационального ведения продувки, во время которой содержание MgO в начальных и конечных шлаках не менее 10%.

Для каждой конкретной плавки, в зависимости от ее начальных условий реализуются управляющие воздействия.

1. Выбор режимов присадок магнийсодержащих материалов на плавку с последующим назначением операций по восстановлению требуемой внутренней конфигурации футеровки по следующим правилам:

а) если $Q(i) \leq 150$ мм, то раздували шлака азотом с добавками расчетного количества магнийсодержащего материала, с последующим поворотом конвертера на 90 градусов в сторону слива и загрузки;

б) если $150 \text{ мм} \leq Q(i) \leq 180$ мм, то раздували шлак азотом, с добавками расчетного количества магнийсодержащего материала, с последующим поворотом конвертера на 90 градусов от вертикали в сторону слива и загрузки;

в) если $180 \text{ мм} \leq Q(i) \leq 200$ мм преимущественный износ футеровки со стороны слива и (или) загрузки, то наводили гарнисаж методом поворота конвертера в сторону загрузки и слива на 90 градусов с предварительной присадкой расчетного количества магнийсодержащего материала (сырого доломита);

г) если $Q(i) > 200$ мм преимущественный износ футеровки в локальной зоне, то подварку осуществляли расчетным количеством кирпича;

д) если $H(i)/D(i) > 0.31$, то симметричная присадка 2 т сырого доломита на дно после наведения гарнисажа;

е) если в готовом металле для предстоящей плавки требуется содержание $P(i+1) \leq 0.012\%$, то отсев извести фракции 6-15 мм использовался вначале и в конце продувки, а обычную фракцию 16-60 мм в период интенсивного обезуглероживания.

В остальных случаях плавки проводятся таким образом чтобы содержание MgO в начальных и конечных шлаках составляло не менее 10%.

2. Расчет магнийсодержащего материала для послеплавочного восстановления требуемой внутренней конфигурации футеровки.

Расчет магнийсодержащего материала осуществляется на основе установленной зависимости

$$\text{MgO}^{\text{изб}}(i) = \text{MgO}^{\text{б}}(i) + 0.025 \cdot [T_{\text{ст}}(i) - 1640] + 0.4 \cdot [\text{FeO}^{\text{расч}}(i) - 19] - 0.15 \cdot [\text{CaO}^{\text{расч}}(i) / \text{SiO}_2^{\text{расч}}(i) - 2.8],$$

где $\text{MgO}^{\text{изб}}(i)$ – избыточное значение MgO в шлаке, при котором стойкость шлакового покрытия возрастает в три раза, $\text{MgO}^{\text{б}}(i)$ – базовое значение MgO, которое для каждого вида гарнисажа имеет свою величину (таблица 2), $T_{\text{ст}}(i)$ – фактическое значение температуры металла перед сливом, $\text{FeO}^{\text{расч}}(i)$, $\text{CaO}^{\text{расч}}(i)$, $\text{SiO}_2^{\text{расч}}(i)$ – расчетные значения соответствующих окислов в шлаке с учетом додувок для i - той плавки.

Таблица 2 – Параметры для расчета магнийсодержащего материала

| № п/п | Вид ухода за футеровкой | $G_{\text{шл}}$, т | $\text{MgO}^{\text{б}}$, % |
|-------|---|---------------------|-----------------------------|
| 1 | Поворот конвертера на 90° от вертикали в сторону слива и загрузки без применения азота на раздув шлака | 3 | 16.8 |
| 2 | Раздув конечного шлака азотом | 4 | 14.2 |
| 3 | Шлаковая подварка с использованием боя кирпича | 9 | 18.9 |

Определение требуемой массы магнийсодержащего материала G_{Mg} для восстановления футеровки

$$G_{\text{Mg}} = \frac{[\text{MgO}^{\text{изб}}(i) - \text{MgO}^{\text{расч}}(i)] \cdot G_{\text{шл}}(i) \cdot K_d}{D_{\text{MgO}}},$$

где $MgO^{расч}(i)$ – расчетная величина MgO в шлаке с учетом додувок, $G_{шл}$ – масса оставленного для гарнисажа шлака после слива плавки, D_{MgO} – содержание MgO в используемом материале, K_d – коэффициент пропорциональности, рассчитываемый по установленной полиномиальной зависимости

$$K_d = 0.502 + 0.0482 \cdot [MgO^{расч}(i) - 8.2] - 0.0145 \cdot [FeO^{расч}(i) - 22.1] + 0.106 \cdot [CaO^{расч}(i) / SiO_2^{расч}(i) - 2.8],$$

где $FeO^{расч}(i)$, $CaO^{расч}(i)$, $SiO_2^{расч}(i)$ – расчетные значения соответствующих окислов в шлаке с учетом додувок.

3. Реализация выработанных управляющих воздействий.

Проверка эффективности разработанного алгоритма была осуществлена на двух кампаниях, в конвертерном цехе ОАО «Северсталь», за период четыре месяца. В качестве показателя эффективности использована косвенная оценка отклонений фактических значений коэффициентов распределения серы и фосфора от их расчетных (максимально достижимых) значений. Максимально достижимые коэффициенты распределения серы $L^{расч}_s$ и фосфора $L^{расч}_p$ получали согласно теории совершенных ионных растворов [2]. Они сравнивались с фактическими значениями коэффициентов (L_s, L_p), определяемыми в момент замера топографии футеровки. Уменьшение отклонения между максимально достижимыми и фактическими значениями коэффициентов $L^{расч} - L$ при увеличении последних указывает на улучшение условий удаления P, S . Результаты усредненного значения полученных коэффициентов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Усредненные значения коэффициентов распределения серы и фосфора между шлаком и жидким металлом для двух кампаний

| Усредненные значения коэффициентов | Сравнительная кампания №1 | | Опытная кампания №2 | |
|------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|------|
| | S | P | S | P |
| $L^{расч}$ | 10.0 | 77.6 | 8.7 | 81.4 |
| L | 6.2 | 67.1 | 7.0 | 74.6 |
| $L^{расч} - L$ | 3.8 | 10.4 | 1.7 | 6.8 |

Кроме того, на кампании №2 по сравнению с кампанией №1 произошло увеличение выхода жидкой стали на 0.68%.

При сравнении тесноты связи коэффициентов распределения содержания серы и фосфора в жидком металле на кампании с управлением геометрией футеровки (кампания №2) конвертера и без управления (кампания №1), были получены следующие корреляционные зависимости:

$$L_{p1} = 1.022 \cdot L^{расч}_{p1} - 18.240, R^2 = 0.620, \quad (1)$$

$$L_{s1} = 0.890 \cdot L^{расч}_{s1} - 1.540, R^2 = 0.580, \quad (2)$$

$$L_{p2} = 0.770 \cdot L^{расч}_{p2} - 24.560, R^2 = 0.730, \quad (3)$$

$$L_{s2} = 1.105 \cdot L^{расч}_{s2} - 2.560, R^2 = 0.850, \quad (4)$$

где $L_{p1}, L_{s1}, L^{расч}_{p1}, L^{расч}_{s1}$ – соответственно фактические и расчетные значения (максимально достижимые) коэффициентов распределения серы и фосфора для сравнительной кампании №1; $L_{p2}, L_{s2}, L^{расч}_{p2}, L^{расч}_{s2}$ – те же значения коэффициентов для опытной кампании №2.

Из выражений (1-4) видно, что управление геометрией футеровки конвертера позволяет увеличить тесноту связи между максимально достижимыми коэффициентами распределения серы и фосфора и их фактическими значениями, т.е. возможности по управлению процессами десульфурации и дефосфорации существенно возросли.

Таким образом, управление свойствами объекта заключающаяся в данном случае в поддержании рациональной конфигурации футеровки конвертера по ходу кампании позволило улучшить управляемость коэффициентами распределения фосфора и серы на

первой повалке конвертера, а также выходом жидкой стали по ходу кампании. Это создало хорошие предпосылки для улучшения работы алгоритмов управления конвертерной плавкой.

Литература

1. Авдеев В.П. Способы расчета масс материалов конверторного производства / В.П. Авдеев, Р.С. Айзатулов, Л.П. Мышляев, М.В. Петрунин, Ю.А. Сарпулов. – М.: Металлургия, 1994. – С. 192.

2. Меджибожский М.Я., Харлашин П.С. Основы термодинамики I кинетики сталеплавильных процесів. – Киев: Выща школа, 1993.- 327с.

ПРОГРАММНО-ФРАГМЕНТАЛЬНЫЙ СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В.И. Вережкин, Л.В. Галицкая, А.Е. Турчанинов

ОАО «ЗСМК», НФИ КемГУ, г. Новокузнецк

При оптимизации промышленных объектов, обладающих явной нелинейностью свойств, нередко ситуация перехода их в состояние приграничной устойчивости. Возвращение таких объектов в состояние обычными средствами оказывается затруднительным [1]. Из практики управления явно нелинейными циклическими объектами известны успешные приемы стабилизации их состояний [2]. Одним из таких приемов является искусственный перевод объекта в промежуточное, более устойчивое состояние, в котором достигается цель управления. Затем из промежуточного улучшенного (по устойчивости) состояния объект переводят в рабочее состояние. Обычно, оно характеризуется повышенной интенсивностью протекающих процессов. Промежуточное же состояние связано с меньшей интенсивностью процессов. Именно это обуславливает целесообразность перевода объекта из промежуточного состояния в рабочее, после достижения стабилизации состояния.

Предлагаемый способ идентификации и оптимизации состояния объекта используется, прежде всего, для объектов, обладающих свойством самоорганизации и систем управления с пониженной устойчивостью. Характерным примером таких объектов является кислородный конвертер для выплавки стали.

В данном способе практически реализуется идея Фельдбаума совмещения процессов управления и идентификации. При этом программная часть подающегося на вход объекта управления ориентирована на производственную цель. Другая часть, представляющая пробное воздействие ориентирована на идентификацию.

Перевод объекта в исследуемую организационно-технологическую ситуацию (ОТС), в общем, может производиться несколькими различными путями. Обеспечивающее этот перевод программное управление может быть весьма различным. Поскольку происходит достаточно резкий перевод из одной ОТС в другую, то недавно нанесенное программное управление все еще продолжает оставлять мощное последствие. Программное воздействие поступает по каналу управления, обеспечивающему большую реакцию на выходе объекта, чем по каналу, используемому в дальнейшем для регулирования. Поэтому проявление на выходе объекта эффекта программного управления соизмеримо с эффектом пробного воздействия. Появившийся на выходе объекта эффект программы управления накладывается на результат пробного воздействия, зашумляя и искажая его проявление.

Если не найти способ отделения реакции на пробный сигнал от реакции на программу управления, то мощные и разные остаточные реакции на программу всякий раз будут относиться к реакции объекта на пробные сигналы. При этом динамические характеристики исследуемого канала регулирования будут определяться со значительной ошибкой.

Реальным способом такого отделения является регламентация, а в данном случае – повторение программы управления в ходе всего эксперимента. Эта предпосылка в предлагаемом способе является главной. Она диктует необходимость жесткого фиксирования используемой при идентификации программы управления. Программа управления переходит в разряд постоянных условий при проведении эксперимента.

Почему, зачастую, оказывается, невозможно управлять объектом с использованием только одного управления? – Оперативное управление – тонкое и его возможностей хватает только для небольшой корректировки установленного рабочего режима функционирования объекта. Ресурса его управления оказывается недостаточно для выведения объекта из аномального состояния. А программное управление выполняет роль стратегического управления, которое может переводить объект из одного ОТС в другое.

Однако часто благоприятное состояние объекта из данного может быть достигнуто не напрямую, а через одно либо несколько промежуточных состояний. Тогда будем иметь дело с цепочкой промежуточных состояний, в которые мы последовательно переводим объект для повышения его управляемости. И уже в последнем состоянии производим его корректирующее регулирование, например, с целью стабилизации режима функционирования объекта. Далее следует возвращение к интенсивному режиму.

Для программного управления с использованием стратегических управляющих воздействий требуется описание каналов управления с использованием моделей в полных уровнях. Для корректирующего оперативного управления – модель в приращениях.

В условиях явной нелинейности объекта периодически возможен переход из одной ОТС в другую. При идентификации каналов регулирования приходится учитывать как сам переход, так и, связанную с ним, смену статистических характеристик (ошибок регулирования и прогнозирования). Здесь переход от одной ОТС к другой производится для того, чтобы создать благоприятные условия управления. И, поскольку регулирование является главным инструментом достижения высокого качества состояния объекта, то необходимо построить модель канала регулирования именно в этой ОТС. Таким образом, перевод объекта в новую ОТС в данном случае является желательным, как с точки зрения управления, так и с точки зрения идентификации.

Для нелинейных объектов на множестве повторяющихся технологических циклов проводят наблюдения для получения репрезентативной выборки данных в каждом классе выделяемых ОТС. По этим данным в каждом классе ОТС предварительно оценивают статистические ошибки прогнозирования и регулирования. На основе предварительных исследований на объекте выделяют каналы регулирования с повышенной и пониженной чувствительностью к ошибкам текущих значений выходных переменных и переменных состояния объекта. Далее каналы с повышенной чувствительностью используют для более грубого программного управления, а каналы с пониженной чувствительностью – для тонкого корректирующего регулирования текущих значений переменных. В ходе эксперимента во время очередного опыта на действующем объекте фиксируют состояния объекта с учетом текущих значений переменных состояния, как в данный момент времени, так и в предыдущих состояниях. Анализируют и прогнозируют динамику развития ОТС на объекте. Для объектов с непродолжительным циклом функционирования, у которых длительность цикла меньше времени памяти объекта анализ ведут от начала цикла. Учитывая текущую ОТС и динамику ее развития выбирают соответствующий программный фрагмент, который содержит четыре составляющие: программу перевода состояния объекта от текущей ОТС к более благоприятной; программу корректирующего управления по исследуемому каналу регулирования в благоприятной ОТС; программу «возврата» управляющих воздействий по исследуемому каналу на уровень, соответствующий рабочему режиму; программу возвращения ОТС из благоприятной на рабочую.

Далее прогнозируется вектор параметров состояния объекта. Реализуется управление объектом по выбранному программному фрагменту. Базовые уровни текущих значений переменных состояния объекта устанавливаются путем реализации на объекте программы управлений по переводу состояния объекта из текущей ОТС к более благоприятной. После перевода объекта в благоприятную ОТС, корректирующими воздействиями регулируют текущие значения переменных состояния объекта вблизи установленных базовых уровней с целью дополнительного улучшения этого состояния. В этот период времени на исходный (выбранный) программный фрагмент «накладывают» пробные воздействия. Фиксируют траектории изменения параметров состояния объекта и управлений во времени вплоть до

возвращения объекта на рабочий режим управления. Для возвращения объекта на рабочий режим реализуют программу «возврата» регулирующих воздействий по исследуемому каналу регулирования на уровень, соответствующий рабочему режиму управления; далее – на программу возвращения ОТС из благоприятной на рабочую. Далее вычисляются разности между спрогнозированными и фактически полученными временными зависимостями параметров состояния объекта и управлений. Оцениваются динамические характеристики исследуемого канала регулирования по двум этим разностям и по статистическим характеристикам ошибок регулирования и прогнозирования во временной последовательности классов ОТС.

По одному из вариантов рассматриваемого способа во время эксперимента программу управлений используют для искусственной смены ОТС на объекте с целью стабилизации процесса во вспомогательной ОТС. Это становится эффективным, если стабилизацию процесса оказывается проще проводить именно во вспомогательной ОТС.

По другому варианту способа с помощью программного управления последовательно производится многократная искусственная смена ОТС на объекте. Под действием программы управления ОТС меняется из исходной через ряд вспомогательных в конечную ОТС, придающую объекту более привлекательные, с точки зрения управляемости, свойства.

По третьему варианту способа рациональную траекторию программного управления используют для перевода объекта на время стабилизации процесса во вспомогательную ОТС с целью придания ей большей устойчивости.

Способ апробирован в условиях ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» и показал высокую эффективность при идентификации кислородно-конвертерного процесса.

Литература:

1. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов - М.: Мир ООО «Издательство АСТ», 2003. 528 с.

2. Способ идентификации действующих объектов в системах управления [Текст]: пат. 2277259, Рос. Федерации: МПК 7 G05B 13/04, G05B 23/00. Веревкин В.И., Зельцер С.Р., Галицкая Л.В., Лизогуб П.П.; заявитель и патентообладатель Кузбасская государственная педагогическая академия (КузГПА) (RU). № 2004135154/09 (038246); заяв. 01.12.04; опубли. 27.05.06, Бюл. №15. - 6с.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ*

С.К. Коровин¹, Л.П. Мышляев², А.С. Рыков³, Е.И. Львова², Л.Г. Казакова⁴

*¹МГУ, ²СибГИУ, ³МИСиС, ⁴Сибирский Сантехпроект,
г. Москва, г. Новокузнецк*

Решению проблемы идентификации объектов посвящено достаточно много теоретических работ как отечественных, так и зарубежных ученых. Однако, с точки зрения практической реализации в системах автоматизации управления, известные методы и алгоритмы идентификации требуют конкретизации и дальнейшего развития. Это вызвано несколькими причинами. Во-первых, известные [1-4] теоретические вычислительные процедуры идентификации, как правило, базируются на строгих ограничениях и жестких исходных предпосылках, выполнение которых на реально действующих объектах весьма затруднительно. Во-вторых, традиционные инженерные методы построения математических моделей, например, путем снятия и обработки кривых разгона, не отвечают в полной мере современным условиям разработки и функционирования самих промышленных объектов и жестким требованиям, предъявляемым к срокам создания и эффективности систем автоматизации управления.

*Работа поддержана РФФИ, гранты № 06-07-89042, № 07-07-00151.

Традиционная схема разработки систем автоматизации управления (рисунок 1) представляет собой последовательное выполнение этапов, начиная с проектирования и строительства объекта управления до его промышленной эксплуатации, во время которой проводят исследование объекта с нанесением испытательных воздействий, строят математические модели, по которым разрабатывают управляющую систему, после чего она проходит испытания, а математическая модель уточняется. На заключительной стадии промышленной эксплуатации осуществляют адаптацию и оптимизацию системы управления. Полностью на создание такого проекта уходило 5-7 лет, а разработанные системы имели одноцелевое производственное назначение.

Однако, ужесточение требований, предъявляемых к срокам создания и эффективности систем управления, привело к существенному изменению условий их разработки и эксплуатации (рисунок 2).

Появился целый ряд особенностей, которые необходимо учитывать при формировании подходов, методов и алгоритмов идентификации промышленных объектов. К таким особенностям относятся:

1) чрезвычайно сжатые сроки выполнения всех видов работ, включая проектирование, комплектацию и монтаж оборудования, выполнение пусконаладочных работ, опытную эксплуатацию;

2) совместное проектирование по целевым критериям объекта управления и управляющей системы;

3) многоцелевое (исследовательское, проектное, учебное, наладочное, рабочее) назначение систем управления;

4) одновременный пуск объекта и управляющей подсистемы в автоматическом режиме без участия в большинстве функций управления человека;

5) сокращение до минимума сроков вывода объекта на проектную мощность;

6) опережающая реализация к моменту выполнения пусконаладочных работ и опытной эксплуатации объекта: информационного обеспечения с целью аварийной сигнализации и мониторинга всех основных параметров и технологических узлов объекта; программно-алгоритмического обеспечения, включающего достаточно сложные алгоритмы управления с уже установленными настроечными параметрами, которые обеспечивают, если и не оптимальное, то вполне удовлетворительное функционирование объекта;

7) возможность предварительной идентификации объекта на этапе выполнения пусконаладочных работ с «холодной» (без нагрузки) и «горячей» (с нагрузкой) обкаткой технологического оборудования, когда постепенное увеличение нагрузки рассматривается как своеобразное тестовое воздействие.

Изменившиеся условия создания и эксплуатации современных систем автоматизации управления, высокие требования, предъявляемые к их эффективности и срокам создания, а также особенности современных промышленных объектов управления выдвигают в свою очередь и новые требования к идентификации. Основными из них являются следующие [5].

1. *Идентификация объектов в системах управления* – объектов, охваченных разветвленными прямыми и обратными управляющими связями. В соответствии с этим требованием предложены методы идентификации [6, 7], отличающиеся от известных совместным активно-пассивным формированием данных специальных исследовательских экспериментов с прогнозированием траекторий рабочих режимов управления, возможностью элиминирования отрицательного (с точки зрения рабочих управлений) влияния активных исследовательских воздействий, последовательной обработкой полученных данных. Это позволяет получать адекватные математические модели при уменьшении числа активных экспериментов в 5-7 раз без снижения эффективности рабочего управления.

2. *Многовариантная идентификация* для одновременного (параллельного) решения целевых задач исследования, обучения, пуско-наладки, производственного назначения, в соответствии с которой разработаны алгоритмы [8, 9], отличающиеся одновременным формированием нескольких вариантов оценок коэффициентов, обладающих разными динамическими свойствами. Такие многовариантные алгоритмы позволяют повысить

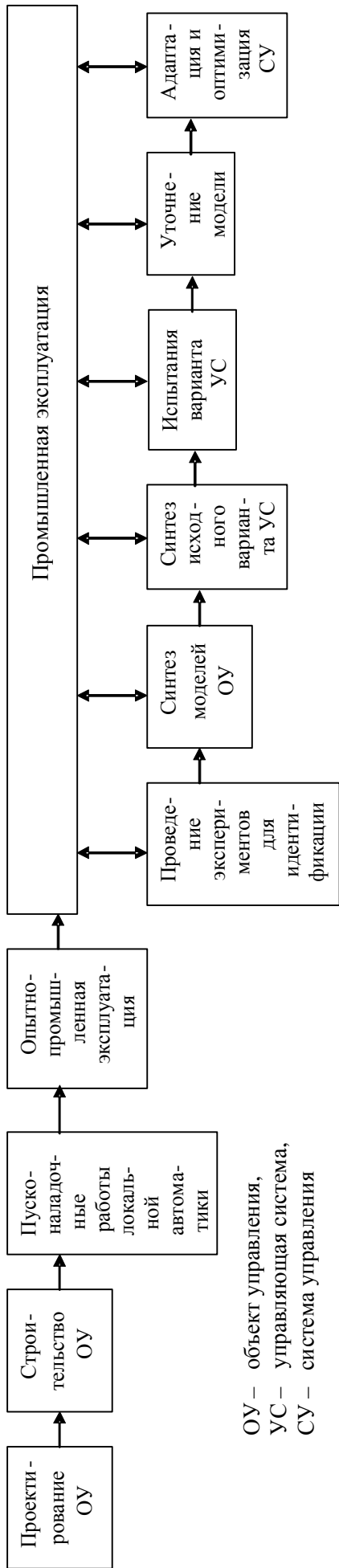


Рисунок 1 – Традиционная схема создания систем автоматизации управления (САУ)

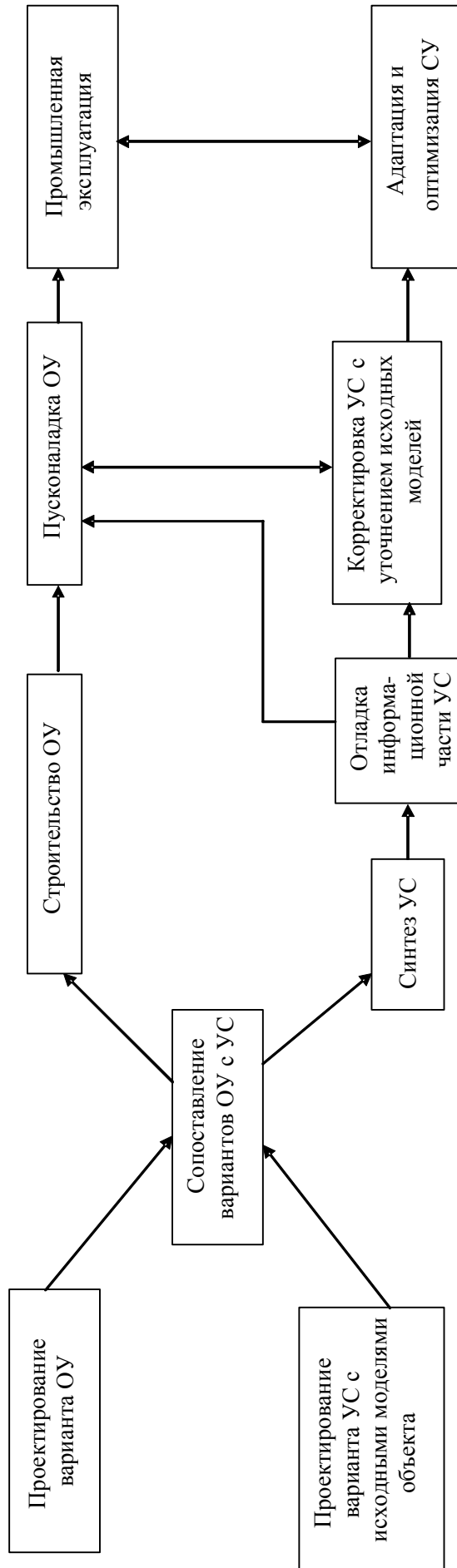


Рисунок 2 – Новая схема создания САУ

эффективность вычислений до 50%, а полученные варианты оценок коэффициентов могут быть использованы для различных целей, в частности, для кратко-, средне- и долгосрочного управления.

3. *Идентификация для целей управления*, в соответствии с которой синтезированы бинарные алгоритмы идентификации [10], позволяющие гибко учитывать изменяющиеся требования к свойствам оценок коэффициентов математической модели и повысить качество идентификации примерно в 1,5-2 раза даже при действии возмущения, соизмеримого с величиной полезного сигнала.

4. *Идентификация в процессе всего жизненного цикла объекта* – от начала испытания объекта до его утилизации. При этом наибольший интерес представляют переходные режимы функционирования объекта, дающие наиболее полезную информацию для построения или уточнения математической модели объекта. Для их обработки сформирован комплекс модернизированных вычислительных процедур динамической идентификации [11] для типовых моделей систем автоматического регулирования. Использование этих процедур дает возможность получать удовлетворительные оценки коэффициентов уже по начальному участку переходного процесса общей длительностью, не превышающей 10% от основной постоянной времени объекта и при уровне помех не выше 20% от изменения полезного сигнала.

5. *Идентификация объектов сложной структуры*. В этом русле предложены методы идентификации [12, 13] объектов с рециклом (внутренней положительной обратной связью) и объектов с распределенными в пространстве управляющими воздействиями с различным динамическим влиянием на параметры, состояние и выходные переменные объекта. Для объектов с рециклом работоспособным является метод с нанесением испытательных воздействий на весь объект и, по возможности, на цепь рецикла в сочетании с последовательной обработкой экспериментально полученных данных с использованием рекуррентных алгоритмов идентификации. Для объектов с распределенными управляющими воздействиями идентификацию следует проводить в объединении итеративно повторяющихся процедур формирования информативных исходных данных и их последовательной обработки. Это позволяет в 2-3 раза сократить число экспериментов, проводимых в соответствии с составленной матрицей планирования эксперимента и решением полученной системы уравнений.

6. *Доступность методов идентификации* для изучения, освоения и применения. В соответствии с этим требованием разработан учебно-исследовательский лабораторный комплекс [14], объединяющий натурные элементы объекта идентификации, пересчетные математические модели и рекуррентные процедуры обработки данных. Комплекс дает возможность в 2-3 раза уменьшить время на приобретение навыков, освоение методов и алгоритмов идентификации и наглядно продемонстрировать эффекты от нарушения исходных предпосылок.

Эффективность разработанных методов и алгоритмов идентификации доказана полученными результатами исследований, проведенных с использованием модельных и натуральных данных [15].

Литература

1. Райбман Н.С., Чадеев В.М. Построение моделей процессов производства. – М.: Энергия, 1975. – 376 с.
2. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации.-М.: Наука.Физматлит, 1995.-336 с.
3. Емельянов С.В. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности / С.В. Емельянов, С.К. Коровин. – М.: Наука. Физматлит, 1997. – 352с.
4. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука, 1991. – 432 с.
5. Львова Е.И. Принципы идентификации в системах управления при создании и эксплуатации промышленных комплексов / Е.И. Львова, А.А. Ивушкин, Л.П. Мышляев // Системы управления и информационные технологии. – 2006. – № 3.1(25) – С. 157 – 159.

6. Мышляев Л.П. Опыт идентификации промышленных объектов в системах управления / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, А.А. Ивушкин // Изв. вузов. Чер. металлургия. - 2005. - № 6. - С. 65 – 68.

7. Идентификация объектов в системах управления / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, С.Ф. Киселев, С.Я. Иванов // Изв. вузов. Чер. металлургия. - 2001. - № 12. - С. 32 - 35.

8. Мышляев Л.П. Многовариантная робастная идентификация: Монография / Л.П. Мышляев, А.Е. Кошелев, Е.И. Львова // Библиотека сборника «Математические и экономические модели в оперативном управлении производством». Выпуск №5. - М.: Электрика, 2000. – 136 с.

9. Многовариантные алгоритмы рекуррентной идентификации линейно-параметрических зависимостей / Б.А. Кустов, Ю.А. Сарапулов, Е.И. Львова и др. // Изв. вузов. Чер. металлургия. - 1994. - № 4. – С. 46 – 53.

10. А.с. 1305633 СССР, МКИ G05B13/02. Устройство для адаптивной идентификации объекта / В.П. Авдеев, Л.П. Мышляев, С.К. Коровин и др. - Заявл. 21.11.85; Опубл. 23.04.87, бюл. изобр. № 15.

11. Мышляев Л.П. Инженерные методы динамической идентификации объектов / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, А.Е. Кошелев // Металлургия на пороге XXI века: достижения и прогнозы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Новокузнецк: СибГИУ, 2000. - С. 200 - 202.

12. Способы идентификации объектов с рециклом и распределенными управлениями / Е.И. Львова, В.И. Лебедев, Л.П. Мышляев, А.Н. Колганов // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. - С. 114 - 119.

13. Способ идентификации распределенного объекта / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, В.И. Лебедев, А.Н. Колганов // Электронные средства и системы управления: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Томск: Изд. Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. - С. 177 - 180.

14. Программно-техническое обеспечение управляющей части учебно-исследовательского комплекса / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, С.Ф. Киселев и др. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды Всероссийской научно-практической конференции. - Новокузнецк: СибГИУ, 2001. - С. 288 - 291.

15. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Е.И. Львова и др.; Под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.

ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Т.В. Бобко, Т.В. Баскакова

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

В советские времена оценка экономической эффективности проекта АСУ входила в состав технико-экономического обоснования, и призвана была доказать, что предложенный проект покроет затраты на его осуществление и принесет прибыль. Альтернативой такого подхода в настоящее время является рассмотрение ИТ - затрат в качестве ИТ-инвестиций, а ИТ - проекта в качестве инвестиционного проекта. Отношение к ИТ - проекту как к инвестиционному проекту означает его связь с денежным потоком, элементы которого представляют собой либо чистые притоки, либо чистые оттоки денежных средств. Чаще всего анализ ведется по годам, хотя это ограничение не является обязательным.

Необходимо отметить, что по степени непосредственного влияния на основную деятельность предприятия информационные технологии можно разделить на два типа:

1. ИТ как технологии основного производства (телекоммуникационные компании, виды бизнеса связанные с информационным обслуживанием и движением информации и

т.п.). Для таких организаций ИТ - система, согласно экономической классификации, является составной частью основных производственных фондов, т.е. непосредственным фактором производственной (операционной) деятельности.

2. ИТ как средство реализации управленческой деятельности. В этом случае информационные технологии способствуют более качественному управлению организацией, удешевляют и повышают эффективность принимаемых управленческих решений и таким опосредованным способом способствуют повышению конкурентоспособности предприятия.

В настоящее время управление предприятием главным образом осуществляется через финансовую составляющую его деятельности, так называемое бюджетное управление (или бюджетирование). При этом все подразделения предприятия борются за бюджет. А автоматизация производственных и управленческих процессов на предприятии связана с вложением крупных денежных средств. Она до сих пор является затратной областью. Поэтому руководители предприятий требуют глубокого анализа эффективности инвестиций в информационные технологии.

Существующие в настоящее время методы оценки эффективности инвестиций можно отнести к двум основным группам:

- 1) финансовые методы оценки ИТ - проектов;
- 2) нефинансовые методы оценки ИТ - проектов.

В последнее время оценка любых инвестиционных проектов осуществляется на основе финансовых методов оценки. Необходимо отметить, что абсолютно все финансовые методы основаны на принципе дисконтирования, который заключается в том, чтобы привести будущие денежные потоки к настоящему времени с помощью ставки дисконтирования.

Единой методики, которая позволяла бы осуществлять прогнозную оценку эффективности проектируемой информационной системы с учетом всех ее особенностей до настоящего времени не существует. Имеются общепризнанные методологические подходы к финансово-экономической оценке инвестиционных проектов, согласно которым предусматривается сбор и обработка данных для оценки трех основных групп факторов:

- требуемые инвестиции, сумма которых должна быть разбита по срокам осуществления вложений; экономическому содержанию (капитальные вложения, оборотные средства); и направлениям их использования (оборудование, программное обеспечение, телекоммуникации, обучение персонала, тестирование системы и т.п.);
- эксплуатационные затраты на стадии функционирования ИТ - системы;
- экономические выгоды (эффекты), являющиеся следствием внедрения ИТ - проекта с указанием экономического содержания (увеличение прибыли, сокращение оборотных средств, сокращение затрат и т.д.).

Эти подходы базируются на «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов» [1], которые, в свою очередь, основаны на методологии широко применяемой в современной международной практике

Очевидно, что область возможного использования ИТ - проектов очень широка. Но главная отличительная особенность состоит в том, что сами по себе информационные технологии материальной продукции не производят. Они являются вспомогательным средством, используются в процессе ее создания и влияют на формирование конечных финансово – экономических результатов.

В классическом виде эффективность (Е) инвестиционного проекта выражается отношением результата (Р) к затратам необходимым для его достижения (З), [2]:

$$E = \frac{P}{Z} \quad (1)$$

Разность между результатом и затратами является показателем эффекта (Э):

$$\Delta = P - Z. \quad (2)$$

Различают абсолютный и сравнительный эффект, абсолютную и сравнительную эффективность. Формулы (1) и (2) соответственно выражают собой абсолютные показатели. За основу их расчета принимаются полные затраты и получаемые результаты. А показатели сравнительной эффективности (E_c) и сравнительного эффекта (\mathcal{E}_c) определяются исходя из дополнительных затрат и дополнительно получаемых результатов по сравниваемым вариантам.

Оценка предстоящих затрат и результатов при определении эффективности проекта осуществляется в пределах расчетного периода, продолжительность которого (горизонт расчета) принимается с учетом продолжительности создания, эксплуатации, а при необходимости и ликвидации объекта.

Несомненно, что развитие ИТ в коммерческой организации должно быть направлено на улучшение бизнеса, извлечение коммерческой выгоды, а задачей повышения эффективности вложений денежных средств в информационные технологии является минимизация стоимости эксплуатации информационной системы при заданных ее функциональных возможностях.

Стоимость владения информационной системой складывается из полного перечня затрат, связанных с приобретением, внедрением и использованием такой системы.

Разные методики предполагают и различную классификацию этих затрат. Например, прямые и косвенные; явные и неявные, единовременные и текущие. Однако чаще всего затраты подразделяются на первоначальные, текущие и ликвидационные, которые осуществляются соответственно на стадии создания, функционирования и ликвидации автоматизированной системы управления (АСУ).

Выбор объекта затрат тоже разнообразен. В различных ситуациях, в качестве объекта может выступать: информационная система; рабочее место; ИТ - услуга.

Разные уровни производственного менеджмента ждут разной экономической отдачи от ИТ-проектов. Например, для уровня высшего менеджмента организации это могут быть следующие виды отдачи: минимизация упущенного дохода или формирование новых источников дохода; снижение текущих производственных (эксплуатационных) затрат; снижение текущих административно-управленческих затрат; минимизация налоговых и других обязательных выплат; снижение потребности в капитальных затратах; увеличение оборачиваемости текущих активов. Для уровня функциональных подразделений: ускорение развития бизнеса компании; повышение качества продукции; повышение качества принимаемых решений; повышение производительности труда.

Финансовые (количественные) методы оценки экономической эффективности инвестиций включают расчет таких показателей как: чистый дисконтированный доход (ЧДД); индекс доходности (ИД); внутренняя норма доходности (ВНД); срок окупаемости проекта (Ток).

ЧДД определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу. Если в течение анализируемого периода не происходит инфляционного изменения цен, то оценка ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3)$$

где P_t - результаты, достигаемые на шаге расчета t ; Z_t - соответствующие затраты; T - горизонт расчета; $\mathcal{E}_t = (P_t - Z_t)$ - эффект, достигаемый на t -ом шаге расчета; E - коэффициент дисконтирования (норма дисконта).

Если ЧДД инвестиционного проекта положителен, то проект является эффективным при данной норме дисконта.

На практике часто используют модифицированную формулу для определения ЧДД, в которой из состава затрат Z_t исключают капитальные вложения.

Этот показатель имеет пару существенных недостатков: 1) в формуле ЧДД не учитываются риски. Поэтому после положительного ЧДД обязательно должна следовать стадия анализа рисков ИТ-проекта. Соответственно, только сопоставляя оценку рисков можно принимать решение об отклонении или запуске проекта; 2) ЧДД хорошо подходит для обоснования принятия решения по одному проекту, но для обоснования выбора из двух или трех проектов подходит плохо, так как требуется приведение проектов к общему бюджету, чтобы была возможность эти бюджеты сравнить.

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к объему капитальных вложений и определяется по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^T (P_t - I_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (4)$$

где K – сумма дисконтированных капиталовложений или дисконтированная стоимость инвестиций (ДСИ), $I_t = Z_t - K$.

Индекс доходности (ИД) органически связан с чистым дисконтированным доходом (ЧДД). Если ЧДД положителен, то $\text{ИД} > 1$ и наоборот. Если $\text{ИД} > 1$, то инвестиции эффективны. Если же $\text{ИД} < 1$ – то неэффективны. У индекса доходности есть одно ограничение: он показывает уровень эффективности при принятой норме дисконта.

Показатель внутренней нормы доходности (ВНД) лишен ограничений и представляет собой норму дисконта ($E_{\text{ВН}}$), при которой сумма приведенных эффектов равна капитальным вложениям. Это условие выражается следующей формулой:

$$\sum_{t=1}^T (P_t - B_t) \frac{1}{(1+E_{\text{ВН}})^t} = \sum_{t=1}^T \frac{K}{(1+E_{\text{ВН}})^t}. \quad (5)$$

Если расчет ЧДД инвестиций отвечает на вопрос, является ли проект эффективным или нет при заданной норме дисконта E , то ВНД определяется в процессе расчета и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемые инвестиции. ВНД – это абсолютный показатель, который позволяет сравнивать проекты с разным уровнем финансирования и с разными бюджетами.

В случае если ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, то инвестиции в данный инвестиционный проект оправданы. Если сравнение альтернативных инвестиционных проектов или вариантов проекта по ЧДД и ВНД приводят к противоречивым результатам, то предпочтение следует отдавать ЧДД. ВНД возникает тогда, когда стоимость капитала ЧДД = 0, или же наличная стоимость притока денежных средств равна наличной стоимости оттока.

Срок окупаемости – это период, измеряемый в месяцах, кварталах или годах, начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с проектом, перекрываются суммарными результатами от реализации этого проекта.

Результаты и затраты, связанные с реализацией проекта, можно определять с дисконтированием или без дисконтирования. Соответственно получаются два разных срока окупаемости. Рекомендуется, конечно, определять срок окупаемости с учетом дисконтирования. Это тот период, в пределах которого чистый доход равен нулю. За этот период возвращаются расходы на инвестирование объекта, включая проценты.

Но у срока окупаемости как у меры эффективности тоже есть один недостаток – он не учитывает весь период функционирования инвестиций. Следовательно, на него не влияет та отдача, которая лежит за пределами срока окупаемости. Поэтому, в настоящее время принято считать, что срок окупаемости не должен служить критерием выбора, а должен использоваться в виде ограничения при принятии решения. И если срок окупаемости

инвестиции больше принятого ограничения по Ток, то проект исключается из списка приемлемых инвестиционных проектов.

Оценка экономической эффективности решения локальных управленческих задач должна производиться с тех же методологических позиций, что и оценка экономической эффективности внедрения АСУ в целом. Следовательно, для их оценки могут использоваться следующие показатели:

- 1) годовая экономия;
- 2) годовой экономический эффект;
- 3) расчетный коэффициент эффективности капитальных и приравненных к ним вложений.

Здесь главной задачей является выявление источников образования экономического эффекта и определение методики расчета получаемого эффекта от каждого источника.

Что же касается оценки экономической эффективности расчетных задач, то в этом случае необходимо сопоставлять затраты на решение каждой локальной задачи при традиционном методе ее решения с затратами, связанными с ее автоматизацией и эксплуатацией соответствующей подсистемы АСУ.

Очевидно, что реализация не всех ИТ-проектов несет экономические выгоды (эффекты), образующие денежные потоки, которые в дальнейшем можно оценить. Чаще всего, рационализируя управленческие бизнес-процессы, ИТ-проекты позволяют получать качественные улучшения, такие как, например, сокращение дублирующих функций, повышение оперативности, ликвидация излишних бизнес-операций, ускорение оперативности расчетов, сокращение сроков формирования отчетных документов, увеличение возможностей по оптимизации решений за счет многовариантных расчетов и т.п. Но, например, скорость формирования отчета по дебиторам, напрямую связать с увеличением прибыли нельзя. То есть прямого соответствия между качественными улучшениями и финансовыми выгодами за счет информатизации проводить нельзя. В связи с этим возникает еще одна сложность – осуществление перехода от улучшения качественных характеристик к улучшению количественных показателей на основе достоверной информации, да еще и с учетом фактора времени.

Также не все ИТ-проекты могут иметь целью улучшение финансовых показателей. Например, в муниципальных структурах, таких как медицинские учреждения и им подобных, внедрение информационных систем может предполагать достижение целей, не представляемых в денежном выражении. Стратегические цели предприятия также могут ориентироваться и на получение определенных социально-экономических результатов: например, завоевание позиций лидера в своем рыночном сегменте, усиление противодействия конкурентным силам рынка, повышение качества сервиса и т.п. Поэтому и процедура обоснования экономической эффективности подобных информационных проектов и принятия решения по их внедрению должна быть принципиально иной.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что оценка эффективности ИТ-проектов должна включать следующие действия:

- 1) выявление определяющих факторов;
- 2) формирование показателей для количественной оценки каждого фактора;
- 3) оценивание эффектов от влияния факторов;
- 4) принятия решения об эффективности проекта.

В заключение необходимо отметить, что каждый ИТ-проект исключительно индивидуален. Это объясняется спецификой внешней и внутренней среды предприятия и многообразием постановок и методов решения задач оценки эффективности.

Литература

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция)/ М-во экон. РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил. Политике; рук. авт. колл.: Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. – М.: ОАО «НПО», изд-во «Экономика», 2000.
2. Парамонов Ф.И. Теоретические основы производственного менеджмента/Ф.И. Парамонов, Ю.М. Солдак. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – С. 226-248.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ПЕРСОНАЛА

Н.Ф. Бондарь, Е.В. Петров, О.М. Левкина

СибГИУ, ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

Проблема эффективного управления человеческими ресурсами организации становится сегодня все более насущной, особенно в части управления развитием профессиональных компетенций работников.

Согласно [1] компетентность специалиста это совокупность знаний, умений и навыков, определяемая заданной ситуацией и местом работы. Более конкретное определение можно найти в работе [2], авторы которой считают, что «компетенция – это единство знаний, умений, навыков и отношений в процессе профессиональной деятельности, определяемых требованиями должности, конкретной ситуации и бизнес-целями организации». В профессиональной психодиагностике «компетенция» – это область деятельности, в которой индивид должен проявить определенные знания, умения, поведенческие навыки, гибкие способности и профессионально важные качества личности, это область ответственности и определенная область полномочий [3]. Комплексное понимание компетенции включает множество её составляющих, а также мотивацию и целевые установки. К основным элементам компетентности [1] относятся: общие знания, профессиональные знания, профессиональные навыки, управленческие навыки.

Проведенный обзор послужил основанием считать, что результатом процесса целенаправленной профессиональной подготовки будущего специалиста являются следующие профессиональные компетенции:

- *профессионально-личностная* – способность учиться на примере успешной практики; способность к коррекции собственной деятельности, к рефлексии своего профессионального поведения; способность брать на себя ответственность, организовывать себя, проявлять выдержку, толерантность, уверенность в своих действиях в затруднительных и конфликтных ситуациях, перестраивать свою деятельность в случае непредвиденных обстоятельств; соблюдение норм, предписанных законодательными и нормативными актами;

- *коммуникативно-организаторская* – способность работать в команде, участвовать в принятии решений, взаимодействовать с основными субъектами производственного процесса; способность умело распоряжаться своим временем, помещением, оборудованием и ресурсами; способность регулировать конфликтные ситуации;

- *социально-правовая компетенция* – способность к анализу ситуации на рынке труда, определение на ее основе эффективности собственной профессиональной деятельности; соблюдение норм общественного поведения, инструкций, правил в рамках действующих трудовых соглашений;

- *информационно-технологическая* – способность к активному использованию информационных технологий в своей работе; самостоятельному подбору необходимой для профессиональной деятельности информации и применение ее на практике;

- *учебно-профессиональная* – способность к самостоятельному выполнению конкретных видов учебной деятельности, решению типовых профессиональных задач, оценке результатов своего труда; способность самостоятельно приобретать новые знания и умения по специальности.

Для управления компетенциями персонала во время обучения в училище, колледже, отбора персонала на вакантные места, выполнения должностных обязанностей на рабочих местах предлагается система управления компетенциями (рисунок 1). Целью такой системы является формирование и развитие компетенций рабочих, специалистов, руководителей способных обеспечить выпуск продукции такого качества, которая своими свойствами максимально отвечает требованиям потребителей и позволяет предприятию удерживать и расширять своё присутствие на рынке выпускаемой продукции. Соответственно этому стратегическая цель системы управления компетенциями состоит в реализации глобальной

цели предприятия (организации) на основе эффективного использования профессиональных компетенций рабочих.

Система контролирует имеющиеся и приобретаемые компетенции на всех этапах трудовой жизни рабочего, специалиста (на предприятии): найм, профориентация и адаптация, развитие, ротация, профессиональное совершенство, выбытие. Основные функции системы управления компетенциями (прогнозирование, планирование, организация, координация, регулирование, нормирование, учёт, контроль, анализ, мотивация) практически все реализуются в контурах управления конкретными подпроцессами – составляющими крупномасштабного бизнес-процесса «управление компетенциями рабочих».

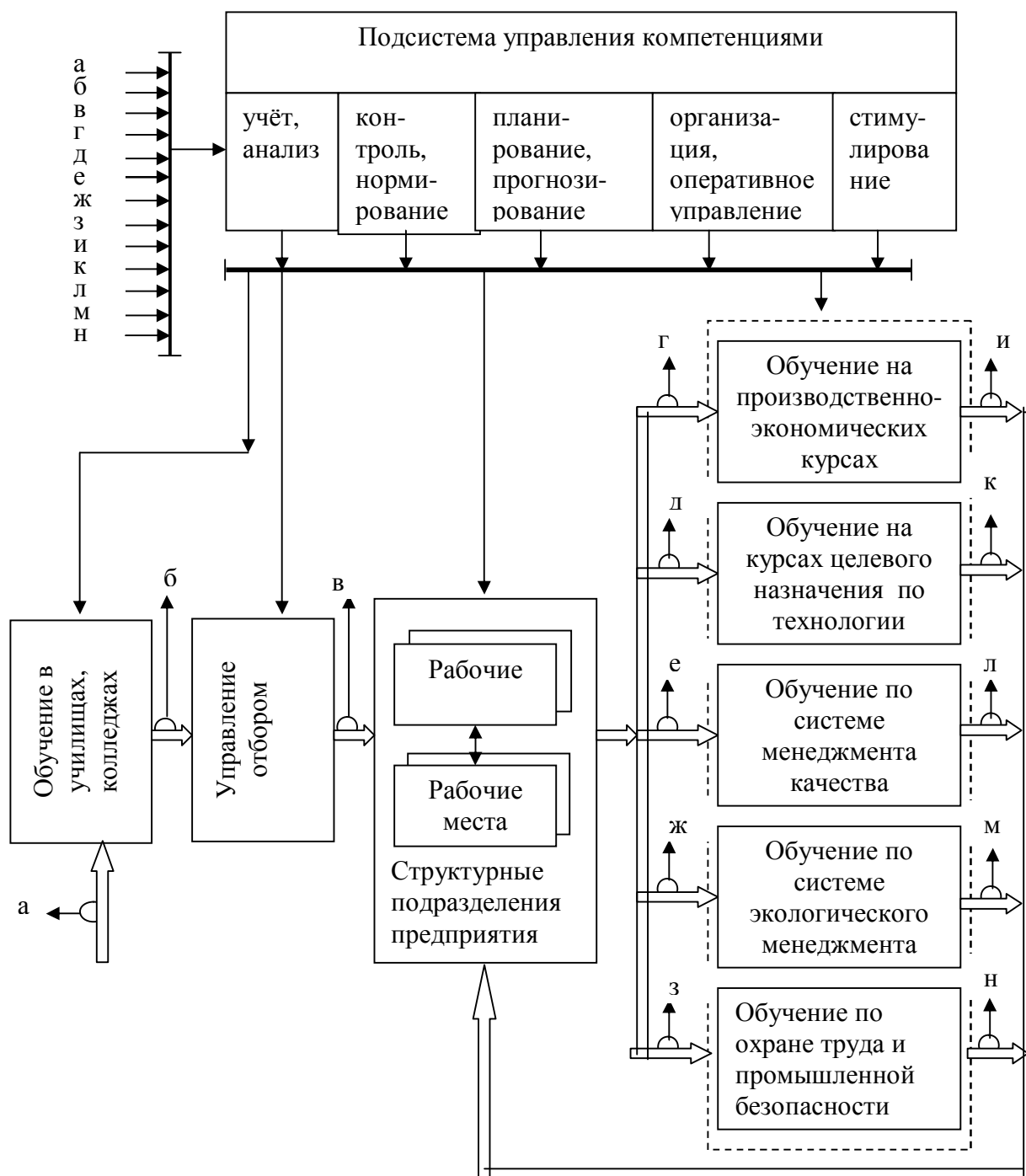


Рисунок 1 – Схема системы управления компетенциями рабочих

⇨ - кадровые потоки

Л. Львов [4] выделяет три уровня профессиональных компетенций: ключевые, базовые и специальные. *Ключевые компетенции* – общие для всех профессий и

специальностей. Они приобретаются в процессе обучения при активном участии личности в учебном процессе. К ним можно отнести, например, способности определения целей, действий и ресурсов для их достижения, классификации, систематизации, абстрагирования, прогнозирования, конкретизации, привлечения ресурсов других людей для достижения целей, хранения и представления полученной информации, её передачи. *Базовые компетенции* – это те, которые необходимы для осуществления основных видов профессиональной деятельности специалиста, они жестко привязаны к группе профессий. *Специальные компетенции* отличаются тем, что они требуются для осуществления конкретного вида профессиональной деятельности специалиста, т.е. жестко привязаны к определенному виду деятельности.

Исходя из данной классификации компетенций, а также условий профессиональной деятельности, авторами разработаны перечни компетенций рабочих, типовая структура которых показана в таблице 1 на примере одной профессии – вальцовщик прокатных станов металлургического предприятия. Данный перечень включает компетенции, осваиваемые в процессе обучения в профессиональных образовательных учреждениях, и компетенции, приобретаемые на рабочих местах.

Степень освоения компетенций оценивается в баллах. При этом *ключевые компетенции* оцениваются с помощью психологического тестирования, собеседования, проведения деловых игр; *базовые и специальные компетенции* – экспертами, в качестве которых могут быть руководители, высококвалифицированные специалисты. Сумма баллов по компетенциям каждого уровня, а также по всем компетенциям позволяет судить о соответствии конкретного выпускника высшего профессионального заведения перечню компетенций для определенной профессии и должности (а также разряда).

Подбор и отбор персонала для конкретных рабочих мест производится на основе нормативной модели рабочего места, модели единых корпоративных требований должности, медицинского обследования кандидатов, их психологической и комплексной оценки компетенций.

Правило отбора кандидатов на должность по комплексной оценке компетенций выглядит следующим образом:

$$V_N \Leftrightarrow \begin{cases} D_A, P=5, \text{если } K_{1\min}^5 \leq K_N \leq K_{1\max}^5, K_{2\min}^5 \leq K_N \leq K_{2\max}^5, K_{3\min}^5 \leq K_N \leq K_{3\max}^5, K_{4\min}^5 \leq K_N \leq K_{4\max}^5; \\ D_A, P=6, \text{если } K_{1\min}^6 \leq K_N \leq K_{1\max}^6, K_{2\min}^6 \leq K_N \leq K_{2\max}^6, K_{3\min}^6 \leq K_N \leq K_{3\max}^6, K_{4\min}^6 \leq K_N \leq K_{4\max}^6; \\ D_A, P=7, \text{если } K_{1\min}^7 \leq K_N \leq K_{1\max}^7, K_{2\min}^7 \leq K_N \leq K_{2\max}^7, K_{3\min}^7 \leq K_N \leq K_{3\max}^7, K_{4\min}^7 \leq K_N \leq K_{4\max}^7; \\ D_M, \text{если } K_{1\min}^M \leq K_N \leq K_{1\max}^M, K_{2\min}^M \leq K_N \leq K_{2\max}^M, K_{3\min}^M \leq K_N \leq K_{3\max}^M, K_{4\min}^M \leq K_N \leq K_{4\max}^M; \\ D_R, \text{если } K_{1\min}^R \leq K_N \leq K_{1\max}^R, K_{2\min}^R \leq K_N \leq K_{2\max}^R, K_{3\min}^R \leq K_N \leq K_{3\max}^R, K_{4\min}^R \leq K_N \leq K_{4\max}^R, \end{cases}$$

где V_N – N-ый выпускник, являющийся кандидатом на должность D; P – разряд; D_A, D_M, D_R – должности А (например вальцовщик), М (мастер), R (руководитель); K_N – комплексная оценка компетенций для N-ого выпускника; $K_{1\min}, K_{1\max}, \dots, K_{4\min}, K_{4\max}$ – минимальные и максимальные значения суммарных компетенций по группам (1- ключевые, 2- базовые, 3 – специальные, 4 – прочие, например, стаж работы, образование).

Таким образом, можно выделить такие основные составляющие компетенций, как профессиональные знания и практические умения; выполнение требований охраны труда и промышленной безопасности; качество выполняемых работ; поведенческие навыки и профессионально важные качества личности (дисциплинированность; инициативность; ответственность, техническое мышление и др.).

Структура предлагаемой модели компетенций имеет следующий вид:

$$\{З, У, Н, ПВК, С, О, П\} \Leftrightarrow K,$$

где З – знания, У – умения, Н – навыки, ПВК – профессионально важные качества личности, С – способность действовать самостоятельно, О – способность действовать ответственно, П – поведенческие навыки, K – компетенции.

Для оценки компетенций выбрана трехбалльная оценочная шкала. Балл 3 (соответствует оценке «отлично») ставится при высокой степени освоения компетенций (знаний, умений, навыков и т.п.) для данной деятельности. Балл 2 (оценка «хорошо») соответствует достаточно высокому развитию умений и навыков, связанных с данным качеством выполняемой деятельности. Балл 1 (оценка «удовлетворительно») свидетельствует об удовлетворительных для деятельности умениях, навыках, знаниях, качествах личности. Итоговая максимальная сумма может быть набрать 109 баллов для вальцовщика 5 разряда.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции вальцовщиков и мастера прокатных станов

| № п/п | Профессиональные компетенции | Профессия на производстве | | | Мастер |
|-------|--|-----------------------------------|----------|----------|--------|
| | | Вальцовщик стана горячей прокатки | | | |
| | | 5 разряд | 6 разряд | 7 разряд | |
| 1 | Ключевые | | | | |
| 1.1 | Интеллект | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1.2 | Память | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1.3 | Скорость зрительно-моторной реакции | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1.4 | Стрессоустойчивость | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 1.5 | Дисциплинированность | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1.6 | Исполнительность | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1.7 | Способность к инновациям | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 1.8 | Организаторские способности | 0 | 2 | 3 | 3 |
| 1.9 | Лидерство | 0 | 2 | 3 | 3 |
| 1.10 | Инициативность | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 1.11 | Степень ответственности за работу подчиненного персонала | | | | 3 |
| 1.12 | Степень самостоятельности при выполнении должностных обязанностей | | | | 3 |
| 1.13 | Ответственность за жизнь и здоровье подчиненного персонала | | | | 3 |
| | <i>Сумма баллов</i> | 19 | 25 | 30 | 42 |
| 2 | Базовые | | | | |
| 2.1 | Физические данные (сила, выносливость) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.2 | Знание основ технической механики и деталей машин | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.3 | Знание основ чтения схем и чертежей | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.4 | Знание основ металловедения | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.5 | Знание основ гражданской обороны | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.6 | Знание основ экономики предприятия и трудового законодательства | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.7 | Способность правильно организовывать и содержать рабочее место | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.8 | Выполнение требований производственной инструкции и правил внутреннего распорядка | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.9 | Применение целесообразных и производительных способов работы и современных методов организации труда | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.10 | Умение экономно расходовать металл и электроэнергию | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.11 | Выполнение требований системы правил охраны труда и промышленной безопасности, порядок ликвидации аварий | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.12 | Выполнение требований системы менеджмента качества | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2.13 | Выполнение требований системы экологического менеджмента, порядок ликвидации аварий | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | <i>Сумма баллов</i> | 39 | 39 | 39 | 39 |
| 3 | Специальные | | | | |
| 3.1 | Знание режимов обжатий для сталей разных марок | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.2 | Знание схем деформации металла при прокатке | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.3 | Знание сил, действующих при захвате металла валками | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.4 | Знание калибровки валков | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.5 | Знание коэффициентов вытяжки и норм расхода металла по | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | |
|------|--|------------|------------------------|------------|--------------|
| | маркам стали | | | | |
| 3.6 | Знание видов и причин пороков металла при прокатке | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.7 | Знание слесарного дела | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.8 | Знание и умение вести технологический процесс прокатки горячего металла различных марок стали, профилей и сечений на черновой группе клетей | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.9 | Знание устройства, принципа работы и правил технической эксплуатации клетей обслуживаемого стана и вспомогательного оборудования | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.10 | Умение наблюдать за входом и выходом раската из валков | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.11 | Умение вести наблюдение за температурой металла | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.12 | Умение отбирать пробы | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.13 | Умение устанавливать и настраивать валковую арматуру на обслуживаемой клетке при переходе с одного калибра на другой | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.14 | Умение выполнять разборку и сборку клетей, перевалку и настройку валков, замену вышедшей из строя арматуры и подшипников | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.15 | Умение устанавливать проводки и пропуска | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.16 | Умение вести наблюдение за охлаждением валков и смазкой шеек | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.17 | Умение выявлять и устранять неисправность в работе обслуживаемого оборудования | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3.18 | Знать и уметь вести технологический процесс прокатки горячего металла различных марок стали, профилей и сечений на чистовой группе клетей | 0 | 3 | 3 | 3 |
| 3.19 | Умение руководить разборкой и сборкой клетей, перевалкой клетей и наладкой валков, заменой вышедшей из строя арматуры и подшипников, установкой проводок и пропусков | 0 | 3 | 3 | 3 |
| 3.20 | Умение наблюдать за работой оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры стана, обеспечивать сохранность и бесперебойность их работы | 0 | 3 | 3 | 3 |
| 3.21 | Знание теории прокатки металла и калибровки валков | 0 | 3 | 3 | 3 |
| 3.22 | Знание характеристики двигателей прокатных станов | 0 | 3 | 3 | 3 |
| 3.23 | Знание конструктивных особенностей станов горячей прокатки всех типов | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 3.24 | Умение руководить бригадой вальцовщиков | 0 | 0 | 3 | 3 |
| | <i>Сумма баллов</i> | 51 | 66 | 72 | 72 |
| | Общая сумма | 109 | 130 | 141 | 153 |
| 4. | Прочие | | | | |
| 4.1 | Минимальный стаж работы | - | ≥ 0,5 года | ≥ 1 год а | ≥ 3 года |
| 4.2 | Образование | | Среднее (полное) общее | | Высшее проф. |

Для перевода вальцовщика с 5 разряда на 6 –ой комплексная оценка компетенций должна составлять не менее 130 баллов при стаже не менее 0,5 года. 7 разряд присваивается, если сумма баллов будет не менее 141, а стаж не менее 1 года. Мастер должен обладать дополнительными ключевыми компетенциями, стажем работы и суммарной балльной оценкой -153. В случае, если выпускник получил недостаточное количество баллов или на комбинате отсутствуют вакантные рабочие места по данной специальности, предлагается трудоустройство по другой профессии и предприятие берет на себя дополнительные затраты на обучение, освоение компетенций в учебно-производственном центре комбината.

Для выпускников профессиональных училищ разработана трехуровневая шкала оценки профессиональных компетенций (см. табл. 2). Экспертная методика оценивания по этой шкале применяется во время прохождения практики учащимися для дальнейшего их отбора на рабочие места. В качестве экспертов выступают наставники, высококвалифицированные специалисты предприятия. Кроме этого оценивание личностных

качеств и поведенческих навыков осуществляется психологами с помощью тестирования и наблюдений при проведении деловых игр.

Таблица 2 - Шкала оценки профессионально важных качеств выпускников

| Профессионально-важные качества | Критерии оценки (Количество баллов) | | |
|---------------------------------|---|--|---|
| | Отличный уровень знаний и умений, способен выполнить самостоятельно любое задание (3 балла) | Средний уровень знаний и умений, способен выполнить задание (2 балла) | Низкий уровень знаний, способен выполнить задание под контролем (1 балл) |
| Выполнение требований ОТиПБ | Не имеет замечаний (3 балла) | Незначительные замечания (2 балла) | Имеет замечания (1 балл) |
| Качество выполняемых работ | Не имеет замечаний по качеству (3 балла) | Незначительные замечания по качеству (2 балла) | Имеет замечания (1 балл) |
| Дисциплинированность | Дисциплинирован (3 балла) | Нужен незначительный контроль (2 балла) | Нужен постоянный контроль (1 балл) |
| Инициативность | Инициативный (3 балла) | Ситуативная инициативность (2 балла) | Безынициативный (1 балл) |
| Ответственность | Самостоятельно выполняет порученное дело (3 балла) | Нужен незначительный контроль (2 балла) | Нужен постоянный контроль (1 балл) |
| Развитие технического мышления | Самостоятельно читает чертежи, разбирает схемы и решает физико-технические задачи (3 балла) | Читает чертежи, разбирает схемы и решает физико-технические задачи с незначительными замечаниями (2 балла) | Читает чертежи, разбирает схемы и решает физико-технические задачи под контролем (1 балл) |

Данная методика нашла применение при разработке структуры системы управления компетенциями рабочих и специалистов металлургического комбината.

Литература

- 1.Одегов Ю.Г. Управление персоналом в структурно-логических схемах: Учебник.- М.: Академический Проект, 2005.- 1088 с.
2. Бобиенко О.М. Теоретические подходы к проблеме ключевых компетенций//Вестник ТИСБИ. 2003. //www.tisbi.ru/science/vestnik/2003/ issue2/cult3.php.
3. Читаева О.Б. и др. Разработка второго поколения стандартов начального профессионального образования в условиях социального партнерства. - М.: Издательский центр НОУ ИСОМ, 2003. – 64 с.
4. Львов Л. Компетентность кадров: в чем ее сущность и как она приобретается? // Служба кадров и персонал. 2004. № 11. С. 69-71.

О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА

В.М. Брагин, И.К. Бауэр
СибГИУ, г. Новокузнецк

Задачи принятия управленческих решений, выбора технических и программных средств являются важным направлением развития научно-прикладной и производственной деятельности. Такие задачи адекватно решаются в рамках теории многокритериального выбора (МКВ), на базе которой авторами создана оригинальная автоматизированная технология многокритериального выбора. Программную основу технологии составили современные методы и подходы, такие как тестирование программ, создание пользовательских интерфейсов на основе паттерных решений MVC (Model-View-Controller) и MVP (Model-View-Presenter), объектно-реляционное программирование, интеллектуальные системы.

На основе этой технологии разработан вариант автоматизированной системы многокритериального выбора на основе программной платформы Java 2 Platform Enterprise Edition с инструментарием JDK 1.5. Общий программный каркас системы определён в результате предварительного архитектурно-центрированного и направляемого вариантами использования проектирования по методике Г. Буча (рисунок 1). Детали реализации всех подсистем были определены в процессе написания программного кода на основе эволюционного и экстремального программирования (XP). Процесс реализации системы сопровождался модульным тестированием с использованием библиотек JUnit 3.8.1 и JUnit 4.0 и рефакторингом исходных текстов программ для улучшения их удобочитаемости и понятности.

Пользовательский графический интерфейс ориентирован на диалоговый режим работы имеет визуально хорошо воспринимаемый вид и элементы управления, соответствующие решаемым задачам. Достигается это за счёт разделения интерфейса на множество графических представлений на базе диалоговых окон и отчётов о результатах решений. Логика работы пользовательского интерфейса согласно объектно-ориентированному решению MVP была программно выделена в отдельную систему классов и протестирована без графики. Из-за большой сложности тестирования графического интерфейса была протестирована только некоторая его часть с помощью библиотеки jfcunit. Реализация и тестирование интерфейсов пользователя осуществлялись с расчётом на то, что никакие действия лица, принимающего решения (ЛПР), не должны приводить к аварийному (грубому) завершению программы, а некорректные действия должны отклоняться и предлагаться возможные пути их исправления.

Разработанное программное обеспечение предусматривает работу с достаточно сложными структурами данных. При этом пользователь имеет удобное управление ведением баз данных. Практически вся логика системы сосредоточена не в хранимых процедурах и триггерах баз данных, находящихся в целевой СУБД или в Java-классах системы, а в объектных моделях пользовательских интерфейсов и в доменной модели. Для осуществления наиболее эффективного и надёжного связывания объектно-ориентированной структуры разработанной системы и реляционной базы данных используются объектно-реляционные технологии EJB, Hibernate и JBoss.

Архитектура **Enterprise JavaBeans** (EJB) входит в J2EE и предназначена для создания объектно-ориентированных бизнес приложений с использованием языка программирования Java. Эта технология поддерживает развёртывание, использование и развитие Web, позволяет более эффективно создавать бизнес системы за счёт того, что разработчики не должны вдаваться в технические детали управления низкого уровня, в частности протоколы связи или другие сложные программные интерфейсы. Приложения EJB являются максимально повторно используемыми. Другими словами, каждая часть бизнес-логики реализуется только один раз, и везде, где требуется реализация этой части, программный код

не пишется вновь, а используется уже написанный. Компонент, реализующий часть бизнес-логики предприятия, создаётся один раз и при смене программных платформ продолжает использоваться без перекомпиляции. Более того, EJB ориентирована на создание, развёртывание и эксплуатацию автоматизированных бизнес-систем в течение всего их жизненного цикла. Используя Enterprise JavaBeans, разработчики могут создавать компоненты, создаваемые с помощью разных инструментальных средств, работающие и взаимодействующие друг с другом в одной бизнес-системе. Enterprise JavaBeans совместима с CORBA протоколами и останется совместимой с программными интерфейсами языка Java последующих версий.

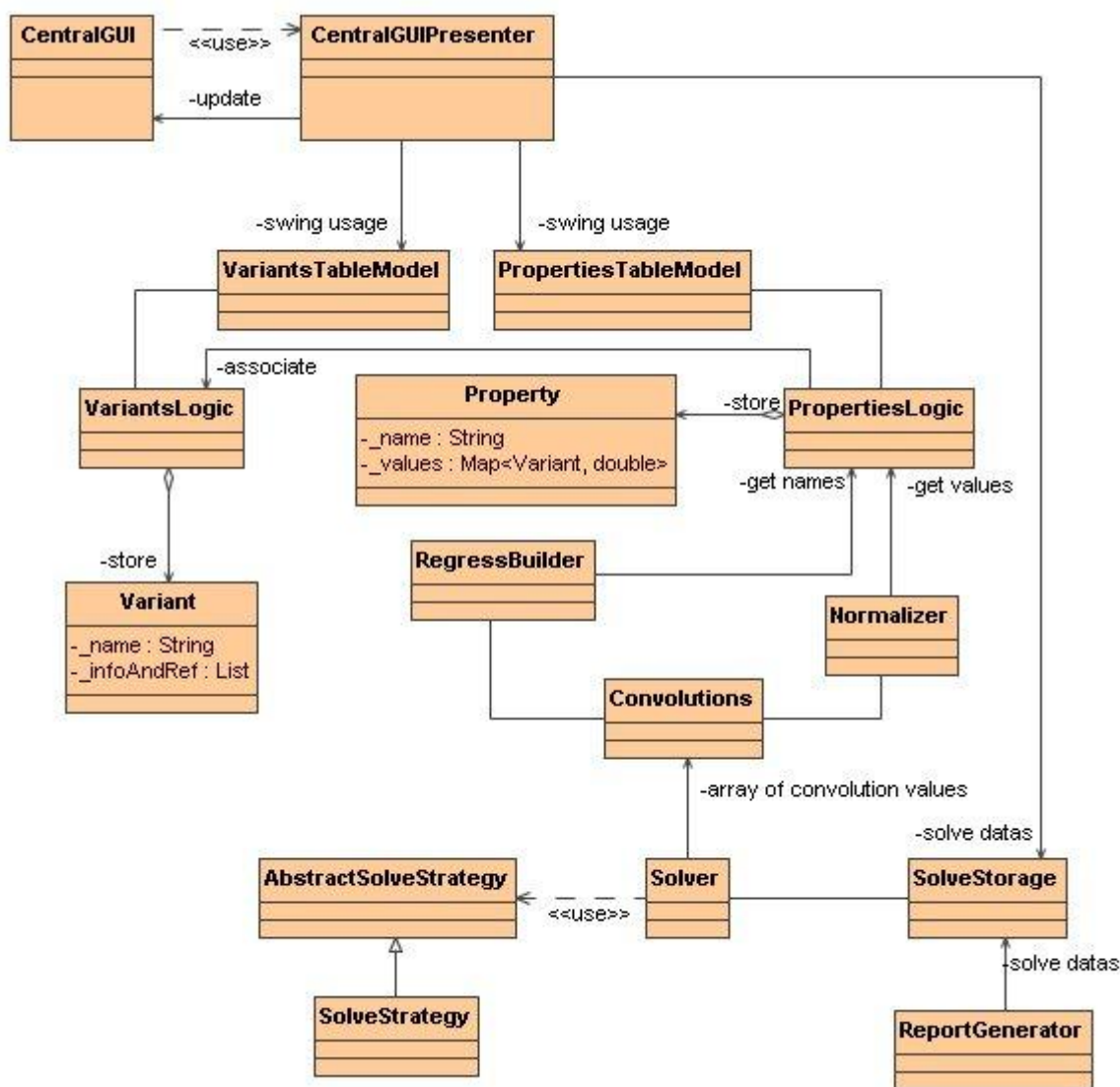


Рисунок 1 – Программный каркас автоматизированной системы MKB

Современные бизнес-системы комбинируют в себе объектно-ориентированные программные технологии и реляционные структуры баз данных. Hibernate является объектно-реляционной технологией, применяемой при разработке систем на Java. Эта технология позволяет осуществлять объектно-реляционное связывание (картирование) (object/relational mapping (ORM)) и производить тем самым отображение объектно-ориентированного представления данных в реляционное. При этом Hibernate реализует не только схемы отображения Java-классов в таблицы баз данных, но также обеспечивает запросы на выборки данных и средства внесения изменений в данные. Hibernate позволяет упростить и сделать эффективнее общую реализацию схем баз данных предприятия до 95 процентов относительно управления ими через SQL. Хотя Hibernate не является лучшей

технологией, ориентированной на создание приложений, центрирующихся вокруг данных, и не предназначен для написания кода хранимых процедур баз данных, он может использоваться для глубокой инкапсуляции SQL-кода, написанного несколькими разработчиками бизнес-системы, и, кроме того, он отлично подходит для перенесения результатов транзакций из табличного вида в граф объектов.

Технологию JBoss можно рассматривать как результат работы разработчиков всего мира по созданию серверных приложений с открытым исходным кодом, базирующихся на платформе Java 2 Enterprise Edition. JBoss является ведущим в мире J2EE сервером приложений. В эту технологию включены следующие J2EE сервисы: EJB (Enterprise JavaBeans), JMS (Java Message Service), JTS/JTA (Java Transaction Service/Java Transaction API), Servlets and JSP (Java Server Pages), JNDI (Java Naming and Directory Interface).

Литература:

1. Арнольд К., Гослинг Дж., Холмс Д. Язык программирования Java, 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 642 с.
2. Мак-Лахлин Б. Java и XML. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2002. – 544с.
3. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 544 с.
4. Фаулер М. Рефакторинг: улучшение существующего кода. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2005. – 432 с.
5. Горький вкус Java: Библиотека программиста / Б. Тейт. – СПб.: Питер, 2003. – 333 с.
6. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. – 576 с.

СЕКЦИЯ 2

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СИНХРОНИЗАЦИЯ И КООРДИНАЦИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ЗСМК» НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА

В.И. Аверченко, В.И. Верёвкин, А.В. Калачёв

ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

На ЗСМК более 7 лет поэтапно разрабатываются и развиваются информационно-технологические системы (ИТС) участков производств.

Техническое перевооружение и модернизация привели к усложнению производственной цепи, выдвинули новые требования, заключающиеся в необходимости обеспечения автоматизированной информационной поддержки оперативного динамического планирования производства. Было принято соответствующее решение о разработке автоматизированной системы оперативного динамического планирования производства в ККЦ-2 (АС ОДПП)

Первоначально в качестве базового алгоритма формирования оптимального контактного графика (КГ) работы основного оборудования была применена математическая модель кластерного анализа предыстории выплавки и обработки стали на всех технологических агрегатах. По мере реализации этой модели в прикладной системе уточнялись требования к пользовательским интерфейсам и функциональности системы.

После введена в действие на ЗСМК слябовой МНЛЗ, а затем – агрегата печь-ковш – проявилась проблема: в базе знаний предыстории не было данных по вновь введённому оборудованию, модель кластерного анализа в этом случае не могла дать ощутимого эффекта оптимизации при составлении КГ.

Для устранения выявленного узкого места была разработана дополнительная модель построения КГ на основе использования нормативов времени обработки стали на всех технологических операциях (включая затраты на транспортировку).

Потребовалась корректировка пользовательских интерфейсов, поскольку прежние формы ввода и представления информации не учитывали наличия слябовой МНЛЗ и АПК.

Сегодня завершена отладка АС ОДПП в условиях действующего производства. Следующий этап – проведение приёмочных испытаний и промышленная эксплуатация системы. Приобретён позитивный опыт, есть дееспособная команда разработчиков, появились новые идеи. Всё это позволяет надеяться на развитие АС и применение проверенных инструментов и подходов для решения задач оперативного динамического планирования производства на других переделах ЗСМК.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОЦЕНИВАНИЕМ И ОТОБРАЖЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПОЧВЕ

В.А. Алексеев, М.В. Телегина, М.В. Цапок

ИжГТУ, г. Ижевск

Одной из важнейших задач повышения качества технического мониторинга является сбор первичных данных об исследуемом объекте, систематизация собранных данных и их представление в наглядном виде для сравнения, анализа и просмотра.

Для решения этой задачи в докладе предлагается использовать геоинформационную систему (ГИС), позволяющую автоматически осуществлять равномерное расположение точек взятия проб грунта на местности, прогнозировать и распознавать изменения окружающей

среды, анализировать возможные причины изменений, измерять и оценивать воздействия на окружающую среду.

Предлагаемая геоинформационная система состоит из картографического блока, блока размещения точек пробоотбора, блока сбора экологической информации и блока анализа экологической информации.

В картографическом блоке используется картографическая информация, т.е. растровые картографические изображения формата bmp. Выделение областей, где взятие проб грунта нецелесообразно или невозможно по нормативной документации (здания, реки и т.д.), выполняется оператором в системе геометрического моделирования. Слой обрисованных областей сохраняется в векторном формате и используется для проверки на попадание расставленных точек в запрещенные области динамических данных.

В блоке размещения точек пробоотбора первоначально осуществляется выделение участка контролируемой местности, например, зону влияния потенциально опасного объекта (ПОО), привязка растрового изображения к географической системе координат, а также оптимальная расстановка точек взятия проб грунта. Входной информацией является растровое картографическое изображение, векторный слой областей и необходимое для расстановки количество точек. При открытии растрового картографического изображения местности все точки растра имеют собственные координаты системы. Эксперту требуется лишь задать искомые три точки по которым осуществляется сопоставление координат системы программирования географическим. Необходимо привязать их к объектам с известными координатами (стационарные посты наблюдения за элементами окружающей среды, геодезические пункты и др.). Анализ поведения некоторых контролируемых веществ в почвах показывает, что выбор точек пробоотбора должен учитывать характер почв.

После расстановки экспертом известных точек (если таковые имеются) выполняется автоматическое размещение оставшегося необходимого количества точек пробоотбора. Автоматическая расстановка осуществляется с помощью триангуляции Делоне. Далее находится треугольник с наибольшей площадью, в центр ставится точка пробоотбора, которая становится очередной вершиной для триангуляции и разбивает исходный треугольник. Алгоритм работает до тех пор, пока не будет получено заданное количество точек отбора проб.

Если местоположение точек, которые нужно расставить на растре, строго не определено, то точки будут расставляться равномерно в виде регулярной прямоугольной сетки.

Точки, попавшие в запрещенные области, выделяются другим цветом. Эксперт, оценив полученную картину, по своему усмотрению может добавлять, удалять, а также передвигать точки. Информация о номере точки, ее географических координатах заносится в базу данных (БД) проб грунта, причем точки, попавшие в запрещенные области, исключаются из дальнейших расчетов, генерируется путевой лист, который передается в передвижную лабораторию, оснащенную ГЛОНАСС.

В результате размещения точек пробоотбора получается картографическое изображение местности с точками взятия проб грунта и БД точек, в которую занесены координаты расставленных на растре точек, но только тех, которые не попали в запретные области.

В блоке сбора первичной информации осуществляется анализ проб грунта с выдачей концентрации контролируемых веществ. Анализ экологической информации начинается после получения данных из лаборатории. Данные представляют собой анализ по каждой компоненте в каждой точке. Поскольку время взятия проб грунта в каждой точке разное - предложена процедура расчета значений концентрации компонент в каждой точке в задаваемое экспертом время.

На основании полученных расчетов строятся карты интерполированных областей распределения загрязнений по необходимым компонентам анализа на момент времени, выбранный экспертом. В этом блоке значения концентрации вредных веществ записываются в БД проб грунта, рассчитываются значения концентрации загрязняющих

компонентов в каждой точке в задаваемое экспертом время. Строятся цветные интерполированные области, показывающие превышение предельно допустимой концентрации отдельных компонентов.

Также с помощью интерполяционной картины можно проследить динамику изменения уровня концентрации во времени (задается временной шаг просмотра: час, сутки, месяц, год). Предложенная ГИС может применяться для наблюдения за почвами вблизи ПОО и анализа состояния почв после экологических аварий и катастроф в зонах их влияния.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСКРОЙНО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРОЯ ДЛИННОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Амурский
МГУПИ, г. Москва

В машиностроении, в частности на заготовительном этапе производства часто возникает задача оптимального раскроя материала. Этот материал может поступать на производства в виде целых единиц - профилей, листов, рулонов, брусьев и т.д., которые в дальнейшем раскраиваются на заготовки заданных размеров и комплектности. Для случая, когда основной характеристикой материала является его длина, задача особенно актуальна, когда длина профиля отличается от длины получаемых заготовок не более чем на порядок.

Изучением многих аспектов рационального раскроя включая создание алгоритмического и программного обеспечения и методики внедрения, занимаются в различных научных и производственных учреждениях РФ, а также за рубежом. Наиболее широкое применение в научных работах исследователей находят такие методы как метод ветвей и границ, метод динамического программирования, метод Гомори и др. Перечисленные методы исследования операций при решении научных и прикладных задач АСУПП, являясь методами направленного перебора, мало отличаются от методов полного перебора. Кроме того, современные проблемы управления производством ставят новые задачи, которые являются весьма трудоемкими для традиционных математических методов, либо в принципе не могут быть решены последними.

Это объясняется тем, что современные проблемы автоматизации технологических процессов производства требуют формализации возникающих в производстве ограничений, не реализуемых классическими методами.

На модели раскроя существенное значение оказывает характер производства массовый или индивидуальный. В массовом производстве число требуемых комплектов заготовок достаточно велико. В силу цикличности характера массового производства отсутствует требование получения определенного количества заготовок на данный момент времени, в результате чего мы получаем непрерывную модель линейного раскроя. Условия единичного или мелко серийного производства с жестким соблюдением комплектности заготовок порождают целочисленную модель, поэтому методы линейного программирования успешно применяемые в условиях массового производства становятся непригодными в условиях экономики, направленной, в основном, на массовые и крупно серийные производства. Здесь основное внимание уделялось разработке алгоритмов для непрерывных моделей линейного программирования. Уровень развития методов решения целочисленных задач настоящее время не удовлетворяет требованиям, которые диктуются важностью целого ряда проблем. Несмотря на то, что в настоящее время разработан ряд методов решения целочисленных задач, ни один из них не обеспечивает из них желаемой эффективности соответствующих вычислительных процедур, что особенно проявляется при увеличении размерности задач. Проблема создания быстродействующих алгоритмов раскроя является главной при решении задач с помощью компьютера.

При формировании технологической среды раскройно-заготовительного производства длинномерных материалов первостепенная роль принадлежит процессу проектирования

раскроя без изменения существующих технологий и средств оснащения их производства. Становится очевидной необходимость применения компьютеров на всех стадиях производств: от принятия заказа, его конструкторско-технологической проработки - до непосредственно получения изделия, включая обработку на PCNNC- станках, управления автоматизированном складом, контроля качества и т.д.

В качестве метода решения целочисленной задачи раскроя предлагается использовать математический метод замещения, обладающий по сравнению с другими рядом преимуществ:

- обладает высокой скоростью сходимости;
- максимальная глубины дерева решений зависит от начальной деформации исходного подграфа, а не от размерности задачи;
- использует методы топологии в качестве ограничений.

Разработка точного алгоритма раскроя на основе метода замещения с использованием двудольных графов составляет математическое обеспечение автоматизированной подсистемы раскроя длинномерных материалов.

Использование компьютеров со стандартной операционной системой и интерфейса пользователя (стандарт Майкрософт) на всех участках, в том числе на отрезном станке и сортировочном устройстве управления, является основой полной автоматизации раскройно-заготовительного производства.

ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АСУ ТП КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

И.В. Баклушина

СибГИУ, г. Новокузнецк

АСУ ТП котельных установок (КУ) предназначено для осуществления управления и контроля следующих объектов: котла, общекотельного оборудования, сетевых установок, деаэрационных подпиточных установок, водоподготовительной установки, контроля электроснабжения.

В процессе эксплуатации КУ с высокой динамикой изменяются связанные между собой технологические параметры. АСУ ТП позволяет оптимизировать эти параметры по экономическим, экологическим, эргономическим и прочим показателям. Поэтому среди главных целей создания описываемых систем можно выделить следующие:

1. обеспечение безопасного технологического режима котельных агрегатов,
2. снижение расходов топлива и электроэнергии,
3. увеличение срока службы технологического оборудования,
4. снижение вредных выбросов в атмосферу,
5. улучшение условий труда эксплуатационного персонала.

АСУ ТП тепловой котельной строится как иерархическая распределенная система. Построение системы АСУ ТП обычно предусматривает выделение в ее составе подсистем: автоматизированного управления котельным оборудованием; подсистемы автоматизированного управления общестанционным оборудованием; автоматизированного управления деаэрационной установкой; автоматизированного управления водоподготовительной установкой; автоматизированного контроля электроснабжения станции. информационного обеспечения ГРП; управления освещением дымовых труб; управления и контроля инженерным и противопожарным оборудованием РТС. Большинство таких АСУ ТП построены в виде двухуровневых (нижнего и верхнего уровня) или трехуровневых (нижнего, среднего и верхнего) микропроцессорных систем контроля и управления

В большинстве случаев реализуется несколько уровней адаптивного управления технологическими объектами: стабилизация; программное регулирование; логическое управление; адаптация статической модели; адаптация динамической модели или замкнутого основного контура регулирования; идентификация предаварийных и аварийных состояний;

восстановление работоспособности системы управления. ПО обеспечивает эффективный контроль и управление внешними устройствами и процессами и обеспечивает гибкость при контроле и эксплуатации системы управления. Обычно информация о работе технологического оборудования представляется в проекте в виде мнемосхем, размещённых в окнах монитора, информирующих оператора о работе котлов, подпиточных и рециркуляционных насосов, состоянии гидравлической схемы, водоподготовки, деаэраторов, вентиляции и сантехники, а также схемы электропитания. Чтобы ознакомиться с содержанием основных окон и выполняемыми ими функциями необходимо нажать на кнопку с названием соответствующего окна.

В настоящее время существует достаточное количество АСУ ТП КУ разработанных на базе различных программно-технических комплексов, таких как КВИНТ, КРУГ-2000, Tornado, УНИКОНТ, АМКО и др.

Как уже было сказано выше, при внедрении автоматизированной системы управления происходит улучшение условий труда эксплуатационного персонала. Персонал котельной получает более комфортные условия для работы – автоматизированное рабочее место (АРМ) с мониторами операторских станций. Достигается уменьшение психофизической нагрузки и вероятности ошибочных действий оперативного персонала

Например, в системе в системе регулирования и управления энергетическим котлом БКЗ-420-140 НГМ Самарской ТЭЦ (разработана НТУУ «Киевский политехнический институт») реализована функция выдачи советов оператору в виде текстовых подсказок, фактических и нормативных режимных карт, пусковых графиков. Кроме того, особенностью разработанного программного обеспечения является мощный и дружелюбный интерфейс-оператор – система, в котором реализован новый принцип доступа к информации и средствам управления. Изображение на экране представляется как совокупность элементов, чувствительных к нажатию на клавишу манипулятора типа Mouse. Вызвав необходимые окна и разместив их в требуемом порядке, оператор может самостоятельно сконфигурировать экран в наиболее удобном виде для выполнения тех или иных операций и своевременно применять адекватные решения.

ПТК КВИНТ включает в себя несколько программ: «Администратор» - позволяет определить состав пользователей системы, системные модули, число и сетевые имена используемых компьютеров; «Аркада» - предназначена для ведения базы данных системы. Обеспечивает возможность ввода описаний объектов, а также поиск нужного объекта в базе по различным критериям; «Пилон» - является инструментом для создания технологических программ для контроллеров. Она обеспечивает возможность создание технологической программы в графическом виде, содержит большое число подсказок и контрольных процедур, позволяющих пользователю избежать многих ошибок и др.

АСУ ТП котлоагрегата БКЗ-240 на базе ПТК «Tornado-MPCP» (Заказчик АО «Читаэнерго», Читинская ТЭЦ-1) обеспечивает информационные функции, выполняемые по запросам персонала: представление на мониторах оперативной информации: мнемосхем, графиков, таблиц, и т.п.; распечатка оперативных отчетных документов: графиков, таблиц и т.п.; выдача сообщений о ходе выполнения программ функционально-группового управления; представление на мониторах и распечатка выходных форм неоперативных задач. Важной особенностью ПТК является возможность прямого подключения кабельных связей от периферийных устройств (датчиков, исполнительных механизмов и т.п.) Это достигается использованием встраиваемых в шкаф Блоков Полевых Интерфейсов, позволяющих подключать натуральные сигналы от термомпар, термометров сопротивлений, датчиков тока и напряжения, а также дискретные сигналы и команды 24В и 220В. Кроме согласования с натуральными сигналами они обеспечивают необходимый уровень защиты системы от выбросов напряжений

Использование микропроцессорных контроллеров и компьютеров дает ряд неоспоримых преимуществ при автоматизации котельных, не приводя к удорожанию АСУ в целом, по сравнению с так называемыми «традиционными» приборами, аналоговой и релейной аппаратурой управления и авторегулирования. Происходит повышение

надежности и экономичности работы; оптимизация по расходу топлива и значительная экономия электроэнергии за счет управления электроприводами механизмов; автоматический учет выбросов CO и NOx в атмосферу, исключение возникновения аварийных ситуаций из-за субъективных факторов (ошибок оператора).

Также происходит сокращение эксплуатационных расходов: материальных и людских затрат на техническое обслуживание и ремонт средств контроля и управления; исключение разнородных технических средств технологического контроля и управления с заменой их, как правило, на один контроллер для сбора и обработки информации и реализации алгоритмов управления, регулирования, защит и блокировок; значительное сокращение занимаемых площадей под щитовые устройства и существенная (в три – четыре раза!) экономия контрольного кабеля при размещении шкафа с контроллером непосредственно на площадке обслуживания основного технологического оборудования котельной.

При внедрении АСУ ТП на базе продукции российской компании ЗАО "ТЕКОН" предлагающей специализированное комплексное решение для автоматизации контроля и управления работой котельных (ПТК АК) получены следующие экономические показатели:

1. экономия топлива, например, для котла ПТВМ-60 в течение отопительного сезона за счет оптимизации процессов горения с корректировкой по содержанию CO в дымовых газах составляет более 850 000 м³;

2. сокращение вредных выбросов в атмосферу, например, оптимизация горения для того же котла обеспечивает снижение выбросов CO и NOx на 2,5 т/год;

3. экономия энергоресурсов (водопроводной воды, технической воды, теплоносителя, электроэнергии, смазочных масел и др.) составляет 3...5%;

4. срок окупаемости АСУТП по предварительным расчетам, составляет 4-5 лет.

АСУТП на базе контроллеров МФК внедрены и успешно работают на котлах типа КВГМ, ПТВМ, ДЕ и др. Только в Москве успешно функционируют более 60 АСУ ТП котлового и вспомогательного оборудования на районных тепловых станциях «Крылатское», «Митино», «Красная Пресня», «Тушино-1», «Тушино-2», «Тушино-3», «Нагатино», «Новомосковская», «Бирюлево», «Волхонка Зил», «Теплый Стан» и других. В 2002 году введено в строй еще 25 систем.

При реализации комплекса технических средств автоматизации (КТСА) предназначенного для автоматического управления двумя водогрейными котлами типа ФНКВ-1,25 и общекотельным оборудованием ООО ПФ "КЗТО" (Кимрский завод трубопроводного оборудования) г. Кимры Тверской области получен следующий эффект от внедрения системы:

1. снижение затрат на энергоносители при оптимальном регулировании поддерживаемых параметров,

2. снижение эксплуатационных затрат и сокращения обслуживающего персонала.

3. появилась возможность устанавливать и с необходимой точностью поддерживать требуемую температуру воды на технологические нужды, что позволило повысить качество продукции.

4. прекратились простои производства из-за перебоев в снабжении водой от внешнего трубопровода горячего водоснабжения.

АСУ ТП котлоагрегата БКЗ-210/140 ст.№ 11 Казанской ТЭЦ ОАО "ТАТЭНЕРГО" (2002 г.) на базе ПТК "КРУГ-2000" предназначена для управления технологическими процессами на котлоагрегате во всех эксплуатационных режимах, включая его розжиг и останов. Данный тип котлоагрегата сжигает три вида топлива - уголь, газ, мазут. Автоматизацией охвачен полный состав функций контроля и управления. Результаты: от внедрения системы внедрение АСУ ТП обеспечило увеличение надежности и экономичности работы котлоагрегата за счет:

1. реализации более сложных алгоритмов контроля и управления;

2. обеспечения персонала более полной, достоверной и своевременной информацией о работе котлоагрегата;

3. улучшения диагностики оборудования и протекания технологических процессов;

4. повышение эффективности, за счет представления машинисту информации о технологическом процессе каждые 15 сек.;
5. резкое уменьшение количества эксплуатируемого приборного оборудования;
6. обеспечение возможности создания интегрированной информационно-управляющей системы ТЭЦ в целом (при последующем развитии).

Испытания и опытно-промышленная эксплуатация АСУ водогрейными котлами КВГМ-100 тепловой станции №2 г. Череповца (разработана и внедрена совместными усилиями ЗАО «АМАКС» г. Москва, Череповецкого монтажного управления треста «Севзапмонтажавтоматика», МУП «Теплоэнергия» и ПКП «Стелс» г. Череповец) продемонстрировали ее высокие эксплуатационные характеристики и надежность. Предварительные расчеты экономической эффективности показывают, что внедрение системы позволяет в среднем за год добиться снижения расхода природного газа на 3,2 млн. м³, электроэнергии на 1,6 млн. кВт/ч, уменьшения аварийных остановов котлов на 80%, снижения затрат на капитальный ремонт на 15%.

Таким образом, при внедрении АСУ ТП котельных установок позволяет добиться значительных экономических выгод и улучшения условий труда эксплуатационного персонала.

К недостаткам автоматизированных систем управления можно отнести такие как, например, выход из строя позиционирующих устройств типа мышь или трекбол по причине запыленности операторского помещения, однако эта проблема решается путем отказа от данных устройств. Все основные действия оператор может выполнять, используя минимум легко запоминающихся комбинаций нажатий клавиш. Кроме того, всегда существует возможность выхода из строя одного или нескольких элементов АСУ на различных уровнях иерархии, однако дублирование этих элементов и сигнализация при выходе их из строя позволяет быстро и качественно произвести ремонт и контроль состояния процесса.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЗАКАЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОМПЛЕКСНОЙ САПР КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ

П.Ю. Бунаков*, А.В. Стариков, В.Н. Харин****

**ООО «Базис-Центр», г. Коломна, **ВГЛТА, г. Воронеж*

Система организации производства на мебельном предприятии в условиях высокой конкуренции на современном рынке должна обеспечивать существенные преимущества выпускаемой продукции, как по качественным, так и по временным показателям, перед аналогичной продукцией. Реорганизация и моделирование бизнес-процессов современного мебельного предприятия ориентированы на полный или частичный переход к позаказному формированию производственной программы, что является наиболее адекватным ответом на изменившиеся требования потребителей продукции [1–3].

Целью организационно-технологической подготовки производства (ОТПП) является формирование необходимой организационной документации для изготовления новых мебельных изделий в условиях индивидуальности практически каждого выпускаемого образца, а также разработка маршрутных и маршрутно-операционных технологических процессов (ТП).

Позаказное промышленное производство мебели предполагает проведение активных маркетинговых исследований, результатом которых является обобщение требований различных социальных групп населения к параметрам функциональности, эстетичности, качества и экономичности. Это является необходимым для формирования баз данных прототипных моделей. Соответственно структура ОТПП мебельных изделий должна определяться такими их факторами, как новизна, с точки зрения применения прогрессивных материалов, фурнитуры и технологий, конструктивная сложность, наличие отработанных типовых или групповых технологических процессов. Помимо этого, необходимо учитывать

показатели качества и наличие необходимого оборудования и кадров для производства планируемых объемов с учетом нормативных технико-экономических параметров.

Организационная структура производственно-технологических подразделений предприятия должна обеспечивать эффективное решение следующих задач:

- рациональное распределение функций ОТПП между отдельными подразделениями;
- тесную интеграцию технологических служб с конструкторскими подразделениями, как источниками необходимой информации, и с подразделениями логистики, обеспечивающими реализацию продукции;
- четкую организацию документооборота конструкторско-технологических документов, с фиксацией конкретных исполнителей и отслеживанием любого документа от момента его возникновения до момента архивации;
- возможность оперативного реагирования на быстроменяющуюся номенклатуру выпускаемых изделий.

На предприятии, использующем элементы позаказного промышленного производства, могут использоваться различные варианты организационно-технологической подготовки, общая структура которой показана на рисунке 1. Она позволяет обеспечивать параллельное выполнение двух процессов: промышленное производство мебельных изделий по индивидуальным заказам потребителей и выпуск пилотных вариантов изделий для расширения номенклатуры прототипных моделей и отслеживания тенденций изменения приоритетов потребителей.

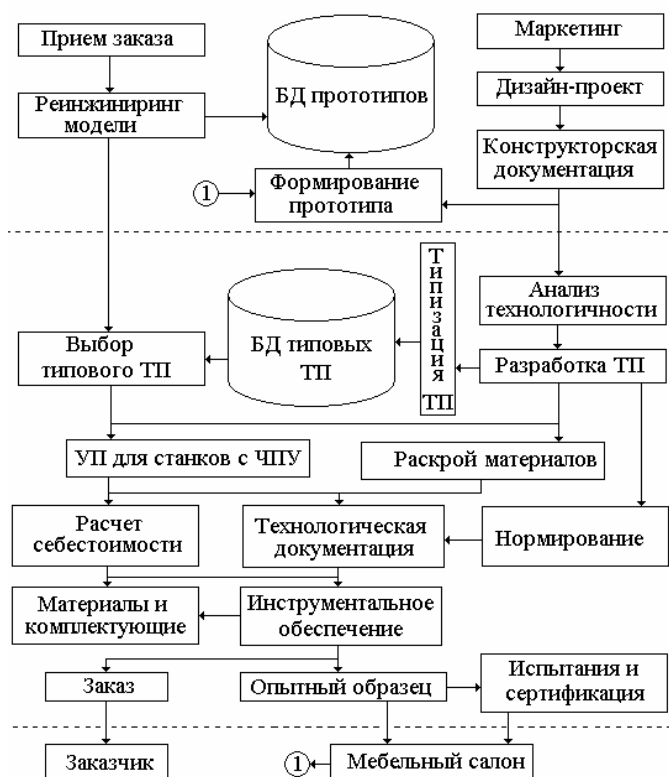
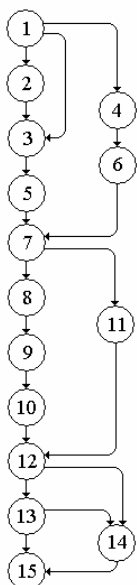


Рисунок 1 – Обобщенная схема реализации ОТПП в структуре комплексной САПР корпусной мебели

Выбор конкретного варианта ОТПП зависит от следующих основных факторов:

- доля изделий, выпускаемых по индивидуальным заказам, в производственной программе предприятия;
- уровень организации подготовки производства, в том числе уровень автоматизации выполнения проектно-производственных операций;
- скорость, точность и безошибочность выполнения этапов ОТПП;
- полнота и достоверность исходных данных для решения задач ОТПП.



На основании принятой схемы ОТПП разрабатываются типовые графики, отражающие набор и последовательность реализации отдельных этапов технологической подготовки. На их основании формируются конкретные экземпляры для отдельных заказов или разработок с обязательной фиксацией времени выполнения каждого этапа и ответственных исполнителей. Обобщенная схема построения типового графика представляется в виде орграфа, показанного на рисунке 2.

На рисунке 2 введены следующие обозначения: 1 – конструкторская документация; 2 – маршрутный ТП; 3 – операционный ТП; 4 – реинжиниринг прототипной модели; 5 – проектирование и изготовление оснастки; 6 – выбор типового ТП; 7 – расчет цены изделия; 8 – технологическая документация; 9 – раскрой материалов; 10 – материально-техническое обеспечение; 11 – типовые и унифицированные элементы; 12 – сборка; 13 – упаковка; 14 – испытания и сертификация; 15 – отгрузка.

Рисунок 2 – Орграф реализации задач ОТПП

Период ОТПП для выполнения индивидуальных заказов на базе отработанных типовых технологических процессов не требует существенных затрат времени. В отличие от этого при создании прототипных моделей требуется тщательная проработка всех этапов, показанных на рисунке 2, что занимает от одной недели до двух месяцев при условии достаточного уровня автоматизации их выполнения. Для сохранения имеющихся конкурентных преимуществ и оптимальной массы прибыли предприятия необходимо организовать оперативное обновление номенклатуры прототипных моделей, статус которых определяется либо директивно, либо после зондирования потенциального спроса при экспонировании пилотного варианта в мебельных салонах в течение одного–трех месяцев. Рекомендуемый уровень перехода на новую прототипную модель составляет 40-60% периода эксплуатации старой модели, что иллюстрируется графиком, показанным на рисунке 3. Из него видно, что во время перехода в качестве прототипных моделей одновременно будут предлагаться и старое, и новое изделия.

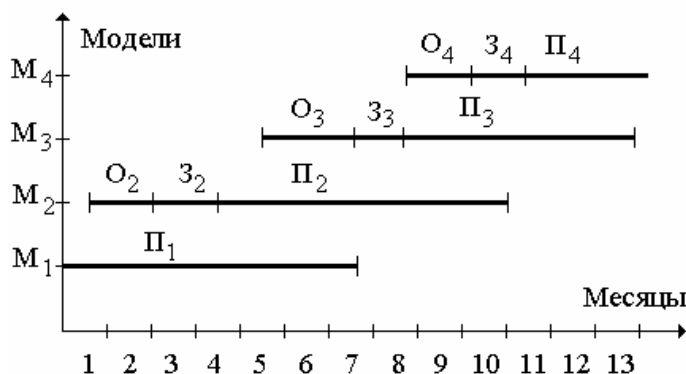


Рисунок 3 – Динамика обновления прототипной модели: P_i – разработка прототипной модели; O_i – выполнение ОТПП; Z_i – изготовление изделия и зондирование спроса населения

Математическая модель, генерируемая на этапе проектирования мебельного изделия, как основа автоматизации всех последующих этапов жизненного цикла необходимо должна соответствовать основным положениям концепции безошибочного проектирования и производства сложных изделий корпусной мебели [4]. Выполнение этого условия позволит повысить уровень абстракции принятия технологических решений, а, следовательно, отработать целый ряд технологических требований еще до передачи модели на этап ОТПП.

Общей особенностью автоматизации ОТПП является недостаточная информация о закономерностях этого процесса и большой удельный вес субъективного фактора. В производстве корпусной мебели это дополняется традиционным превалированием конструкторско-дизайнерской проработки изделий над технологической, что характерно для большинства предприятий.

Для автоматизации ОТПП мебельных изделий наиболее подходящим является итерационный многоуровневый метод, при котором весь процесс разделяется на три взаимосвязанных этапа, характеризующихся последовательным возрастанием степени детализации принимаемых решений:

– принципиальный этап, на котором разрабатывается общая структурная схема технологического процесса;

– маршрутный этап, на котором формируется технологический маршрут обработки деталей и определяется их состояние по завершении каждой операции;

– операционный этап, на котором детализируются переходы по каждой операции и формируются управляющие программы для станков с числовым программным управлением.

Математическая модель технологического проектирования может быть представлена в виде орграфа, вершинами которого являются утверждения, сформированные на основании результатов реализации предыдущего уровня, либо исходные утверждения, а дугами – варианты элементы искомого ТП. Орграф подобного типа отражает основные закономерности проектирования и инвариантен к специфике конкретного предприятия.

Исходными утверждениями технологического проектирования являются необходимо реализуемые функции обработки и заданные программы выпуска при условии ограничений по применяемым методам обработки, оборудованию, инструментам, приспособлениям и материалам. Задачей технологического проектирования является определение таких параметров ТП в рамках существующих ограничений, при которых технологическая себестоимость была бы минимальной.

Литература

1. Бунаков, П.Ю. Инжиниринг и реинжиниринг в позаказном промышленном производстве мебели / П.Ю. Бунаков, А.В. Стариков, В.Н. Харин // Дизайн и производство мебели. – 2005. – № 2(7) – С. 56-59.

2. Стариков, А.В. Использование моделирования в системе производственного управления мебельного предприятия [Текст] / А.В. Стариков // Системы управления и информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 9. – Воронеж: ЦЧКИ, 2002. – С. 66-70.

3. Бунаков, П.Ю. Новая парадигма эскизного проектирования корпусной мебели как средство повышения эффективности позаказного мебельного производства / Бунаков П.Ю., Стариков А.В., Харин В.Н. // Информация, инновации, инвестиции: мат. 6-й Всерос. конф., 23-24 ноября 2005 г. – Пермь. Том 1. – С. 41-44.

4. Стариков, А.В. Основные положения концепции «безошибочного» проектирования и производства сложных изделий корпусной мебели и особенности их реализации [Текст] / А.В. Стариков, В.Н. Харин, П.Ю. Бунаков // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса: межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 10. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – С. 233-237.

ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.А. Вальке, В.А. Захаренко, Д.Г. Лобов, Ю.Ю. Пономарёв

ОмГТУ, г. Омск

Термографический контроль технологических процессов основан на анализе температурных полей на поверхностях оборудования, в частности, на стенках корпусов печей обжига различных материалов и позволяет вести контроль не только за ходом

технологических процессов в реальном времени, но и принимать решения о работоспособности оборудования. Высокая информативность термографического контроля связана прежде всего с визуализацией динамики энергетических преобразований в объектах контроля, так как процесс преобразования энергии практически всегда связан с выделением или поглощением тепла.

В Омском государственном техническом университете, начиная с 1993 года, ведутся разработки стационарных систем термографического контроля, адаптированных под задачи непрерывного теплового контроля различных технологических процессов. В частности, для контроля за температурными полями стенок вращающихся печей производства цемента, керамзита, нефтяного кокса, обжига извести, обжига сырья в алюминиевой промышленности. Основными требованиями к таким системам являются: обеспечение контроля температурных полей в диапазоне (100 – 900) °С с абсолютной погрешностью (3 – 5) °С; работоспособность приборов при изменениях температуры окружающей среды от – 40 °С до + 60 °С; высокая эксплуатационная надежность, обеспечивающая непрерывную работу системы в течении нескольких лет.

Разработанная система представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из одного или нескольких сканирующих пирометрических преобразователей (СПП), IBM-компьютера, адаптера канала связи, через последовательный порт по RS-232C или RS-485 интерфейсу, программы обработки и визуализации поля температур, обеспечения измерений температур в заданных курсором точках и вычисления координат этих точек. СПП обеспечивают вывод информации вдоль строки сектора обзора, а двухмерное изображение поля температур в системе получается за счет вращения печи обжига как развёртка цилиндра корпуса печи. Для неподвижных объектов контроля СПП устанавливаются на поворотную платформу с электроприводом типа МЭО и двухмерность изображения поля температур достигается за счет колебательного перемещения СПП в направлении, перпендикулярном строке сканирования.

Конструктивно СПП выполнены в металлических корпусах размерами 220x275x95 мм. На лицевой панели имеется щелевое отверстие размерами 120x15 мм, защищенное фторопластовой пленкой типа Ф-4 ЭО (ГОСТ12507-73) толщиной 2мм. Одним из существенных преимуществ разработанного СПП перед зарубежными аналогами стационарного назначения является то, что это приборы диафрагменного типа, у которых отсутствует объектив, требующий в промышленных условиях постоянного эксплуатационного ухода.

СПП в сочетании с программным обеспечением выполняют задачи как дистанционной визуализации тепловых полей в реальном времени, их регистрацию и хранение в виде изображений, представление информации в виде трендов, так и измерение температур в заданных точках и по сечениям с последующей их математической обработкой и архивацией. Программное обеспечение написано на языке Borland C++ Builder 3.0 и работает под операционными системами Windows 98, Windows XP.

Применение системы в технологических процессах обжига сырья, например, в производстве цемента или нефтяного кокса позволяет за счёт контроля положения и температуры зоны обжига улучшать качество готовой продукции, выявлять прогары футеровки, продлевать сроки межремонтных интервалов эксплуатации печей.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОДУВКИ СТАЛИ В УСТАНОВКЕ «ПЕЧЬ-КОВШ» ЧЕРЕЗ НЕСКОЛЬКО ДОННЫХ ПОРИСТЫХ ВСТАВОК

В.И. Веревкин, Е.Б. Турчанинов, М.В. Оборин
ОАО «ЗСМК», КузГПА, г. Новокузнецк

Не смотря на достаточно большое количество публикаций по моделированию перемешивания стали в ковше нейтральным газом при ее внепечной обработке, проблема адекватного описания барботирования расплава для различных краевых условий остается

актуальной [1,2]. Во-первых, на основе теории размерностей идет поиск дополнительных чисел подобия, которые позволили бы унифицировать результирующее описание гидродинамики для ковшей различной конструкции, вскрыть глубинные направления развития этих процессов. Во-вторых, для моделирования перемешивания расплава требуется адекватно учитывать число, расположение, свойства газопроницаемых (пористых) вставок в днище ковша, через которые подается газ, в совокупности с интенсивностью подачи газа. В-третьих, система подачи газа, включающая и сам ковш с расплавом и пористыми вставками, обладает ярко выраженным свойством саморегулирования, что коренным образом ломает традиционные постановки задачи моделирования гидродинамики в ковше со сталью.

Длительность продувки зависит от ее назначения (предварительная, основная, повторная), добавок сыпучих, краевых и внешних условий. Она влияет на качество гомогенизации расплава по химическому составу и температуре, на содержание газов и неметаллических включений в стали, скорость химических реакций на границе «шлак-металл». Известно, что лимитирующим звеном в этом перечне является гомогенизация стали по температуре расплава [3]. Проанализируем влияние числа газопроницаемых вставок при донной продувке стали в ковше на гомогенизацию расплава.

В общем, постановка задачи моделирования конвективного теплообмена в ковше соответствует случаю асимметричного расположения пористых вставок в днище ковша. Это приводит к нарушению центральной симметрии гидродинамических процессов. Поэтому при моделировании гидродинамики расплава в ковше при продувке его через одну или несколько газопроницаемых вставок будем использовать декартовую систему координат. Переход от традиционной цилиндрической к декартовой системе координат значительно усложняет используемый математический аппарат и задание условий однозначности. В то же время, он позволяет в векторной форме описать гидродинамические процессы в любой области стали в ковше, независимо от числа пористых вставок.

Поскольку вдувание газа является основной внешней силой, определяющей конвективное перемешивание среды, используем математическую модель тепловой гидродинамики расплава в условиях вынужденной конвекции.

В представлении Буссинеска вынужденный конвективный теплообмен ньютоновских жидкостей может быть описан системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + (\bar{V} \nabla) \bar{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 \bar{V} + \bar{F} \\ \text{div } \bar{V} = 0, \\ \frac{\partial \theta}{\partial t} + \bar{V} \nabla \theta = \frac{1}{\text{Re} \cdot \text{Pr}} \nabla^2 \theta, \end{cases} \quad (1)$$

где \bar{V} – безразмерный вектор скорости; t – безразмерное время; θ – безразмерная температура; Re – число Рейнольдса; Pr – число Прандтля; \bar{F} – источниковый член.

Для того, чтобы избавиться от давления P в первом уравнении системы (1), применим к нему операцию $\text{rot}()$:

$$\text{rot} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + \text{rot} [(\bar{V} \nabla) \bar{V}] = -\frac{1}{\rho} \text{rot}(\nabla P) + \frac{1}{\text{Re}} \text{rot}(\nabla^2 \bar{V}) + \text{rot} \bar{F}.$$

Перейдем к новой векторной переменной – вихрю скорости :

$$\bar{\omega} = \text{rot} \bar{V}. \quad (2)$$

$$\text{Учитывая, что } \text{rot grad } P = \text{rot } \nabla P = 0, \quad (\bar{V} \nabla) \bar{V} = \frac{1}{2} \nabla(\bar{V} \cdot \bar{V}) - \bar{V} \times \text{rot} \bar{V}, \quad (3)$$

и при $\text{div } \bar{V} = 0$, $\nabla^2 \bar{V} = -\text{rot rot } \bar{V}$, запишем первое уравнение системы (1) в следующем виде:

$$\frac{\partial \bar{\omega}}{\partial t} + \text{rot} \left[\frac{1}{2} \text{grad}(\bar{V} \cdot \bar{V}) - \bar{V} \times \bar{\omega} \right] = -\frac{1}{\text{Re}} \text{rot} \text{ rot } \bar{\omega} + \text{rot} \bar{F},$$

где для скалярного произведения $\text{rot} \frac{1}{2} \text{grad}(\bar{V} \cdot \bar{V}) = 0$ и в условиях (3) $-\text{rot} \text{ rot } \bar{V} = \nabla^2 \bar{\omega}$.

После переноса в левую часть, имеем:

$$\frac{\partial \bar{\omega}}{\partial t} + \text{rot} [\bar{\omega} \times \bar{V}] - \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 \bar{\omega} - \text{rot} \bar{F} = 0. \quad (4)$$

Введем еще одну новую векторную переменную – функцию тока $\bar{\psi}$ таким образом, что

$$\bar{V} = \text{rot } \bar{\psi}. \quad (5)$$

Тогда уравнение неразрывности выполнится автоматически:

$$\text{div } \bar{V} = \text{div } \text{rot } \bar{\psi} = 0. \quad (6)$$

Применим к уравнению (5) операцию $\text{rot}(\cdot)$: $\text{rot } \bar{V} = \text{rot} \text{rot } \bar{\psi}$. Или, с учетом уравнения (2):

$$\text{rot} \text{rot } \bar{\psi} = \bar{\omega}. \quad (7)$$

При этом система (1) приобретает вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{\omega}}{\partial t} + \text{rot} (\bar{\omega} \times \bar{V}) - \frac{1}{\text{Re}} \nabla^2 \bar{\omega} - \text{rot} \bar{F} = 0, \\ \text{rot} \text{rot } \bar{\psi} - \bar{\omega} = 0, \\ \frac{\partial \Theta}{\partial t} + \bar{V} \nabla \Theta - \frac{1}{\text{Re Pr}} \nabla^2 \Theta = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Выразим первое уравнение системы (8) через функцию тока $\bar{\psi}$, для чего подставим в него выражения (3), (5):

$$\frac{\partial}{\partial t} (\text{rot } 2\bar{\psi}) = \text{rot} \bar{F} - \text{rot} (\text{rot } 2\bar{\psi} \times \text{rot } \bar{\psi}) + \frac{1}{\text{Re}} \text{rot } 4\bar{\psi}, \quad (9)$$

$$\begin{cases} \text{rot} \text{rot} \bar{\psi} = \text{rot} 2\bar{\psi}; \\ \text{rot} \text{rot} \text{rot} \text{rot} \bar{\psi} = \text{rot} 4\bar{\psi}. \end{cases} \quad (10)$$

Аппроксимируем производную по времени дискретным аналогом с симметричным шаблоном:

$$\frac{1}{\Delta t} \left(\text{rot } 2\bar{\psi}^{S+1} - \text{rot } 2\bar{\psi}^S \right) = \text{rot} \bar{F} - \text{rot} \left(\text{rot } 2\bar{\psi}^S \times \text{rot } \bar{\psi}^S \right) + \frac{1}{\text{Re}} \text{rot } 4\bar{\psi}^S, \quad (11)$$

где S – предыдущий временной шаг расчета; Δt – интервал дискретизации по времени.

Для принятой системы координат функция тока жидкости $\bar{\Psi} = (\Psi_1 \Psi_2 \Psi_3) = (\Psi_x \Psi_y \Psi_z)$.

$$\text{rot} \bar{\Psi} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \Psi_3}{\partial y} - \frac{\partial \Psi_2}{\partial z} \\ \frac{\partial \Psi_1}{\partial z} - \frac{\partial \Psi_3}{\partial x} \\ \frac{\partial \Psi_2}{\partial x} - \frac{\partial \Psi_1}{\partial y} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Аналогично проекции $\text{rot} \text{rot} \bar{\psi}$ имеют вид:

$$\left[\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \Psi_2}{\partial x} - \frac{\partial \Psi_1}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Psi_1}{\partial z} - \frac{\partial \Psi_3}{\partial x} \right) \right] \quad (13)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \Psi_3}{\partial y} - \frac{\partial \Psi_2}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Psi_2}{\partial x} - \frac{\partial \Psi_1}{\partial y} \right) \right] \quad (14)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Psi_1}{\partial z} - \frac{\partial \Psi_3}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \Psi_3}{\partial y} - \frac{\partial \Psi_2}{\partial z} \right) \right] \quad (15)$$

В общем виде

$$\text{rot rot} \bar{\Psi} = D_{0ijk} + D_{1ijk} \bar{\Psi}_{ijk}. \quad (16)$$

Уравнение (11) можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\Delta t} (D_0^S + D_1 \bar{\Psi}^{S+1}) &= \frac{1}{\Delta t} (D_0^S + D_1^S \bar{\Psi}^S) + \text{rot} \bar{F} - \\ &- \text{rot} (\text{rot} 2 \bar{\Psi}^S \times \text{rot} \bar{\Psi}^S) - \frac{1}{\text{Re}} \text{rot} 4 \bar{\Psi}^S. \end{aligned} \quad (17)$$

Уравнение передачи тепла также представляется в конечно-разностной форме. К полученной системе добавляются граничные условия. При расчетах скорость движения расплава находится как

$$V_{S\gamma} = \text{rot} \Psi_{S\gamma}, \quad (18)$$

где γ – компонента (x, y, z) .

Источник движения представляет собой внешнее ускорение, в размерной форме измеряемое в м/с^2 .

$$\text{rot} \bar{F} = \begin{pmatrix} \frac{\partial F_3}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial z} \\ \frac{\partial F_1}{\partial z} - \frac{\partial F_3}{\partial x} \\ \frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y} \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Учитывая вертикальную направленность источника движения ($F_1 = F_2 = 0$),

$$\text{rot} \bar{F} = \begin{pmatrix} \frac{\partial F_3}{\partial y} \\ -\frac{\partial F_3}{\partial x} \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

В качестве примера, на рисунке 1 приведен итоговые температурные поля при одной и трех пористых вставках, расположенных аксиально под углом 120 градусов относительно друг друга, в горизонтальном сечении на расстоянии, равном $2/3$ высоты ковша. Картины полей получены после 1 минуты продувки с начальным температурным полем, характерным для ковша со слитой из печи сталью.

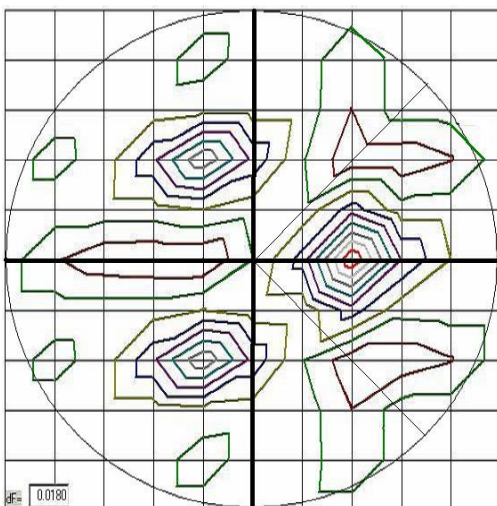


Рисунок 1 - Температурное поле ковша со сталью в сечении при $z = 2/3H$ после 1 мин продувки через 3 пористые вставки

Интенсивность продувки через каждую пористую вставку принималась одинаковой и равной $45 \text{ м}^3/\text{час}$. Таким образом, общий расход азота в ковше с тремя вставками в три раза выше, чем с одной. Видно, что при трех вставках в температурном поле образуются три одинаковых, аксиально расположенных сектора – каждый вокруг своей вставки. При одной вставке в ковше изотермы располагаются симметрично относительно оси симметрии. Аппроксимация цилиндрической боковой поверхности ковша ступенчатой поверхностью при численном моделировании приводит к некоторому искажению результирующих изотерм. Однако по мере снижения шага сетки (размера ячеек) этот дефект стремится к нулю.

Вывод: При сравнении продувок через одну и три пористые вставки, при прочих равных условиях, можно сделать вывод, что при продувке через три пористые вставки (с, соответственно, тройным расходом газа) гомогенизация расплава стали достигается примерно в два раза быстрее, чем через одну пористую вставку с однократным расходом инертного газа.

Литература

1. Веревкин В. И. Моделирование конвективного теплообмена в декартовой системе координат со смещением источника. / В. И. Веревкин, М. В. Оборин./ В сб. материалов международной НТК «Современная металлургия начала нового тысячелетия». В 3-х частях. Часть 2.– Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2001. – С. 170-174.

2. Гизатулин Р.А. Моделирование гидродинамики расплава в ковше при комбинированной продувке через верхнюю фурму и газопроницаемую вставку. / Р.А. Гизатулин, Е.В. Протопопов, О.С.Самохвалов, С.Е. Самохвалов./ Изв. вузов. Черная металлургия. 2004. – № 12. – С. 9-12.

3. Коган А. Е. Внепечные и ковшевые процессы. Учебное пособие./А.Е. Коган. – Новокузнецк: Изд-во СМИ.– 1990.– 99 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА БАЗЕ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ

А.А. Гассельбах, Т.Ю. Павлова

КемГУ, г. Кемерово

Наряду с преобладающими сегодня простейшими роботами, функционирующими по жестким программам, в широкую практику входят робототехнические системы качественно иного класса, обладающие адаптивными возможностями и элементами искусственного интеллекта.

В данной работе предпринята попытка реализовать систему технического зрения на базе мехатронного модуля.

Система по выбору пользователя перемещает из корзины с объектами (шары и кубы) только шары или только кубы в пустую корзину.

Оборудование системы включает в себя мехатронный модуль, веб-камеру Genius WebCam Messenger и двухпальный схват на катушке индуктивности.

Мехатронный модуль содержит три оси расположенные аналогично осям декартовой системы координат и блок управления (рисунок 1). Перемещение схвата, посредством которого происходит перенос объектов, осуществляется с помощью электрических двигателей, расположенных на каждой оси.



Рисунок 1 – Мехатронный модуль

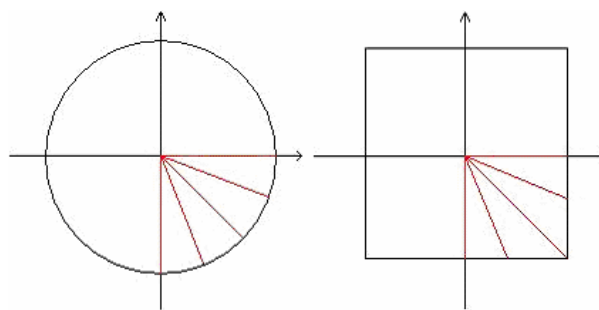


Рисунок 2 – Алгоритм распознавания объектов

Написание ПО осуществлялось в программной среде LabView, разработанной компанией National Instruments. Был разработан следующий алгоритм решения задачи:

1. Инициализация робота. Все оси становятся в начальное положение.
2. Выбор пользователем типа объекта и координат корзины.

Получение снимка. На данном используется функции из библиотеки WebCam написанной Питером Джеймсом [www.csmc.edu/~parente/labview/index.shtml]. Подпрограмма возвращает массив 320*240 изображения с камеры.

3. Изображение переводится в формат GrayScale, посредством нахождения среднего арифметического значений яркости красной, зеленой и голубой компонент. Фиксируется среднее из полученных значений.

4. Изображение переводится в черно-белое, следующим образом: яркость каждого пикселя в формате GrayScale сравнивается со средним значением, и, если она меньше среднего, то пикселю присваивается яркость ноль, т.е. черный цвет, если же больше среднего, то 255(белый цвет). Перевод изображения из формата GrayScale в черно-белый формат необходим, т.к. метод жука, описываемый далее, применим только к черно-белому изображению.

5. После этого методом «Жука» определяются контурные точки объектов, посредством которых определяется центр объекта. Сущность метода «Жука» состоит в следующем. «Жук» начинает движение с белой области по направлению к черной, как только он попадает на черный элемент, он поворачивает налево и переходит к следующему элементу. Если этот элемент белый, то «жук» поворачивается направо, иначе - налево. Процедура повторяется до тех пор, пока «жук» не вернется в исходную точку. Координаты точек перехода с черного на белое и с белого на черное и описывают границу объекта.

6. Затем определяется тип объекта. Из центра объекта в 4 квадранте декартовой системе координат под разными углами к горизонту строится 5 отрезков до контурных точек объекта. Если эти отрезки равны, то объект признается кругом, если не равны, то квадратом (рисунок 2).

7. Далее координаты переводятся из пикселей в миллиметры с помощью коэффициента, полученного опытным путем (0.7).

8. После всех этих процедур данные (в виде трех массивов) о центре объекта и о его типе передаются в основную программу, которая сравнивает элементы массива содержащего информацию о типе объекта с запросом пользователя, если запрос совпадает с данными массива, то выполняется перенос соответствующего объекта, если не совпадает, то ничего не происходит.

Система неоднократно опробована при различном числе и различном наборе типов объектов. Ошибок в распознавании объектов и позиционировании схвата не наблюдалось.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЗАЖИГАТЕЛЬНОГО ГОРНА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Л.К. Герасимов^{*}, Г.М. Дружинин^{*}, И.М. Хамматов^{}, Н.А. Спириин^{***}**

^{*}ОАО «ВНИИМТ», ^{**}НПФ «Горелочный центр»,

^{***}Уральский государственный технический университет-УПИ, г. Екатеринбург

Получение качественного агломерата в современных условиях не представляется возможным без использования комплекса АСУ ТП агломерационного производства. Одной из составных частей комплекса является АСУ работой зажигательного горна. В этой связи целями разработки автоматизированной системы управления работой зажигательного горна являлись:

- стабилизация тепловой обработки верхней части слоя аглошихты и повышение качества агломерата;
- обеспечение устойчивой работы горна при минимально возможном расходе топлива как в рабочем режиме агломашины, так и при ее кратковременных остановках.

При разработке АСУ горна реализованы следующие требования к структуре и функционированию системы.

1. Построена как иерархическая многоуровневая с возможностью обмена информацией с АСУ цеха и смежными АСУ.

2. Обеспечивает следующие операции:

- обмен информацией программируемого логического контроллера с операторской панелью;
- получение информации от контроллеров подсистемы автоматики безопасности и управляющего контроллера агломашины;
- получение заданий для управления с операторской панели;
- ввод значений параметров регуляторов с операторской панели;
- сбор информации, поступающей от датчиков системы;
- выполнение программы управления работой горна;
- визуализацию и архивирование параметров технологического процесса;
- формирование на выходных блоках программируемого логического контроллера сигналов на управление регулирующими органами;
- самодиагностику состояния АСУ.

3. Эксплуатируется в реальном времени, круглосуточном режиме работы с периодическими остановками для технического обслуживания.

4. Режимы функционирования системы управления:

- «автоматическое управление»;
- «ручное управление».

Применительно к агломашине АКМ-75 АСУ работой горна конструкции [1], содержащей три футерованных газогорелочных устройства (панели) сводового расположения и реализующей способ зажигания шихты [2], структурно содержит следующие подсистемы:

- контроля параметров;
- управления тепловым режимом горна;
- автоматики безопасности.

Состав подсистемы контроля параметров:

а) каналы измерения:

- расходов газа и воздуха на горн с коррекцией по температуре и давлению;
- давления:

- газа и воздуха перед горелочными устройствами;
- в рабочем пространстве горна (в трех точках);

- температуры:

- над бортами спекательных тележек;
- центральной части поверхности спека;
- поверхности спека под козырьком горна (в четырех точках);
- металлической поверхности горелочных устройств, обращенной к футеровке (в двух точках на каждом);

- продуктов сгорания под футеровкой горелочных устройств;

- положения регулирующей арматуры:

- на газопроводах и воздухопроводах;
- в патрубках трех первых вакуум-камер;

б) предупреждающие сообщения:

- превышение допустимого значения температуры металлической поверхности горелочных устройств;
- уменьшение ниже заданного значения температуры над бортами спекательных тележек;
- превышение допустимой величины неравномерности температуры поверхности спека под козырьком.

Подсистема управления тепловым режимом горна включает следующие контуры регулирования:

- температуры центральной части поверхности спека с учетом скорости движения спекательных тележек изменением расхода газа на горн;
- соотношения «топливо-воздух»;
- давления продуктов сгорания в рабочем пространстве горна;
- температуры продуктов сгорания под футеровкой горелочных устройств изменением расхода подаваемого в них газа.

В автоматическом режиме подсистема АСУ тепловым режимом горна поддерживает заданное с учетом скорости движения спекательных тележек значение температуры центральной части спека. При этом поддерживается неизменным заданное соотношение «топливо-воздух».

Давление продуктов сгорания в рабочем пространстве горна поддерживается равным давлению окружающей атмосферы изменением положения шибера соответствующей вакуум-камеры агломашины.

Контуры регулирования температуры продуктов сгорания под футеровкой горелочных устройств стабилизируют значения температур на заданном уровне изменением расхода газа, поступающего в соответствующее горелочное устройство.

При остановках агломашины горн автоматически переводится в режим «малый газ» в следующей последовательности:

- полностью открывается регулирующая арматура на газопроводах горелочных устройств;
- расходы воздуха и затем газа на горн уменьшаются до величин, соответствующих режиму «малый газ», и одновременно прикрываются шибера в патрубках вакуум-камер под горном.

При работе горна в режиме «малый газ» непрерывно осуществляется контроль температуры и давления продуктов сгорания в рабочем пространстве и, в случае превышения их значений заданным величинам, приоткрывается шибера соответствующей вакуум-камеры.

При запуске агломашины горн автоматически выводится в режим «зажигание» с тепловыми и газодинамическими параметрами, предшествующими остановке агломашины, кроме регулирующей арматуры на газопроводах горелочных устройств, которые остаются открытыми. После этого включаются в работу контуры регулирования теплового режима зажигательного горна.

Значения температуры поверхности центральной части спека, измеренные тремя пирометрами, передаются в АСУ агломашины для оценки газопроницаемости слоя и прогнозирования места окончания процесса спекания.

Подсистема автоматики безопасности (АБ) является автономной и функционирует в режимах:

- проверки готовности к розжигу горелочных устройств;
- розжига;
- рабочем.

В режиме проверки готовности к розжигу последовательно контролируются допустимые уровни:

- минимального давления в воздушном коллекторе горелочного устройства;
- минимального разрежения в сборном коллекторе агломашины;
- герметичности отсекающих газовых клапанов и сбросного газового клапана на свечу безопасности;
- минимального и максимального давления в газовом коллекторе горелочного устройства.

Если на каждом этапе проверки какое-либо требуемое условие не выполняется, то выдается сигнал с индикацией причины невозможности розжига до устранения неисправности.

В режиме розжига продолжается контроль перечисленных параметров и дополнительно фиксируется наличие факелов горелочных устройств.

В рабочем режиме непрерывно осуществляется проверка соответствия контролируемых параметров заданным значениям. В случае отклонения значения какого-либо контролируемого параметра за допустимые пределы сигнал соответствующего датчика инициирует автономное срабатывание подсистемы АБ горелочного устройства. При этом:

- закрываются отсекающие газовые клапаны;
- открывается сбросной газовый клапан, отводящий газ на свечу безопасности;
- включается сирена аварийной звуковой сигнализации;
- в АСУ агломашины передается сигнал с информацией о причине срабатывания.

При получении сигнала аварийного отключения подачи газа АСУ агломашины осуществляет следующие действия:

- останов привода агломашины;
- передачу сигнала в подсистему управления тепловым режимом горна о закрытии воздушного дросселя на отключенном горелочном устройстве и переводе работающих горелочных устройств в режим «малый газ».

Большинство элементов автоматизированной системы опробованы и эксплуатируются на агломашинах ОАО «ВГОК» (г. Нижний-Тагил) и ОАО «ЧМК» (г. Челябинск).

Литература

1. Герасимов, Л.К. Новый горн для зажигания агломерационной шихты и система управления тепловым режимом / Л.К. Герасимов [и др.] // Сталь. – 2005. – № 3. – С. 13-16.
2. Пат. 2275435 РФ, МПК С 22 В 1/20, F 27 В 21/08. Способ зажигания агломерационной шихты, перемещающейся на спекательных тележках / Л.К. Герасимов, Г.М. Дружинин, В.А. Чистополов, Г.Г. Добряков, Ю.И. Шепелев (РФ) – № 2004124674/02;опубл. 27.04.2006. Бюл. № 12. – 5 с.

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

А.С. Григорьев, В.А. Журавлев

Владимирский государственный университет, г. Владимир

В настоящее время остро стоит задача по проверке целостности различных видов трубопроводов, возможности контролирования их состояния и возможности постороннего вмешательства в их работу в реальном времени. Одной из проблем при решении данной задачи является выбор генератора сейсмических волн. В качестве решения этой проблемы предлагается магнитно-импульсное устройство (МИУ) для испытаний сейсмических датчиков для систем пассивной защиты сетей трубопроводов. В землю рядом с трубопроводом устанавливаются пары - датчик/МИУ. Сигналы с датчиков по интерфейсу RS-485 передаются на управляющую ЭВМ верхнего уровня, где при помощи специальной программы происходит обработка информации.

Управление поведением МИУ, также осуществляется с ЭВМ по интерфейсу RS-485. Можно задавать силу удара генерируемого с помощью МИУ для каждого конкретного датчика. Можно осуществлять одновременное срабатывание всех МИУ с учетом задержки распространения управляющего сигнала или программировать МИУ для срабатывания по определенному алгоритму, например по порядку через 5 секунд.

В соответствии с характером генерируемых с помощью МИУ сейсмических волн, можно также судить о характеристиках и исправности самих МИУ.

В основе работы МИУ лежит принцип высокоскоростного индукционно-динамического ускорения твердых электропроводящих тел, основанный на возникновении механических сил отталкивания между проводниками по которым течет электрический ток.

Для получения сейсмических волн установка МИУ заряжается до определенной величины требуемой силы удара. Далее по сигналу с главной ЭВМ происходит разряд МИУ и индентор под действием импульсного магнитного поля ударяется о специальный

герметичный кожух. Получаемые сейсмические волны принимает датчик и посылает результаты на обработку на главную ЭВМ.

Устройство МИУ имеет следующие технические характеристики: - габариты – цилиндр высотой 200 мм, диаметр 160 мм; - вес – порядка 5 кг. - емкость накопительных батарей – 40 мкФ; - напряжение питания – 200 В постоянного тока; - энергопотребление – не более 5 Ват; - сила удара до 10 Дж; - местный блок программного управления на базе микроконтроллера под управлением ЭВМ верхнего уровня; - интерфейс сопряжения с ЭВМ верхнего уровня RS-485.

Программируя цифровую часть МИУ с ЭВМ верхнего уровня, можно генерировать сейсмические волны различного характера. В случаях, когда энергопотребление играет решающую роль, а количество срабатываний не критично (5 – 10 срабатываний в сутки), данное устройство можно заряжать продолжительное время током порядка 100 мкА. За счет установки более дорогих повысителей напряжения, можно также снизить напряжение питания до 30 В постоянного тока.

В своем рабочем режиме устройство предполагается размещать в земле на глубине ниже зоны промерзания. Таким образом, обеспечиваются относительно комфортные условия для всех компонентов устройства.

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

А.М. Дворянкин, А.Х. Хыдыров

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Современные экономические условия поставили ряд проблем перед предприятиями в области строительства трубопроводного транспорта: ускорение темпов, сокращение затрат, ликвидация сезонности, повышение качества работ и увеличение контроля за состоянием окружающей среды.

Комплексное решение этих проблем может быть выполнено на основе системного анализа и зависит от принятия оптимальных проектных решений, принятия новых материалов и конструкций, повышения уровня механизации, разработки и внедрения современной технологии производства работ, использовании информационных технологий, а также прогрессивных форм организации строительства мощных трубопроводных систем.

Сегодня среди менеджеров всех уровней сформировалось понимание, что основные резервы в повышении эффективности бизнеса лежат именно в области оптимизации бизнес-процессов.

Процессный подход позволяет серьезным образом повысить конкурентоспособность и гибкость предприятия, сделать его более адекватным к изменениям на рынке, принципиально улучшить качество продуктов и услуг. Он заставляет устранить фрагментарность в работе, организационные и информационные разрывы, дублирование функций, нерациональное использование материальных и людских ресурсов, а также значительно сократить операционные издержки.

Для успешного внедрения процессного подхода необходимы инструментальные средства, позволяющие описывать и анализировать бизнес-процессы, делать их более прозрачными и управляемыми.

Для описания процессов в области строительства объектов нефтегазовой промышленности возможно использование, как универсальных средств моделирования бизнес-процессов, так и специализированных автоматизированных систем календарного планирования и контроля над проектами.

В настоящее время на рынке представлено значительное количество универсальных программных пакетов для персональных компьютеров, автоматизирующих функции планирования и контроля календарного графика выполнения работ.

В рамках решения задачи описания модели управления объектом строительства полезным было бы выделить наиболее важные показатели для оценки рассматриваемых систем. А именно: - открытость кода, наиболее весомый показатель для систем календарного планирования, так как появляется необходимость добавления модулей анализа фактически протекающих процессов и их сравнения с планируемыми показателями; - отраслевая направленность, система должна учитывать особенности организации строительных работ в целом и строительства трубопроводного транспорта в частности; - функциональные возможности; - стоимость.

Open Plan®, продукт компании Welcom System Technology, одного из лидеров на рынке программного обеспечения по управлению проектами, представляет собой полнофункциональное решение для планирования и контроля реализации проектов. ядром корпоративной системы управления проектами организации.

Open Plan® обеспечивает полномасштабное мультипроектное управление, планирование по методу критического пути и оптимизацию использования ресурсов в масштабах предприятия.

Open Plan® может быть эффективно использованы на всех уровнях контроля и управления проектами – от высшего руководства и менеджеров проектов, до начальников функциональных подразделений и рядовых исполнителей.

Открытая архитектура Open Plan обеспечивает интеграцию с различными корпоративными системами, облегчая совместное использование информации на предприятии. С пакетом поставляются настроенные интерфейсы с популярными ERP-системами (SAP R/3, Baan) и пакетами календарного планирования (Microsoft Project, P3).

Средства создания сценариев экспорта/импорта позволяют пользователям создавать интерфейсы с их собственными системами.

Возможность хранения данных Open Plan через ODBC в различных СУБД обеспечивает возможность его эффективной интеграции в существующую информационную систему предприятия.

Microsoft Project – самый популярный в мире программный продукт для управления проектами. Настольное приложение Microsoft Project сочетает в себе интуитивно-понятный интерфейс Microsoft Office и все необходимые менеджеру проекта средства для управления планом и ресурсами проекта.

Как и все продукты Microsoft Office 2003, Microsoft Project содержит внутренний макроязык программирования Visual Basic for Application (VBA). Благодаря VBA, опытные пользователи могут быстро и легко расширить функционал системы, производить нестандартные расчеты, интегрировать Microsoft Project с другими приложениями, используя объектную модель Microsoft Project.

Инструменты ARIS и Corporate Modeler позволяют проводить комплексное описание всех сторон деятельности компании. В ARIS существует пять основных направлений описания: описание процессов, описание функций, описание данных, описание входных/выходных потоков и описание организации. Casewise видит организацию с шести сторон: структура бизнес-процессов, структура организации, местоположение, структура данных, технологии, приложения.

Основная ценность рассматриваемых инструментов заключается не только в возможности создания модели организации, но и в возможности проведения достаточно глубокого анализа бизнес-процессов. После того как создана модель организации “как есть”, средства ARIS и Corporate Modeler позволяют взглянуть на организацию и понять, где возникли “узкие” места процессов, какие ресурсы неэффективно используются и какие цепочки бизнес-процессов надо поменять. Модули ARIS Simulation и Process Dynamics Modeler& Simulator, входящие в ARIS и Corporate Modeler, соответственно, позволяют в динамике рассматривать различные сценарии выполнения бизнес-процессов, не меняя реальной структуры организации. Иначе говоря, с помощью данных модулей можно проводить анализ «а что, если...», тем самым, получая возможность находить наиболее оптимальный сценарий прохождения процесса.

Из результата анализа следует, что среди рассмотренных систем нет однозначно отвечающей одновременно всем требованиям: отраслевой направленности, требованиям к открытости. Кроме того, высокая стоимость систем (от 7 тыс. долларов) вынуждает прибегнуть к менее затратным способам решения задачи.

Таким образом, актуальным является создание автоматизированной системы анализа и поддержки методов организации управления строительством. Система позволит выявить наиболее проблемные участки и предложить как пути изменения существующих, так и создание новых бизнес-процессов, что в свою очередь должно повлечь за собой повышение качества и скорости производства с одновременным снижением издержек, рост профессионализма сотрудников и повышение конкурентоспособности компании.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.

М.Ю. Дерябин

Норильский индустриальный институт, г. Норильск

Объекты управления металлургического производства, как правило, невозможно описать детерминированными моделями. В процессе управления ими возникают трудности, связанные с неполнотой или недостоверностью информации о состоянии объекта. В этих случаях целесообразно использование нечеткой логики для построения алгоритма управления.

В настоящей работе предлагается система автоматического управления одним из типовых технологических процессов цветной металлургии - восстановлением диоксида серы из отходящих газов плавильных печей. Технология восстановления серы в реакторе-генераторе подробно рассмотрена в работах [1] и [4]. Упрощенная структурная схема объекта управления приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема объекта управления (реактор-генератор): $F_{\text{пр.газ}}$ – расход природного газа на восстановление; $F_{\text{тех.газ}}$ – расход технологического газа; $[SO_2]$ – концентрация серы в исходном технологическом газе; $K_{\text{в}}$ – коэффициент восстановления.

В работе [1] предложен параметр - коэффициент восстановления ($K_{\text{в}}$), показывающий насколько полно прошла реакция извлечение серы. Максимальная эффективность извлечения серы достигается при $K_{\text{в}}=2$, и зависит от количества природного газа на восстановления который подается в реактор-генератор. Необходимое количество газа, рассчитывается по формуле:

$$F_2 = 0,5 \cdot F_1 \cdot ([O_2] - R \cdot [SO_2]) - F_3, \quad (1)$$

где $[O_2]$ - концентрация кислорода в технологическом газе; $[SO_2]$ - концентрация диоксида серы в технологическом газе; R - фактор восстановления, устанавливаемый оператором в диапазоне $0,9 \div 1,5$; F_1 - расход технологического газа на реактор-генератор; F_2 - расход природного газа на восстановление, F_3 - расход топливного природного газа.

Управление расходом по формуле (1) затруднено следующими обстоятельствами:

- при управлении присутствует человеческий фактор (переменная $R_{уст}$ устанавливается оператором вручную и полностью зависит от его опыта).
- алгоритм подачи природного газа несовершенен, так как не учитывается много факторов (в частности, то что химизм реакции гораздо сложнее, чем используемый в алгоритме. Работа реактора рассчитана на то, что содержание серы в технологическом газе будет составлять 17-25%, а на практике входящий технологический газ имеет содержание серы от 35 до 45% и т.д.)

Предлагается автоматическая система, позволяющая вести управление процессом в реальном времени с учетом опыта операторов и статистических данных. Структурная схема системы автоматического управления (САУ) представлена на рисунке 2. Объектом управления ОУ является реактор-генератор. Подразумевая, что требуемая температура процесса (1200-1250⁰С), обеспечивается в обязательном порядке, за управляемую переменную принят коэффициент восстановления K_v , за управляющее воздействие - расход природного газа на восстановление F_2 .

Возмущающие воздействия: расход технологического газа F_1 и концентрация диоксида серы $[SO_2]$. Для одновременного учёта обоих возмущений введём результирующее возмущение $F_4 = F_1 \cdot [SO_2]$. Физический смысл величины F_4 - расход диоксида серы, поступающего в реактор – генератор в составе технологического газа.

Таким образом, получаем двухконтурную систему, состоящую из внутреннего контура регулирования расхода природного газа и внешнего контура регулирования коэффициента восстановления, каждый из которых работает по отклонению. Возмущающими воздействиями на контур регулирования расхода природного газа будут его давление P и температура T . Исполнительный механизм и регулируемый орган - малоинерционные объекты, поэтому можно применить замкнутую систему автоматического регулирования. Фактические значения температуры и давления природного газа должны учитываться при определении текущего расхода природного газа, для чего в системе предусмотрено корректирующее устройство КУ.

В контуре регулирования расхода природного газа на восстановление расчёт регулятора целесообразно выполнить из условия настройки на модульный оптимум [2].

В схему регулирования введено звено верхнего уровня – ВУ. Оно предназначено для расчёта задания расхода природного газа F_p на локальный контур в реальном времени в зависимости от параметров процесса, возмущений и статистических данных о ходе процесса. На рисунке 2 приняты следующие обозначения: F_1 – расход технологического газа; SO_2 – концентрация серы в технологическом газе; F_2 – расход природного газа на восстановление; F_p – рассчитанное на верхнем уровне значение расхода природного газа на восстановление; P – давление природного газа; T – температура природного газа; K_v – коэффициент восстановления на выходе реактора-генератора; ВУ – верхний уровень; РУ – регулирующее устройство; КУ – корректирующее устройство; ИМ – исполнительный механизм; РО – регулируемый орган; ОУ – объект управления (реактор-генератор); ЧЭ1, ЧЭ2, ЧЭ3 – датчики расхода, температуры, давления природного газа; ЧЭ4 – датчик расхода технологического газа; ЧЭ5 – датчик измерения концентрации SO_2 на входе в реактор-генератор; ЧЭ6 – датчик измерения K_v .

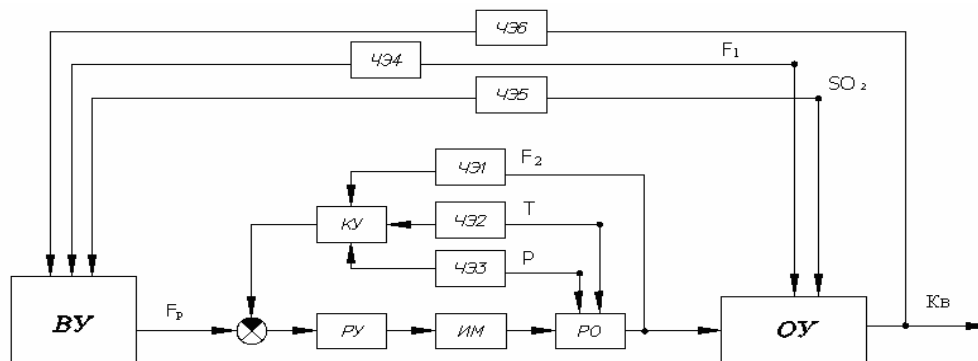


Рисунок 2 – Структурная схема САУ

На верхнем уровне применяется алгоритм Мамдани [3]. Структура системы верхнего уровня представлена на рисунке 3.

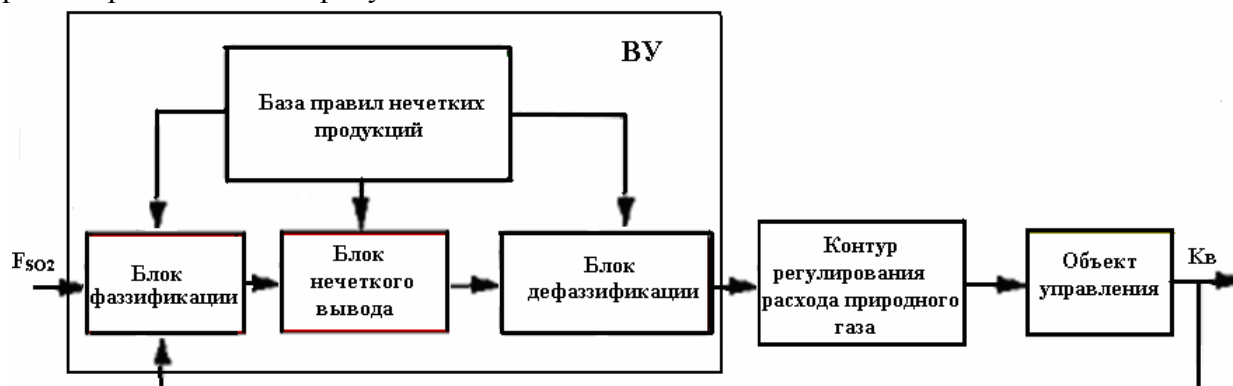


Рисунок 3 – Система регулирования со звеном верхнего уровня

Для разработки верхнего уровня путем обработки статистических данных о ведении процесса построены функции принадлежности для переменных $K_{в}$ и F_4 . На рисунках 4 и 5 приведены функции принадлежности для коэффициента восстановления и расхода диоксида серы. Каждая состоит из 5 термов: ZE – приблизительно ноль, NS - отрицательное малое, NB – отрицательное большое, PS – положительное малое, PB – положительное большое. При этом крайние термы имеют форму простой функции принадлежности Гаусса, а внутренние – двухстороннюю. На вход ВУ поступают сигналы $K_{в}$ и F_4 Блок фаззификации преобразует их в четкие значения функций принадлежности. В блоке нечеткого вывода применяется база правил, которая приведена ниже. При её построении использовались статистические знания по управлению реактором-генератором.

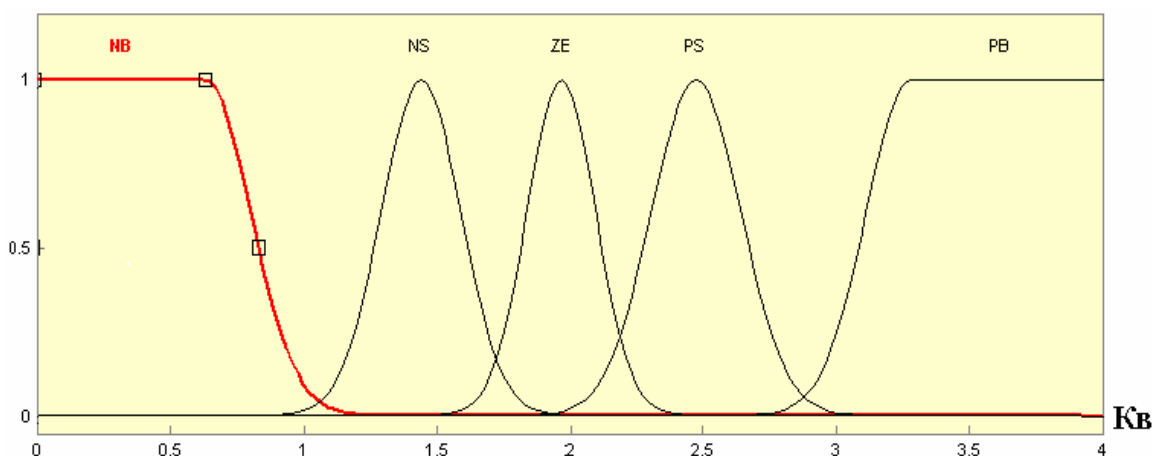


Рисунок 4 – Функции принадлежности коэффициента восстановления

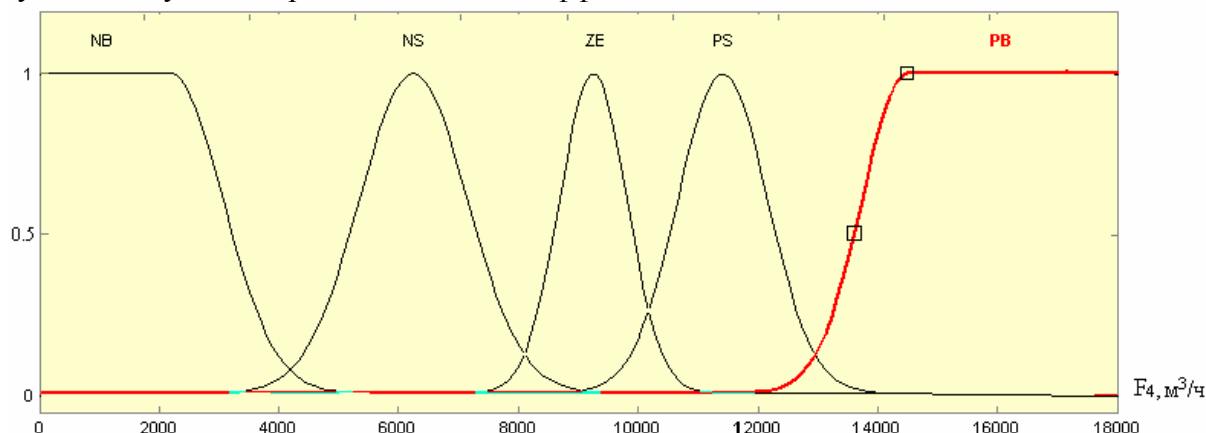


Рисунок 5 – Функции принадлежности расхода диоксида серы

Система нечеткого вывода содержит 25 правил нечетких продукций следующего вида:

- | | |
|--|--|
| 1. If (Kv is NB) and (FSO2 is NB) then (Fp is PB) (1) | 14. If (Kv is ZE) and (FSO2 is PS) then (Fp is NS) (1) |
| 2. If (Kv is NB) and (FSO2 is NS) then (Fp is PB) (1) | 15. If (Kv is ZE) and (FSO2 is PB) then (Fp is NM) (1) |
| 3. If (Kv is NB) and (FSO2 is ZE) then (Fp is PM) (1) | 16. If (Kv is PS) and (FSO2 is NB) then (Fp is PS) (1) |
| 4. If (Kv is NB) and (FSO2 is PS) then (Fp is PS) (1) | 17. If (Kv is PS) and (FSO2 is NS) then (Fp is ZE) (1) |
| 5. If (Kv is NB) and (FSO2 is PB) then (Fp is ZE) (1) | 18. If (Kv is PS) and (FSO2 is ZE) then (Fp is NS) (1) |
| 6. If (Kv is NS) and (FSO2 is NB) then (Fp is PB) (1) | 19. If (Kv is PS) and (FSO2 is PS) then (Fp is NM) (1) |
| 7. If (Kv is NS) and (FSO2 is NS) then (Fp is PM) (1) | 20. If (Kv is PS) and (FSO2 is PB) then (Fp is NB) (1) |
| 8. If (Kv is NS) and (FSO2 is ZE) then (Fp is PS) (1) | 21. If (Kv is PB) and (FSO2 is NB) then (Fp is ZE) (1) |
| 9. If (Kv is NS) and (FSO2 is PS) then (Fp is ZE) (1) | 22. If (Kv is PB) and (FSO2 is NS) then (Fp is NM) (1) |
| 10. If (Kv is NS) and (FSO2 is PB) then (Fp is NB) (1) | 23. If (Kv is PB) and (FSO2 is ZE) then (Fp is NM) (1) |
| 11. If (Kv is ZE) and (FSO2 is NB) then (Fp is PM) (1) | 24. If (Kv is PB) and (FSO2 is PS) then (Fp is NB) (1) |
| 12. If (Kv is ZE) and (FSO2 is NS) then (Fp is PS) (1) | 25. If (Kv is PB) and (FSO2 is PB) then (Fp is NB) (1) |
| 13. If (Kv is ZE) and (FSO2 is ZE) then (Fp is ZE) (1) | |

Цифра один в скобках после каждого правила – весовой коэффициент, показывающий достоверность данного правила.

В блоке дефазификации определяется значение задания на расход природного газа F_p . При этом используются функции принадлежности расхода природного газа, приведённые на рисунке 6 и состоящие из 7-ми термов. Дополнительно введены термы NM и PM – соответственно отрицательное среднее и положительное среднее.

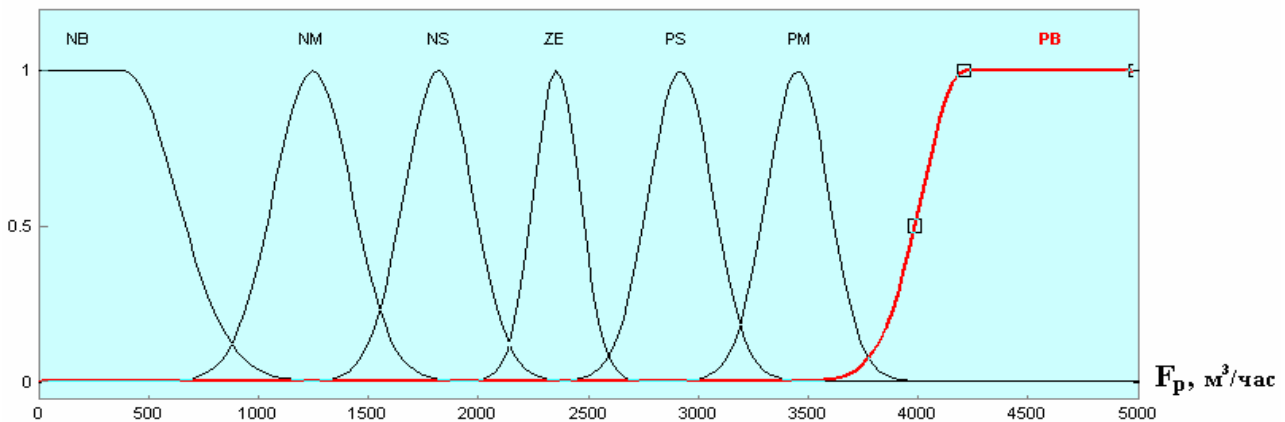


Рисунок 6 – Функции принадлежности расхода природного газа

По структурной схеме системы управления и алгоритму верхнего уровня разработана имитационная модель системы в программе SIMULINK (рисунок 7).

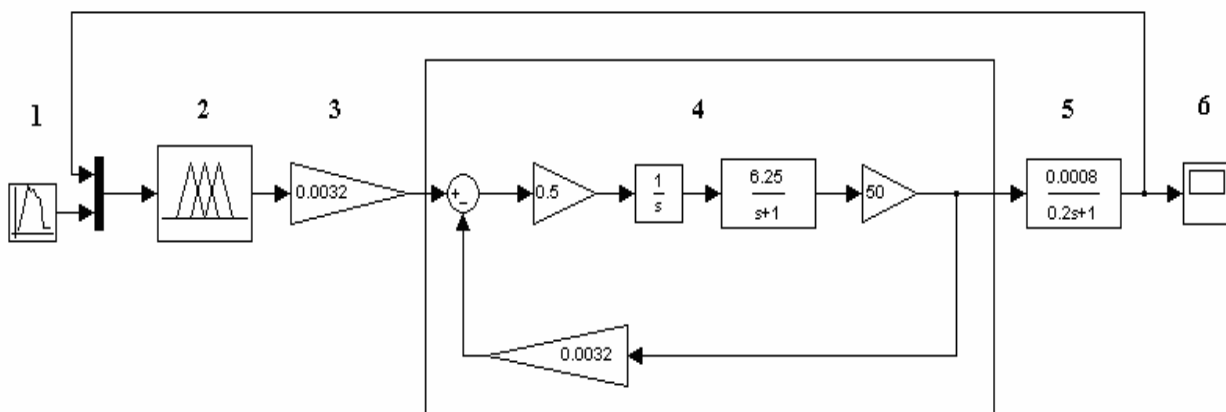


Рисунок 7 – Схема имитационного моделирования в программе SIMULINK: 1 - источник сигнала расхода диоксида серы; 2 – ВУ; 3 - усилительное звено (масштабирующий коэффициент); 4 – контур регулирования расхода природного газа; 5 – реактор-генератор; 6 - осциллограф – звено, с которого снимаются показания

Результаты моделирования представлены на рисунке 8.

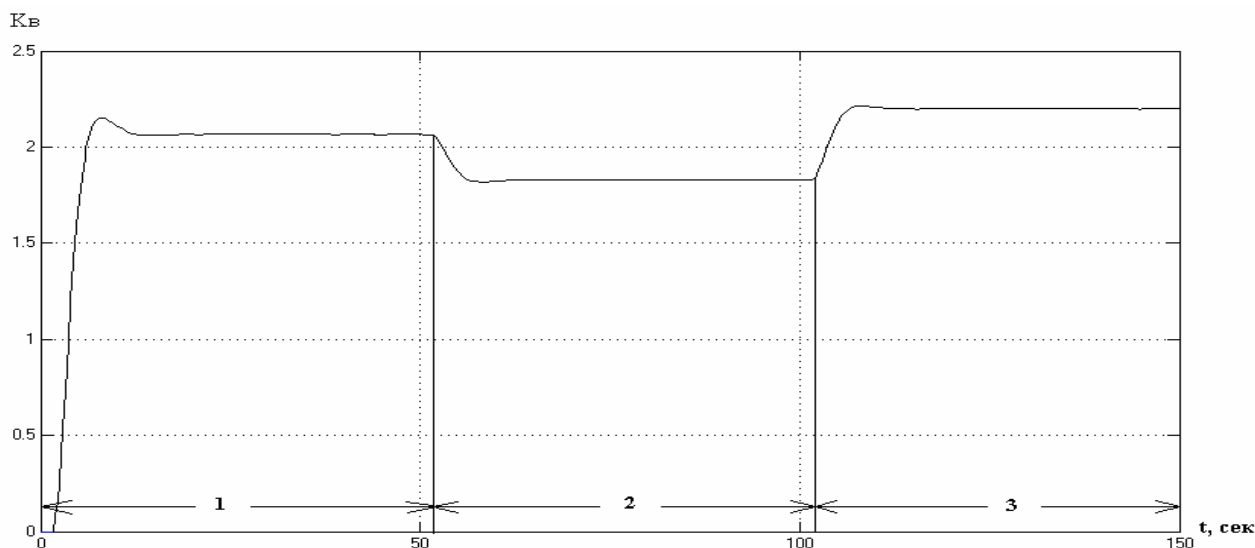


Рисунок 8 – Изменение значения K_v : 1-номинальный режим; 2-увеличение расхода диоксида серы на 10%; 3-уменьшение диоксида серы на 10%.

Литература

1. Утилизация промышленных сернистых газов. Вилесов Н.Г., Большунов В.Г.- Киев. Наукова. думка, 1990. – 136 с.
2. Лукас В.А. Основы теории автоматического управления. М., "Недра", 1977. – 376 с.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.: ил.
4. Технология газовой серы. Грунвальд В.Р. – М.: Химия, 1992. – 272 с.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПИРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

В.А. Захаренко, Д.Г. Лобов, Ю.Ю. Пономарёв

ОмГТУ, г. Омск

Автоматизация высокотемпературных технологических процессов в металлургической, химической, огнеупорной, строительной, стекольной и других отраслях промышленности требует применения надёжных и достоверных преобразователей контролируемой температуры в электрические сигналы, сопрягаемые с ЭВМ и системами регулирования.

Практический интерес представляет диапазон температур от 900 до 2500°C, при этом наибольшие трудности для контактных средств измерения (как правило на основе термопар) представляют задачи измерения температур выше 1600°C. Несмотря на то, что непосредственное измерение температур при помощи термопар имеет ряд достоинств, такие их недостатки как значительная инерционность, нестойкость к агрессивным средам, недолговечность, высокая стоимость термопар из благородных и тугоплавких сплавов привели к росту интереса по применению пирометрических преобразователей в системах автоматизации температурных процессов.

Расчёты спектральной плотности излучения нагретых тел для диапазона температур (900-2500)°C, проведённые с использованием функции Планка, показывают, что для пирометрических преобразователей в этом диапазоне целесообразно использовать широко распространённые, выпускаемые отечественной и зарубежной промышленностью Si-фотодиоды, обладающие спектральной чувствительностью в области (0,4-1,1)мкм.

В Омском государственном техническом университете на основе кремниевого фотодиода широкого применения ФД256 разработан стационарный пирометрический преобразователь для применения его в качестве датчика температуры в диапазоне (900-2500)°С в системах автоматического регулирования и контроля различных технологических процессов.

В преобразователе используется схема включения фотодиода в режиме генератора фототока, в которой нагрузкой является схема преобразователя ток-напряжение (ПТН). Благодаря такому решению удалось значительно повысить помехоустойчивость схемы пирометрического преобразователя к электромагнитным помехам. Значение коэффициента преобразования может достигать 10^6 , поэтому он выполнен на базе прецизионного операционного усилителя типа AD8551.

Температурная стабилизация чувствительности прибора осуществляется путём термостатирования, что обеспечивает минимальную дополнительную погрешность измерений, обусловленную изменением температуры окружающей среды. В термостате кроме фотоприёмника расположена и электронная схема ПТН, что позволило свести к минимуму ошибки измерений, вызываемые температурным дрейфом её элементов. Схема термостатирования обеспечивает поддержание температуры термостата на уровне 50°С с точностью не хуже $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Регулятор температуры – цифровой, пропорционального типа, реализован на базе микроконтроллера, входящего в состав прибора. Измерение температуры в термостате осуществляется интегральным датчиком типа TMP37, в качестве нагревателя используется транзистор КТ973. Время выхода термостата на рабочий режим составляет не более 1 минуты.

Схема обработки сигнала и стабилизации температуры выполнена на базе микроконтроллера ADUC824, имеющего встроенный 24-разрядный сигма-дельта АЦП. Микроконтроллер осуществляет нелинейное преобразование сигнала фотоприёмника в напряжение, из которого формируется стандартный выходной сигнал 4-20 мА, а также обеспечивает выдачу информации об измеряемой температуре в цифровом виде (в стандарте RS-232).

Прибор предусматривает возможность двунаправленного обмена данными с персональным компьютером, либо с переносным блоком управления. Переносной блок управления позволяет в процессе эксплуатации оперативно осуществлять введение поправки на излучательную способность объекта контроля в пределах 0,1...1,0 с дискретностью 0,001 и обеспечивает отображение текущего значения измеряемой температуры.

Программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер, позволяет отображать информацию о температуре контролируемого объекта в виде трендов, производить их запись в архив с целью дальнейшего анализа. Связь пирометрического преобразователя с компьютером осуществляется при помощи специализированного адаптера канала связи через СОМ-порт.

Управляющая программа микроконтроллера построена таким образом, что имеется возможность в пределах полной температурной шкалы прибора выделить необходимый для конкретного применения поддиапазон измерений и растянуть его на всю шкалу выходного сигнала пирометрического преобразователя.

Цифровой выходной сигнал пирометрического преобразователя кроме информации о температуре объекта контроля содержит ряд дополнительных сведений: серийный номер прибора, диапазон измеряемых температур, установленное значение поправки на излучательную способность объекта контроля, температуру термостата. Программное обеспечение прибора позволяет отображать эти данные.

Приведённые технические решения позволили создать пирометрический преобразователь, обладающий основной приведённой погрешностью не более 0,5% в диапазоне измерений (900-2500)°С, с разрешением 1°С. Дополнительная погрешность прибора в диапазоне изменения температур окружающей среды $-20 \dots +50^\circ\text{C}$ не превышает 1%. Показатель визирования прибора составляет величину 1 : 100.

Преобразователи с 2002 года используются в системах автоматического регулирования температуры в реакторах производства технического углерода на Омском заводе технического углерода.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ГЛИНОЗЕМА “СУХОЙ” ГАЗООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВКИ 6 – ОЙ СЕРИИ ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО ЦЕХА БОГОСЛОВСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА, ФИЛИАЛ ОАО “СУАЛ”.

С.А. Зотов *, В.Г. Лисиенко **

* Богословский алюминиевый завод – филиал ОАО “СУАЛ”; г. Красноуральск,
** Уральский Государственный Технический Университет – УПИ; г. Екатеринбург

“Сухая” газоочистная установка 6 – ой серии электролизного цеха Богословского алюминиевого завода была разработана ОАО “Всероссийский Алюминиево – Магниевый Институт” (“ВАМИ”) город Санкт – Петербург для утилизации уловленных фтористых соединений, сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и оздоровления экологической обстановки в районе завода.

Краткое описание технологических процессов “сухой” газоочистной установки 6 – ой серии электролизного цеха БАЗа.

Электролизные газы от пятого и шестого корпусов электролизного цеха поступают по магистральным газоходам в реакторы.

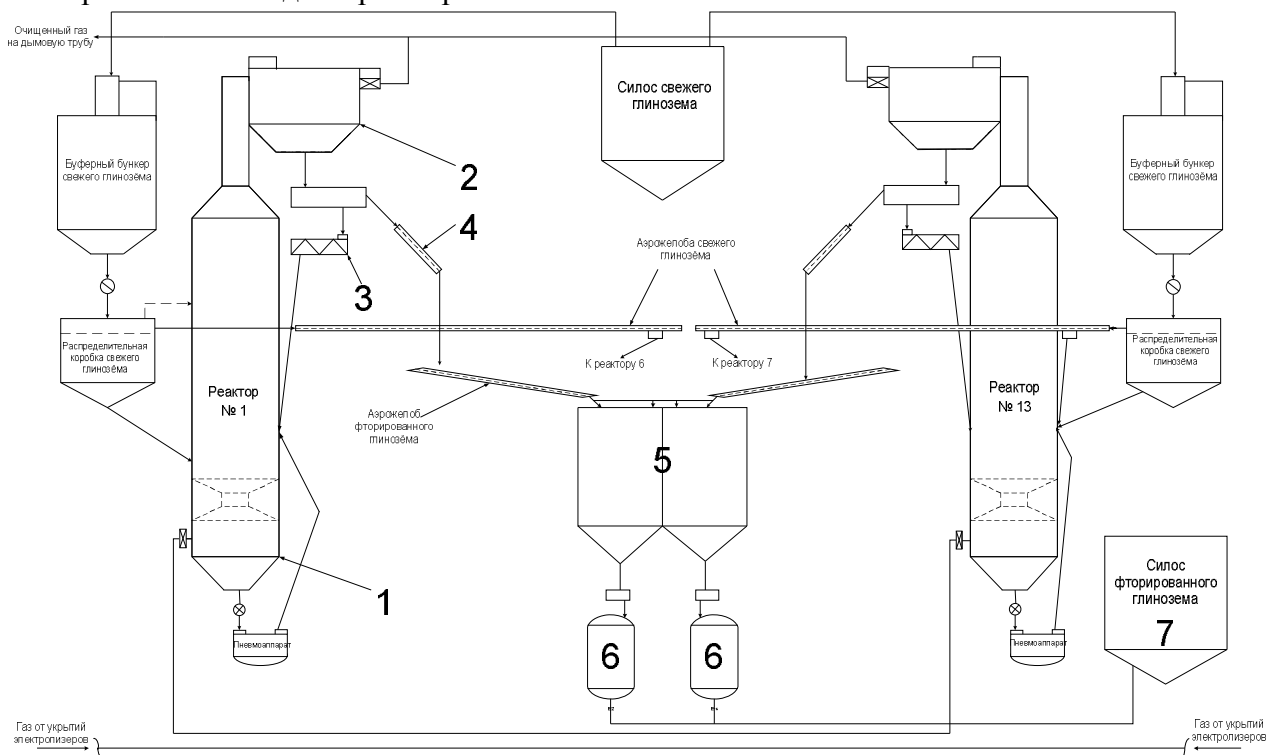
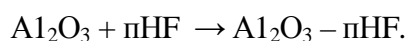


Рисунок 1

Реактор (рисунок 1. позиция 1) представляет собой цилиндрический аппарат с пережимом в центральной части. Газ поступает в реактор тангенциально под пережимом, сюда же над пережимом подаётся свежий и рециркуляционный глинозем, возникает взвешенный слой глинозема с внутренней циркуляцией, характерной для аэрофонтанного режима. Глинозем выносится центральным высокоскоростным потоком газа, затем в результате снижения скорости газа по высоте реактора часть глинозема “отжимается” к стенкам реактора, падает вниз и возвращается в зону более высоких скоростей газа, а остальной глинозем выносится потоком газа в рукавный фильтр.

В режиме аэровзвеси происходит процесс улавливания фтористого водорода оксидом алюминия:



После реактора смесь электролизных газов с глиноземом поступает в рукавный фильтр (рисунок 1. позиция 2), где осуществляется разделение твердой и газовой фаз при фильтрации пылегазовой смеси через фильтрующую перегородку. Принцип фильтрования - снаружи внутрь. При фильтрации фторсодержащих газов через слой глинозема на нетканом материале завершается процесс улавливания фтористого водорода оксидом алюминия, а также происходит улавливание фторидов и смолистых веществ.

Очистка (регенерация) рукавов производится с помощью сжатого воздуха. Пыль с рукавов периодически стряхивается пневматическими импульсами, создаваемыми электропневматическими клапанами по сигналу от микропроцессорного управляющего устройства с частотой, зависящей от величины гидравлического сопротивления фильтра.

Пыль, удаленная с рукавов, осаждается в бункере фильтра и с помощью винтового питателя (рисунок 1. позиция 3) подается частично в реактор на рециркуляцию. Остальная часть фторированного глинозема по отводящему аэрожелобу (рисунок 1. позиция 4) поступает в бункер фторированного глинозема (рисунок 1. позиция 5) и отправляется с помощью камерных насосов ТА-29А (рисунок 1. позиция 6) в электролизные силоса (рисунок 1. позиция 7).



Рисунок 2 – “Сухая” газоочистная установка 6 – ой серии электролизного цеха БАЗа

*Автоматизация “Сухой” газоочистной установки
6 – ой серии электролизного цеха БАЗа.*

Проект автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) “сухой” газоочистной установки 6 – ой серии электролизного цеха БАЗа был выполнен предприятием ЗАО “Автоматизированные Системы и Комплексы” (“АСК”) город Екатеринбург. Исходными данными для проектирования были электротехнический проект и проект КИПиА разработки ОАО “Всероссийский Аллюминиево – Магнийевый Институт” (“ВАМИ”) город Санкт – Петербург. Пусконаладочные работы по вводу в эксплуатацию АСУ ТП газоочистной установки проведены предприятием ЗАО “АСК”, при активном участии работников цеха автоматики Богословского аллюминиевого завода.

АСУ ТП “сухой” газоочистки представляет собой комплекс программно-технических средств (КПТС) реализованных на базе программируемых логических контроллеров SIMATIC S7-300 с полевыми станциями ET200M с использованием стандартных сетей (Profibus, Ethernet) и стандартных протоколов обмена информацией по этим сетям (Ethernet ISO Siemens, TCP/IP).

Для программной реализации алгоритмов управления (рабочих программ пользователя) на контроллере SIMATIC S7-300, используется стандартный инструментальный язык программирования STEP7 версии 5, фирмы SIEMENS.

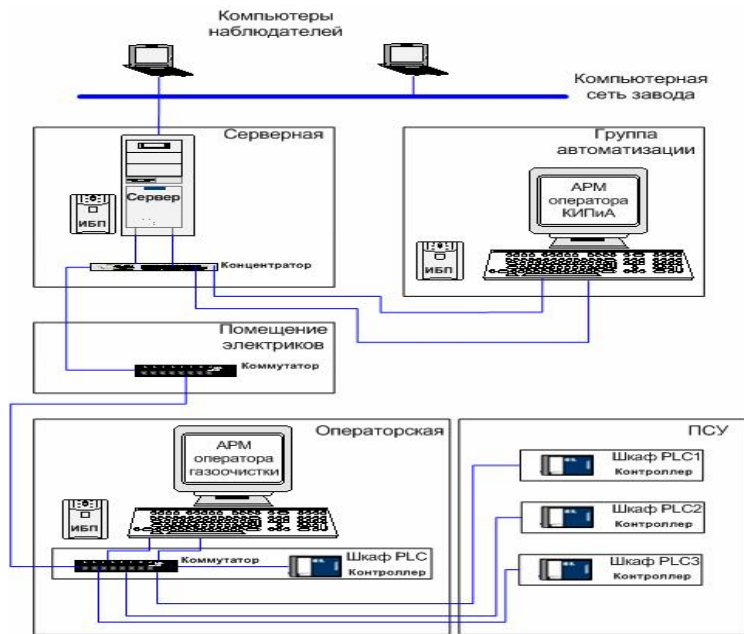


Рисунок 3 – Структурная схема ПТКС

Система визуализации – автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора создана с использованием SCADA – системы WinCC, фирмы “SIEMENS”.

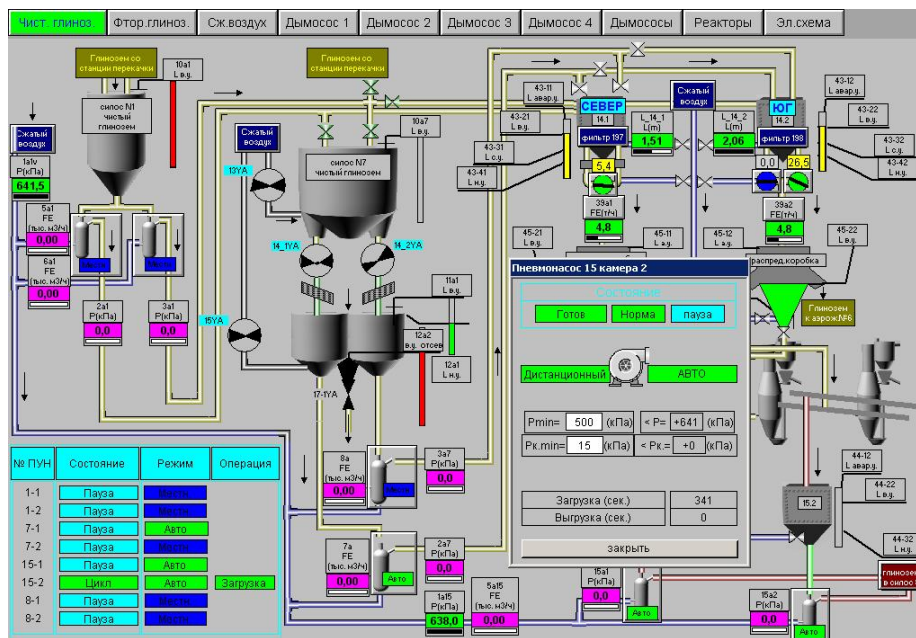


Рисунок 4 – Система управления пневмотранспортом глинозема

Система пневмотранспорта обеспечивает доставку глинозема из силосов чистого глинозема в промежуточные бункера газоочистной установки, а после реакторов и фильтров транспортировку глинозема в силосы фторированного глинозема. Локальная система управления каждого пневматического насоса реализована на логических модулях LOGO! производства фирмы SIEMENS.

Система управления пневматическими насосами имеет 2 режима работы:

1. Местный режим – управление пневматическими насосами осуществляется с местных пультов управления.
2. Автоматический режим, выбирается оператором на местных пультах управления ПУН 15, ПУН 1 и ПУН 7. Пневмонасос включается в автоматический режим при появлении нижнего уровня в бункере и при наличии давления сжатого воздуха к пневмонасосу больше 500 килопаскалей (значение может изменить оператор). При исчезновении нижнего уровня на бункере, пневмонасос выполняет еще один цикл и переходит в паузу, до появления уровня.

Заключение. В результате автоматизации решена проблема промышленной безопасности и охраны труда, так как операции управления технологическим процессом автоматизированы. Что позволяет минимизировать рутинные действия оператора за счет автоматизации процессов сбора, первичной обработки и отображения данных. А также осуществляется оперативный контроль и автоматическая регулировка параметров и управление технологическими процессами в соответствии с заданными технологическими схемами и характеристиками законов управления.

Также автоматизация позволяет выявить предаварийные и аварийные ситуации, оповещать о них оператора в кратчайшее время и предоставить информационную поддержку при расследовании причин аварийных и нестандартных ситуаций, анализировать общие тенденции за счет автоматического документирования получаемых данных и обеспечения режимов просмотра архивов.

Литература

1. АО «ВАМИ», «Сухая газоочистная установка 6 серии электролизного цеха.»: Общая пояснительная записка. Книга 1. 1999
2. ЗАО «АСК», «Сухая газоочистка. АСУ ТП.»: Пояснительная записка. Том 1. Часть 1. 2003
3. ЗАО «АСК», «АРМ оператора. Руководство оператора и программиста.»: Технический отчет. Том 5. 2004

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ЗДАНИЕМ

О.З. Исьянов

ОмГТУ, г. Омск

Интеллектуальное здание можно определить как комплекс автоматизированных инженерных систем здания, аппаратного и программного обеспечения, необходимого и достаточного для эффективного управления системами здания, рационального использования людских и энергетических ресурсов, имеющей конечной целью снижение эксплуатационных расходов при одновременном повышении уровня комфортности и безопасности.

На рисунке показана структура системы управления автоматизированным зданием. Системы жизнеобеспечения здания (электроснабжение, водоснабжение, теплоснабжение, вентиляция) и охрано - пожарная система объединены с помощью структурированной кабельной сети (СКС) и связаны с автоматизированной системой управления зданием. АСУЗ используют корпоративную локально вычислительную сеть (ЛВС) для связи с внешними системами и сетями с мультимедийной системой, Интернет и телефонной сетью.

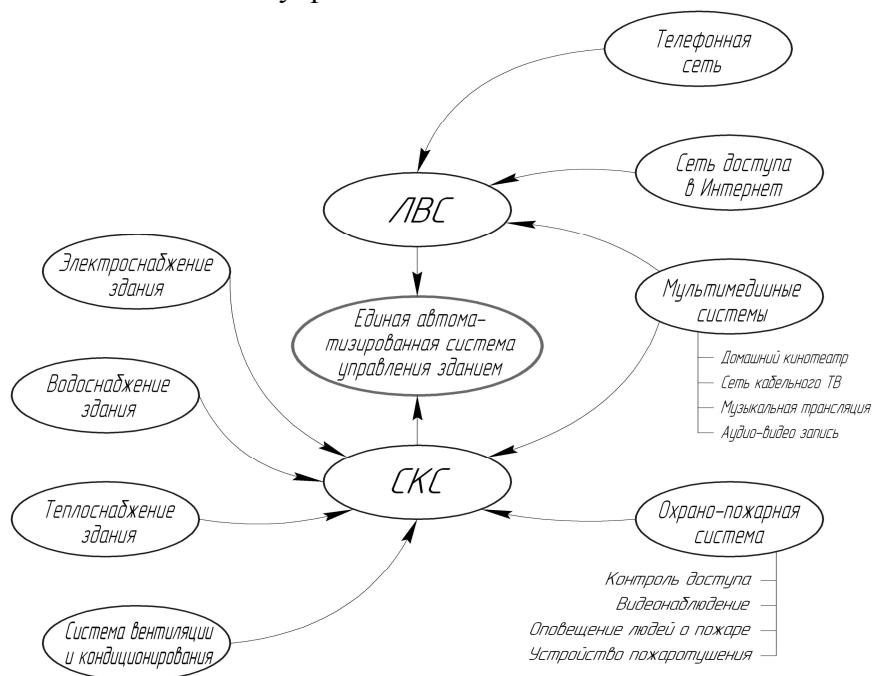
Наибольший интерес автоматизация представляет для торгово – развлекательных комплексов и административно – бытовых корпусов. Для таких зданий некоторые инженерные системы являются обязательными и их применение регламентируются законами РФ: ФЗ от 21.12.1994г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Система управления интеллектуальным зданием в целом базируется на средствах и технических решениях успешно применяемых для автоматизации управления объектами другого назначения и в первую очередь промышленными объектами. Например, фирма Siemens производит средства управления и представляет технические решения автоматизированных систем управления, которые в состоянии решить все задачи, возникающим при управлении интеллектуальным зданием.

Основную проблему при управлении интеллектуальным зданием представляет настройка системы на конкретные задачи управления, то есть задачи разработки алгоритмов управления и соответствующего программного обеспечения для компьютерных средств управления.

При управлении системами здания задачи автоматического регулирования технологических параметров систем и логико – программного управления рабочими

циклами оборудования и систем не исчерпывают всего множества решаемых в реальном времени задач управления. При обеспечении комфорта и взаимодействия с человеком возникает необходимость учета его индивидуальных пожеланий и личного опыта. Алгоритмизация управления в таких условиях только с использованием классических методов теории автоматического управления становится невозможной.



Выходом из положения является использование методов в фазе управления и искусственного интеллекта. Первые позволяют алгоритмизировать нечеткие представления человека о комфорте и управления системами обеспечения комфорта, а вторые – создать самообучающиеся системы, накапливающие опыт управления и совершенствующие алгоритмы управления в процессе функционирования.

Литература

1. Табунщиков Ю.А., Бородач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.: ил.
2. Вроблевский Р.В. Экономическое обоснование автоматизации здания // Автоматизация зданий №1, 2006г., С.9.
3. Богуславский Л.Д., Ливчак В.И., Титов В.П.; Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. Пособие. Под ред.: Л. Д. Богуславского, В. И. Ливчака. – М.: Стройиздат, 2003. - 621 с.: орн.
4. Ковалев В.З., Татевосян А.С., Татевосян А.А., Интеллектуальные информационные системы. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. –100 с.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ УГЛЕПРИЕМА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

С.Ф. Киселев, М.В. Ляховец, С.П. Огнев, Ю.В. Ефремов

*Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк
ОАО «Обогащительная фабрика «Абашевская», г. Новокузнецк*

Добыча угля неразрывно связана с его переработкой – обогащением, поэтому совместно с шахтами и угольными разрезами издавна функционируют обогащительные фабрики. Так обогащительная фабрика «Абашевская» (г. Новокузнецк) имеет более чем сорокалетнюю историю функционирования, что не могло не отразиться на износе как

технологического оборудования, так и оборудования системы автоматизации. Физическое и моральное старение оборудования приводит к увеличению сбоев и аварийных остановов технологического процесса. Данный факт делает актуальной проблему модернизации обогатительных фабрик.

Обогатительная фабрика представляет собой сложный объект с множеством технологического оборудования, поточно-транспортных линий с их территориальным распределением. Технологически завершёнными комплексами фабрики являются комплекс углеприема и углеподготовки со складом рядового угля, главный комплекс, комплекс погрузки со складом готового концентрата.

Модернизируемая система автоматизации управления технологическим комплексом (САУ ТК) углеприема обогатительной фабрики «Абашевская» предназначена для автоматизации управления производственными и технологическими процессами, основным и вспомогательным оборудованием и агрегатами технологического комплекса приема, подготовки и складирования рядовых углей: технологический комплекс, обеспечивающий предварительную классификацию, дробление, транспортировку и загрузку угля в аккумулирующие бункеры; технологический комплекс разгрузки аккумулирующих бункеров, грохочения и транспортировки рядового угля в главный технологический корпус обогатительной фабрики; вспомогательное оборудование и системы, обеспечивающие вентиляцию, аспирацию, откачку дренажных вод.

Целью модернизации является повышение производительности, экономичности и надежности функционирования технологического комплекса. Обеспечение эффективного управления технологическим комплексом углеприема достигается за счёт высокой оперативности и полноты информации о технологических режимах и состоянии оборудования, оперативности принятия и реализации управляющих решений; повышения технологической и производственной дисциплины; сокращения неплановых простоев технологического оборудования и затрат на ремонтно-восстановительные работы.

Система автоматизации управления технологическим комплексом углеприема представляет собой двухуровневую систему. Необходимые средства мониторинга и управления автоматизированными системами размещаются в соответствующих операторских пунктах. Укрупненная структура САУ ТКУ ОФ «Абашевская» представлена на рисунке 1.

Подсистема нижнего уровня – две достаточно автономные системы автоматического управления технологическим комплексом: приема, подготовки и складирования углей (углеподготовка, верх аккумулирующих бункеров); дозирования и транспортировки угольной шихты (низ аккумулирующих бункеров). Подсистема предназначена для решения задач взаимосвязанного управления агрегатами. В пусковом комплексе - это автоматическое управление агрегатами с соблюдением технологического регламента планового пуска/останова и аварийных блокировок агрегатов.

Подсистема реализуется на микропроцессорных программируемых логических контроллерах серии CJ1G корпорации Omron 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 систем измерения и контроля технологических параметров; предусматривается возможность приема стандартных аналоговых и дискретных сигналов; обмен данными между контроллерами по специализированной контроллерной сети Controller Link; обмен данными по информационной сети Ethernet с рабочими станциями верхнего уровня САУ ТКУ; прием данных с конвейерных весов; автоматическое или по командам диспетчера формирование команд пуска/останова агрегатов в соответствии с текущим состоянием процесса и агрегатов, требованиями регламента.

Подсистема верхнего уровня – система автоматизации диспетчерского контроля и управления технологическим комплексом углеприема фабрики обеспечивает: централизованный контроль и мониторинг состояния, дистанционное управление агрегатами

и оборудованием автоматизированного технологического комплекса; дистанционное управление процессом дозирования угольной шихты, формирование заданий на состав и расход угольной шихты; регистрация результатов контроля, диагностики и управления, а также действий оперативного персонала; обмен информацией со смежными системами управления технологическими и производственными процессами фабрики.

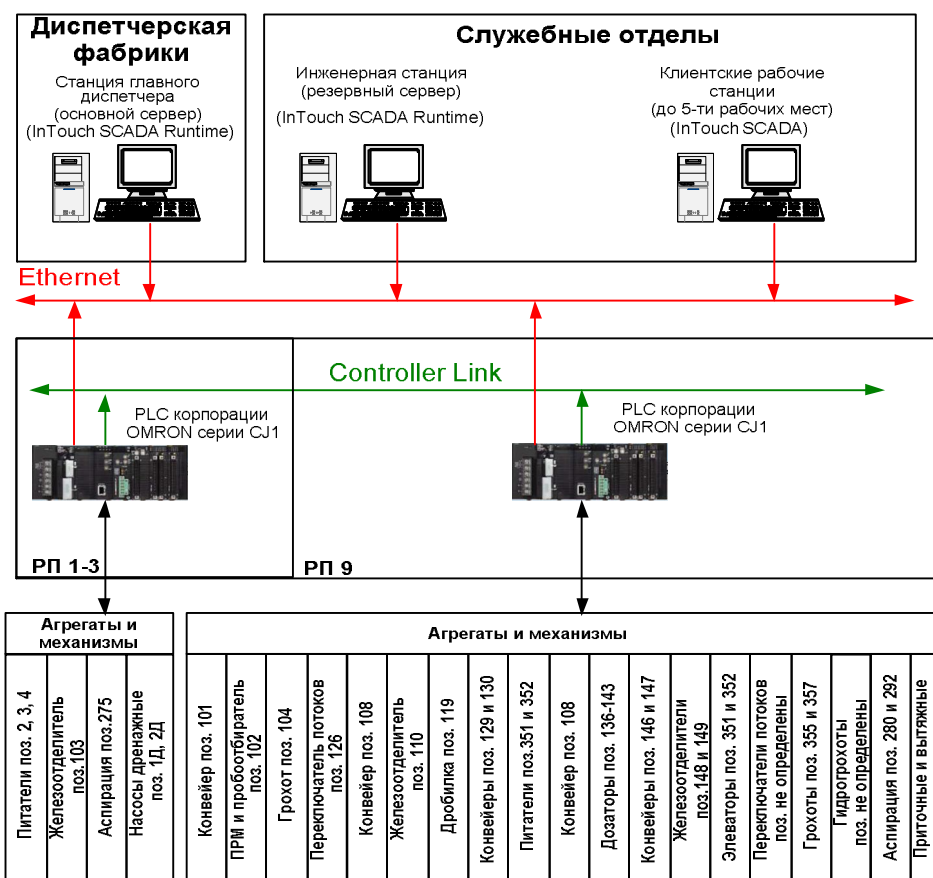


Рисунок 1 – Укрупненная структура системы автоматизации управления технологическим комплексом углеприема ОФ «Абашевская»

Детальная и агрегированная информация о состоянии агрегатов и оборудования, технологических параметрах и характеристиках поступает с нижнего уровня САУ ТКУ. Средства графического интерфейса обеспечивают обобщенное и детальное представление на мониторе рабочей станции диспетчера фабрики информации о состоянии агрегатов и оборудования, технологических параметрах. Соответствующая структура верхнего уровня характеризуется следующими основными решениями:

- верхний уровень реализуется на базе персонального компьютера, выполняющего роль сервера и диспетчерской станции, связанной с контроллерами нижнего уровня сетью Ethernet;
- в качестве программного обеспечения рабочей станции диспетчера, для обеспечения графического интерфейса используется SCADA - пакет InTouch версии 9.0 корпорации Invensys System (торговая марка Wonderware);
- на рабочей станции диспетчера концентрируются данные со всех PLC; дополнительные рабочие станции устанавливаются, по отдельному требованию, для контроля за технологическим процессом (гл. инженер, начальник АСУ и т.д.);
- для внесения корректировок в работу системы используется инженерная станция с предустановленным пакетом разработки InTouch, которая в случае отказа рабочей станции диспетчера принимает все функции на себя.

Применение такого рода двухуровневых систем автоматизирования апробировано на других объектах угольной промышленности и хорошо себя зарекомендовали.

Задача модернизации существующей системы автоматизации осложняется тем фактом, что обогатительная фабрика не закрывается на реконструкцию и не может останавливаться на длительное время, оставаясь действующим производством. В связи с этим какие-либо изменения в структуре и функциях системы должны проводиться в строго ограниченное время плановых остановок обслуживания и ремонта. Таким образом, рациональнее начинать модернизацию системы с формирования и монтажа шкафов с новым оборудованием, учитывая тесную интеграцию устанавливаемого оборудования с существующим. После чего поэтапно (либо по агрегатам, либо по технологическим подсистемам) переносить функции старой системы на новую с обеспечением возможности параллельного функционирования обеих систем. Демонтаж устаревшего оборудования производится в последнюю очередь, только после принятия новой системы в эксплуатацию.

При готовности шкафов контроллеров и прокладки сигнальных линий от щитов управления агрегатами в шкафы PLC осуществляется:

- поочередное включение временных схем управления технологическими агрегатами, которые можно остановить для пуско-наладки; причем необходимо предусмотреть возможность функционирования части агрегатов под управлением старой, а части – новой системы;

- при временной схеме управление модернизируемыми агрегатами переводится на контроллер, однако для целей контроля и управления агрегатами используются сигнальные линии старой системы; общее управление технологическим комплексом и остальными агрегатами остается без изменений, контроль также остается на существующей мнемосхеме; на данном этапе ведется отладка программного обеспечения вводимой в эксплуатацию системы;

- после отладки программного обеспечения контроллеров всех агрегатов, осуществляется перевод на окончательную схему управления агрегатами; при этом убираются все ненужные сигнальные связи;

- по готовности средств управления верхнего уровня (SCADA-системы) осуществляется перевод диспетчерского управления с мнемосхемы на рабочую станцию;

- после отладки работы локальной системы управления каждым агрегатом, осуществляется перевод управления всем технологическим комплексом с помощью контроллеров обновленной системы автоматизированного управления.

Применение такого рода поэтапной модернизации с одной стороны требует больших затрат времени на ввод в эксплуатацию обновленной системы, с другой стороны позволяет проводить все регламентные работы по модернизации системы без длительных остановок технологического оборудования, что положительно влияет на выпуск конечного продукта.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ

А.В. Кобылкин, В.Г. Хомченко

ОмГТУ, г. Омск

В настоящее время нефть, добываемая из скважин, нуждается в обезвоживании перед её транспортированием к потребителям. Поступающий к потребителю продукт не должен содержать более 1% воды, при снижении этого содержания цена нефти повышается, что выгодно производителю.

Процесс обезвоживания нефти осуществляется блоком реагентного хозяйства (БРХ) и сводится к отстаиванию нефти с одновременной подачей реагента Сондем 4401 в нефтяную эмульсию. Расход реагента связан с качеством поступающей нефти и результатом обезвоживания, который зависит от многих параметров. При управлении процессом обезвоживания расход реагента необходимо минимизировать.

На рисунке 1 представлена структурная схема управления блоком реагентного хозяйства цеха подготовки нефти к транспортированию. На вход технологического процесса

поступает нефть из скважины с содержанием влаги Win . Выходом является обезвоженная нефть с содержанием влаги $Wout$.

Содержание влаги в нефти на входе и выходе процесса измеряется и результаты измерения вводятся в управляющий контроллер. Контроллер управляет приводом плунжерного дозатора, подающего реагент Сондем 4401 в нефтяную эмульсию. Система управления обеспечивает стабильное содержание воды в нефти на выходе независимо от качества поступающей нефти и условий протекания процесса обезвоживания.

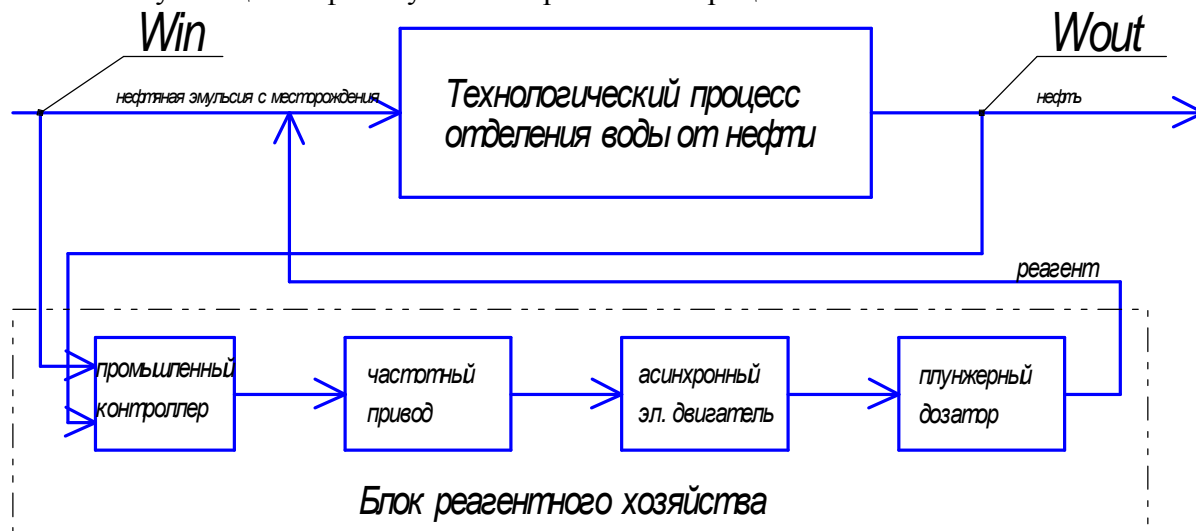


Рисунок 1

Основной трудностью реализации системы управления является формулирование алгоритма управления, поскольку содержание воды в нефти на выходе процесса подготовки зависит от многих факторов и в том числе от условий протекания процесса обезвоживания:

$$Wout = f(Win, Qp, T, t),$$

где $Wout$ – влагосодержание (%) нефти на выходе процесса обезвоживания, Win – влагосодержание (%) нефти, поступающей с месторождения; Qp – количество вводимого реагента; T – температура процесса, t – время процесса обезвоживания.

В настоящее время отсутствуют достаточно обоснованные зависимости, описывающие связь между перечисленными параметрами. Это обстоятельство приводит к необходимости ручного управления процессом обезвоживания и препятствует полной автоматизации технологического процесса обезвоживания. Технолог на основании собственного опыта определяет количество вводимого реагента Qp по результатам измерения величин Win и $Wout$.

Автоматическое управление возможно путем реализации алгоритма действий технолога с помощью программируемого контроллера. Формализованное описание такого алгоритма возможно с использованием методов нечеткой логики и фазы-управления. Нами разработано формализованное описание процесса управления с использованием методов нечеткой логики и фазы-управления.

Для описания параметров процесса на основе обобщения опыта технолога введены лингвистические переменные:

- Win (очень хорошая, хорошая, плохая, очень плохая);
- $Wout$ (хорошая, плохая);
- Qp (мало, средне, много).

Для каждого термина лингвистических переменных предложена функцию принадлежности и решена задача фазификации для контролируемых величин управляемого процесса.

Для определения управления сформулирована база правил нечеткого вывода:

1. Если Win очень хорошая - то Qp мало.
2. Если Win хорошая и $Wout$ хорошая - то Qp мало.

3. Если Win хорошая и Wout плохая - то Qp средне.
4. Если Win плохая и Wout хорошая - то Qp средне.
5. Если Win плохая и Wout плохая - то Qp много.
6. Если Win очень плохая - то Qp много.

Для определения конкретной величины расхода реагента (управляющего воздействия) решена задача дефазификации. Разработанное формализованное описание процесса управления обезвоживанием нефти позволяет разработать управляющую программу для программируемого контроллера и автоматизировать процесс управления блоком БРХ.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГПМ

Д.А. Компанейц, А.Н. Компанейц, А.В. Федотов
ОмГТУ, г. Омск

Основными техническими средствами для автоматического контроля в процессе обработки в гибком производстве являются измерительные системы с измерительными головками (ИГ) касания или отклонения, в которых реализуется координатный способ измерения объектов контроля и которые функционируют с использованием устройств измерения координатных перемещений рабочих органов станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Как правило, при обработке на станках с ЧПУ и в ГПМ возможно только управление настроенностью технологического процесса с помощью коррекции управляющих программ для устройств ЧПУ. Использование в составе автоматизированной системы управления точностью обработки интеллектуального индуктивного измерительного преобразователя позволяет существенно расширить функциональные возможности системы и реализовать достаточно сложные и эффективные алгоритмы выявления и компенсации погрешностей обработки.

На основе выполненных исследований и предложенных принципиальных решений нами разработана интеллектуальная система управления точностью обработки в ГПМ, структурная схема которой приведена на рисунке.

Индуктивная система управления оснащена интерфейсами RS-232, RS-485 и Bluetooth, что позволяет ей обмениваться информацией с другими процессорами в соединении “точка-точка”, а также в локальной вычислительной сети. Связь с индуктивной измерительной головкой осуществляется через инфракрасный порт IrDA, но может осуществляться и через радио-интерфейс Bluetooth.

Порт RS-232 позволяет индуктивной системе взаимодействовать с большинством современных УЧПУ класса CNC, а интерфейс RS-485 позволяет организовать обмен информацией с системами ЧПУ класса PCNC.

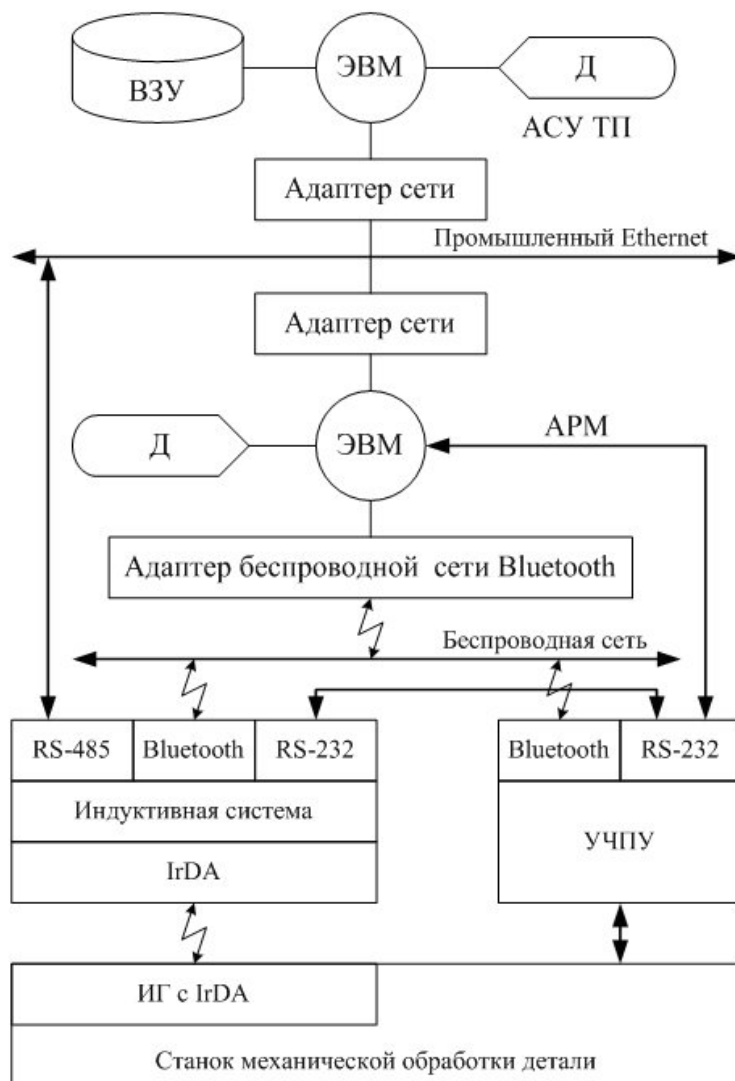
Локальное автоматизированное рабочее место (АРМ) формирует беспроводную локальную сеть с использованием интерфейса Bluetooth. В эту сеть может включаться УЧПУ станка, что существенно расширяет возможности системы. При отсутствии модуля Bluetooth обмен информацией между индуктивной системой и УЧПУ может быть организован через последовательные порты по схеме “точка-точка” или через АРМ, при соединении УЧПУ с последовательным портом ЭВМ.

В системе использована двухкоординатная индуктивная измерительная головка, состоящая из индуктивных модулей. При контакте измерительного наконечника измерительной головки с контролируемой поверхностью в контрольной точке происходит измерение отклонения координаты контрольной точки от расчетного положения. Измерительный блок координат интеллектуального измерительного преобразователя перемещений состоит из двух одинаковых каналов, которые измеряют отклонения координат точек в плоскости XY. Каждый канал осуществляет преобразование измеряемого перемещения по

одной из координат в напряжение пропорциональное отклонению наконечника измерительной головки.

В разрабатываемой системе используется микроконтроллер фирмы Atmel модели AT90S8535. Данный микроконтроллер обладает возможностью перепрограммирования непосредственно в рабочей системе через последовательный SPI-интерфейс до 100000 раз. Это обстоятельство дает возможность записывать тестовые и отладочные программы почти неограниченное количество раз.

Кроме того, микроконтроллер имеет 10-разрядный АЦП с мультиплексором на 8 каналов и 8-разрядный таймер. Этот таймер имеет режимы сравнения и широтно-импульсный модулятор, но главная его особенность заключается в том, что он может работать в асинхронном, от всей системы, режиме, используя дополнительный внешний кварц с частотой 32,768 кГц, что позволяет вести отсчет реального времени в системе.



Предложенная структура и разработанные принципиальные технические приняты для реализации в разработках средств автоматизации предприятия. Реализация предложений позволит повысить уровень автоматизации современных ГПС механообработки и повысить уровень качества технологического процесса ГПС. За счет автоматизированной поднастройки процесса увеличивается время работы ГПС в безлюдном режиме при сохранении требуемого уровня качества продукции.

Литература

1. Компанейц А.Н., Федотов А.В. Применение измерительных головок на обрабатывающих центрах // Измерительная техника. - 1990. - № 9. – С. 24.

2. Федотов А.В. К вопросу управления точностью обработки на обрабатывающих центрах. Автоматизированные станочные системы и роботизация производства: Сб. научн. тр. / Тульский политехн. и-т, 1991. С. 20 -28.

3. Федотов А.В. Анализ динамики процесса измерения координат базовых точек на станках с ЧПУ. Омский научный вестник. – 1999, вып. 8. – С. 81 -83.

4. Ибатуллин А.А., Федотов А.В. Математическая модель контроля обработанной плоской поверхности при обработке на станках с ЧПУ. Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научн.–практ. конф. – Новокузнецк: 2003. – С. 313 – 314.

ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТНОСТИ ПО МСФО СРЕДСТВАМИ SAP BW

Е.В. Король

ОАО ЗСМК, Новокузнецк

Данная работа является продолжением темы: “Внедрение учета основных средств по МСФО в системе SAP R/3”, по результатам которой у специалистов МСФО появилась возможность формировать стандартные отчеты SAP. Однако в процессе эксплуатации учета основных средств по МСФО стало ясно, что **требуется создание новых отчетов - более сложных и гибких, чем отчеты, поставляемые стандартом SAP**. Для удовлетворения информационных потребностей пользователей в систему SAP встроен язык АВАР. Однако, при написании отчетов на языке АВАР возникают следующие сложности:

1. *Схема данных системы SAP очень сложна.* Она содержит множество таблиц в отношениях между которыми не так-то просто разобраться. Данные находятся внутри системы, и извлечь их для анализа довольно сложно.

2. *Снижение производительности системы.* Объединение множества таблиц в одном отчете может резко снизить оперативность конечного документа.

3. *Много времени отнимает проверка подлинности данных.* Разные отчеты, основанные на одних и тех же данных, дают разные ответы на одни и те же вопросы, такой разницей возникает из-за разного подхода к объединению информации из множества таблиц.

4. *Большие временные и материальные затраты* на создание отчетов.

В такой ситуации, особое значение приобретают хранилища данных. В качестве хранилища информации на ЗСМК принято решение, для создания отчетности по МСФО, использовать программный продукт *SAP BW - это хранилище бизнес-информации*: комплект интегрированных компонент, предназначенных для сбора, хранения, анализа и администрирования данных.

Отличительными особенностями BW является:

1. Высокая степень интеграции
2. Способность визуализировать все шаги информационной модели
3. Возможность быстрого получения нестандартных отчетов
4. Отсутствие необходимости ориентироваться в сложных взаимосвязях таблиц
5. Ослабление зависимости пользователей от дорогостоящих ресурсов программирования

В системе SAP BW используется следующая терминология. Объекты бизнес-анализа называются *инфо-объектами*, которые в свою очередь подразделяются на *признаки* и *показатели*. *Показатели* - это все поля данных, используемые для хранения значений стоимости или количества. *Признаки* - поля данных, в разрезе которых характеризуются показатели. *Инфо-провайдер* - это общее название объекта, на котором строятся отчеты. *Business Explorer* предназначен для создания и просмотра аналитических отчетов над данными информационного хранилища SAP BW.

Далее, рассмотрим процесс реализации отчетов по МСФО в системе SAP BW на ЗСМК. Условно его можно разделить на 6 этапов.

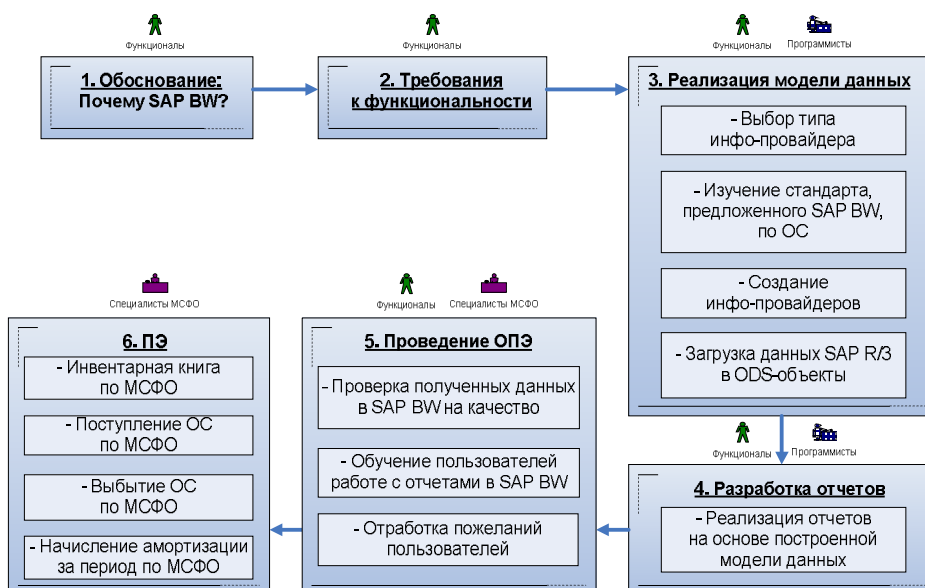


Рисунок 1 – Процесс реализации отчетов по МСФО в BW

Рассмотрим данную схему более детально.

1 этап - Обоснование. Решение обосновано тем, что данная система:

1. *Не требует дополнительных материальных затрат на приобретение.* SAP BW входит в ранее приобретенный пакет продуктов MySAP.com

2. *Разгружает исходную систему.* Доступ к данным осуществляется независимо от исходной системы, тем самым объединение множества таблиц в одном отчете не снижает резко оперативность конечного документа.

3. *Возможность быстрого получения нестандартных отчетов.*

На **2 этапе работ**, в целях получения полной информационной картины для создания модели данных - функциональной группой разработаны *требования*. Если что-то упустить на этой стадии, то проект стартует в уменьшенном объеме и с урезанной моделью данных, что может в дальнейшем привести к невозможности создания какого-то вида отчета. Данные требования содержали следующие *разделы*:

1. Описание глоссария терминов
2. Анализ структуры всех требуемых отчетов
3. Перечень исходных таблиц и взаимосвязи между ними
4. Правила определения признаков и показателей
5. Перечень входных параметров
6. Оценка объема данных и периодичность их обновления.

Описание глоссария необходимо для использования единой терминологии. Далее, для проектирования модели данных был проведен анализ структуры всех требуемых отчетов. Определен перечень исходных таблиц и взаимосвязей между ними. Указаны правила определения признаков и показателей. Для каждого отчета описан перечень входных параметров. При оценке объема данных определено их приблизительное количество. Вопрос периодичности обновления согласовывался функционалами со специалистами МСФО, в результате чего приняли решение - обновление проводить раз в сутки. Также, учтено условие гибкости создаваемой модели. При определении общего условия сбора данных предусмотрели возможность построения отчетов не только в разрезе учета МСФО, но и бухгалтерского и налогового учетов.

Следующий. **3 этап - Реализация модели данных**

1. Для начала нужно определиться с *типом инфо-провайдера*, на котором в дальнейшем строить отчеты. Для этого, необходимо исходить из его *назначения*. В качестве типа инфо-провайдера выбран - ODS-объект, так как отчеты должны отображаться в разрезе номеров основных средств, а также должно выполняться требование к обновлению модели данных.

ODS-объекты - представляют собой плоские таблицы и предназначены для хранения данных на уровне документа и используются для создания детальных отчетов в BW. Обновление ODS-объекта происходит на “дельту”, т. е. только по новым записям или измененным за анализируемый период.

2. Во многом отчетность на предприятии зависит от его вида деятельности. В связи с этим SAP предусмотрел в стандартной конфигурации BW наличие Business Content - это готовая модель, содержащая все объекты, которые позволяют быстро конструировать отчеты (экстракторы, инфо-объекты, инфо-кубы, роли, рабочие книги).

В Business Contentе имеется раздел функционального модуля “Учет основных средств”, который содержит стандартные инфо-объекты, при необходимости их можно изменить или дополнить под индивидуальные требования.

Так как в качестве модели данных выбрали - ODS-объект, то были *проанализированы стандартные ODS-объекты на наличие необходимых для построений отчетов признаков и показателей*.

3. Для возможности построения нашей модели данных необходимо выбранные стандартные ODS-объекты дополнить признаками МСФО. По результатам работы группой Спецразработка создано три собственных ODS-объекта.

4 этап. После создания собственных ODS-объектов необходимо их заполнить данными из системы SAP. Далее представлен процесс загрузки ODS-объектов.

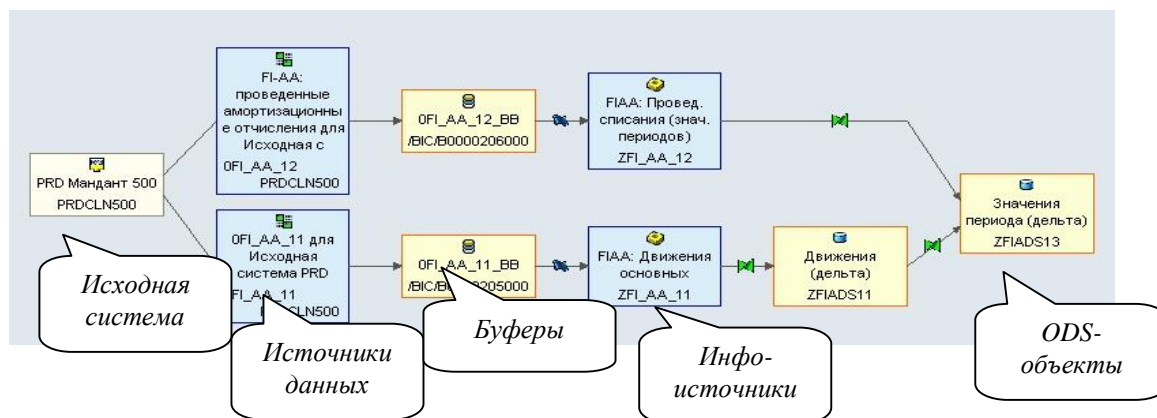


Рисунок 1 – Поток данных в ODS-объект

В качестве исходной системы выступает продуктивная база PRD системы SAP R/3. Стандартные экстракторы (программы на языке АВАР для передачи данных), содержащиеся в R/3, расширены на признаки МСФО. Эти *Экстракторы* передают структурированные данные в *Источники данных* - структуры, соответствующие экстракторам.

На следующем этапе - данные передаются в *Буферы*, где они сохраняются. В процессе передаче могут возникнуть ошибки, в такой ситуации существует возможность корректировки данных (вручную или программно) в буфере. Далее, по определенным правилам переноса, данные передаются в *Инфо-источники*. И уже отсюда, согласно *правилам обновления* (программа на языке АВАР) новые или измененные данные разносятся в *ODS-объекты*

5 этап. После того, как данные загружены в *ODS-объекты* для создания отчета необходимо создать запрос в Query Designer. Запрос в *Query Designer* условно делится на **шесть областей**: 1 - *Дерево каталогов* - отображает все доступные объекты. 2 - определяются столбцы отчета. 3 - строки отчета. 4 - *Произвольные признаки* используется для выбора значений фильтра в отчете. 5 - *Фильтр* - содержит признаки, которые используются как глобальные фильтры. 6 - отведена для предварительного просмотра результатов запроса. Запрос строится методом перетаскивания требуемых признаков и показателей в области *Фильтр*, *Строки*, *Столбцы* или *Произвольные признаки*.

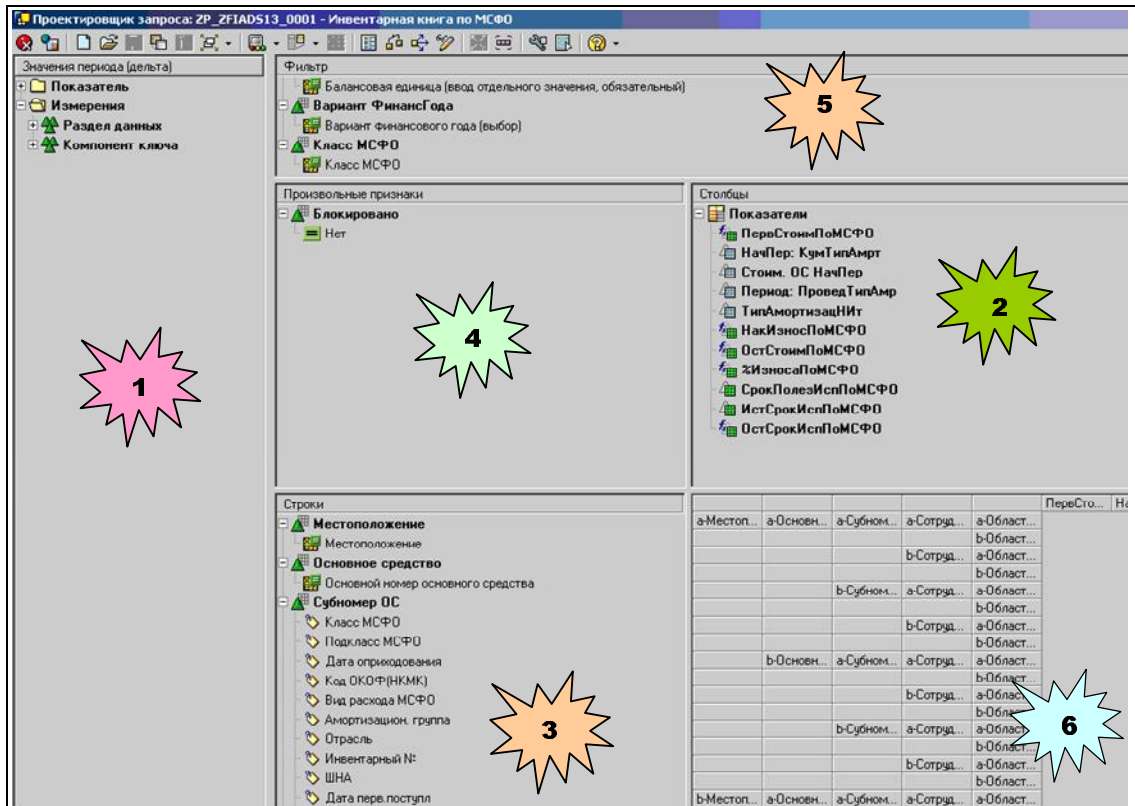
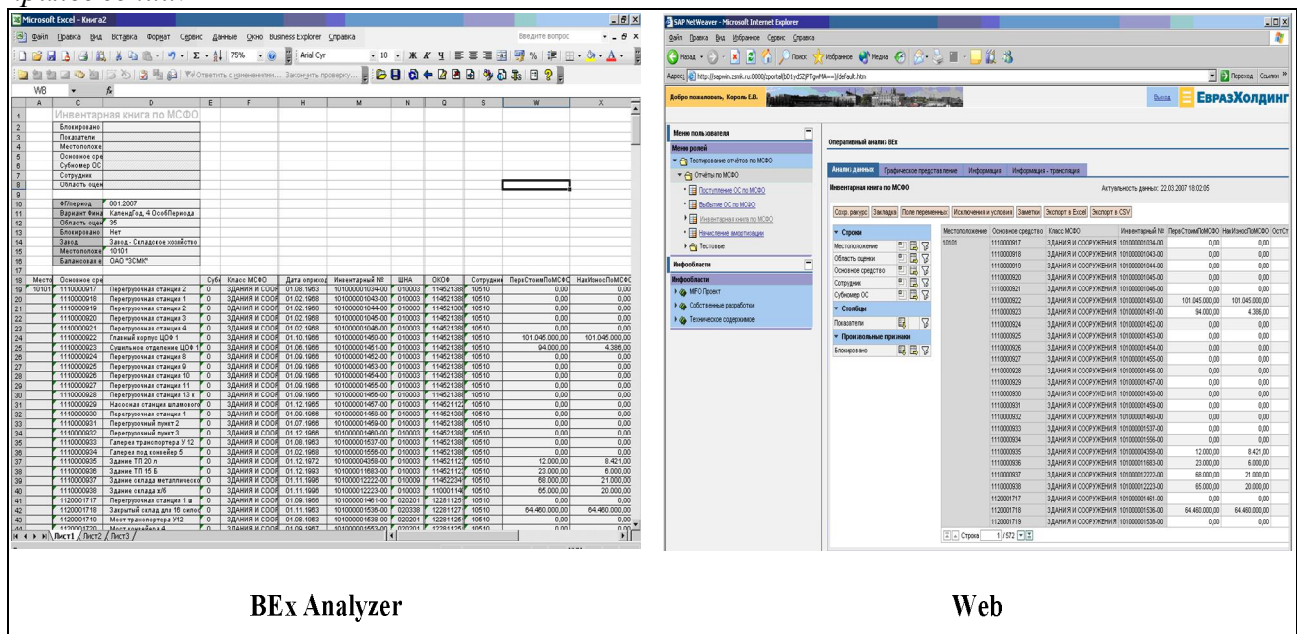


Рисунок 2 – Построение запроса

После чего, можно анализировать результат, используя *BEx Analyzer* или в *Web-приложении*.



BEx Analyzer

Web

Рисунок 3 – Представление отчетов в **BEx Analyzer** и в **Web**

6 этап. По завершению работ создания отчетов в BW принято решение о проведении ОПЭ. На данном этапе функциональной группой проведена проверка полученных данных в SAP BW на качество и далее обучение пользователей работе с отчетами в BW. Для большего усвоения информации и оценки полученных результатов сотрудникам МСФО предоставили доступ к тестовым отчетам, где были продемонстрированы возможности BW.

7 этап. По результатам ОПЭ учтены пожелания специалистов МСФО и принято решение о сдаче в ПЭ системы формирования отчетов МСФО в SAP BW.

ПОДСИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

А.Е. Кошелев, Н.А. Кравцов

Кузбасская государственная педагогическая академия, г. Новокузнецк

С каждым годом технология производства стали модернизируется, подстраиваясь под новые требования, предъявляемые к качественным характеристикам выпускаемой продукции. Требуемые качества товару придают не отдельные действия сотрудников или технологических агрегатов, а упорядоченные множества действий- процессов.

Высокоэффективный способ производства стали по технологической схеме сталеплавильный агрегат - машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) в последнее время получил широкое распространение. Это можно объяснить преимуществами нового прогрессивного процесса (увеличение выхода годного продукта, снижение себестоимости металла, повышение производительности и механизация труда и др.)

Необходимость в увеличении производительности МНЛЗ, в расширении марочного и размерного сортамента разливаемого металла, а так же в повышении скорости разливки стали, привели к необходимости широкого использования систем автоматизации для ведения процесса. Технологическая структура современных МНЛЗ применительно к задачам автоматизации в настоящее время определилась достаточно твердо.

Для оптимального ведения процесса непрерывной разливки стали на МНЛЗ предусматривается автоматический контроль ряда технологических параметров, таких как масса металла в сталеразливочном ковше, масса (уровень) металла в промежуточной емкости, температура металла в сталеразливочном ковше, уровень жидкого металла в кристаллизаторе, усилие вытягивания непрерывного слитка из кристаллизатора, толщина оболочки непрерывного слитка, и глубина жидкой фазы, температура поверхности непрерывного слитка, скорость вытягивания слитка, частота качания кристаллизатора, расход воды на кристаллизатор и секции зоны вторичного охлаждения, перепад температур охлаждающей воды в кристаллизаторе, общая длина отлитой заготовки, мерная длина и др. [1].

Реализация комплексной АСУ ТП непрерывного литья заготовок может позволить существенно снизить себестоимость, а также решить целый ряд других технологических, экономических и организационных задач современного производства непрерывнолитой заготовки [2].

В условиях производства рельсов из непрерывнолитой заготовки особую актуальность приобретает задача автоматической стабилизации уровня металла в кристаллизаторах МНЛЗ. Попытки использовать здесь самые разнообразные методы измерений привели к распространению метода с применением радиоактивных источников, излучение которых используется для просвечивания кристаллизатора с жидким металлом. Этот метод применяется в настоящее время на МНЛЗ ЭСПЦ-2 ОАО Новокузнецкого металлургического комбината (ОАО "НКМК"), он основан на изменении интенсивности γ -излучения, просвечивающего кристаллизатор с металлом. На других металлургических предприятиях СНГ также наибольшее распространение получили радиоизотопные датчики измерения уровня металла в кристаллизаторе - ДУМ, как наиболее компактные и поддающиеся встройке в конструкцию кристаллизатора. Современные изотопные ДУМ состоят из источника излучения (Co^{60} , Cz^{137}) и точечного приемника излучения, расположенного в стенках кристаллизатора. Изотопные ДУМ позволяют измерить уровень металла в кристаллизаторе до 180 мм от среза кристаллизатора при точности поддержания уровня по разным источникам: от ± 5 мм до ± 3 мм.

Недостатки изотопных ДУМ: уровень собственного шума радиоизотопного датчика относительно высок, его стандартное отклонение составляет около 1,5-2мм; шум датчика хорошо виден при пустом кристаллизаторе перед началом разливки, система стабилизации принципиально не может обеспечить ошибку стабилизации меньше уровня собственного шума датчика, высокая радиационная опасность, нелинейность характеристики; чувствительность к шлакообразующей смеси.

Достоинства изотопных ДУМ: конструктивная и технологическая “отработанность” приемника, излучателя и узлов встройки в кристаллизатор; простота эксплуатации; простота калибровки, нечувствительность к электромагнитным полям (возможно совмещение с системой перемешивания металла в кристаллизаторе).

При всех достоинствах данного метода в настоящее время ведется разработка и внедрение более точных и надёжных методов измерения уровня, например, фирмами “Concast” (“Конкаст”) Швейцария, и “Clesid” (“Клесид”) Франция, разработаны системы на основе датчика инфракрасного излучения для определения уровня металла в кристаллизаторе, который располагается на разливочной площадке и механически не связан с кристаллизатором. Предложенный измеритель уровня по данным фирм-разработчиков, отличается простотой и надёжностью, работает независимо от состояния поверхности ванны жидкого металла в кристаллизаторе (наличие шлаковых смесей, выбросы пламени и т.д.). Система используется в настоящее время на ряде сортовых МНЛЗ заводов Италии, обеспечивая точность измерения уровня ± 10 мм [3, 4]

В России перспективную систему измерения уровня металла предлагает фирма “ТЕХНОАП”, в этой системе используется электромагнитный токовихревой датчик, не содержащий радиоактивных веществ. Это, с одной стороны, обеспечивает более высокую точность измерения уровня металла, за счёт меньшего уровня случайной составляющей в выходном сигнале датчика и нечувствительности датчика к уровню шлакообразующей смеси (на которую реагирует изотопный датчик), прикрывающую мениск, с другой стороны, существенно облегчает условия использования, хранения и утилизации, по сравнению с изотопными датчиками. Существенным недостатком такой системы измерения является ее чувствительность к внешним электромагнитным полям, и поэтому если на МНЛЗ используется система электромагнитного перемешивания металла, то применение электромагнитных ДУМ осложнено установкой системой экранирования электромагнитных полей.



Рисунок 1 – Внешний вид датчика ДУМ-08

Так как на МНЛЗ ЭСПЦ-2 не используется система электромагнитного перемешивания металла, то предлагается в разрабатываемой подсистеме регулирования уровня использовать систему измерения уровня на основе технических средств, предлагаемых фирмой «ТЕХНОАП».

Датчик уровня металла ДУМ-08 предназначен для измерения уровня металла в кристаллизаторах МНЛЗ при работе в составе системы автоматического поддержания уровня. Конструкция датчика предполагает его встройку в воротник кристаллизатора (рисунок 1).

Датчик обладает следующими преимуществами по сравнению со штатным датчиком (ДУМ-07):

- *Упрощение работы технологического персонала:* нет необходимости устанавливать датчик и снимать его при замене погружного стакана.
- *Улучшение условий работы с кристаллизатором:* зеркало металла полностью открыто для наблюдения и подсыпания шлакообразующей смеси.
- *Повышение надежности кабельной и воздушной трассы датчика:* электрический кабель и шланг с воздухом прокладывается под разливочной площадкой и не подвергается воздействию искр и брызг металла, кроме того, кабели не мешают работе на разливочной площадке.
- *Увеличение информативности системы "Уровень":* появляется возможность получения информации о изменениях уровня металла во время замены разливочного

стакана, при перековшовке, а также в других ситуациях, когда штативный датчик необходимо снимать с кристаллизатора.

Испытания электромагнитного датчика ДУМ-08 проводились с 23 января 2003 в кристаллизаторе МНЛЗ №4 Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК). Основные метрологические характеристики электромагнитного датчика (коэффициент преобразования и уровень металла в кристаллизаторе, при котором он считается наполненным на 100%) были установлены равными соответствующим показателям изотопного датчика. Электромагнитный датчик был дооснащен аналоговым выходом в виде тока 4-20 мА. Через этот выход электромагнитный датчик подключался к системе стабилизации уровня металла вместо радиоизотопного датчика. В процессе разливки была предусмотрена возможность переключать датчики, используемые для управления уровнем металла в кристаллизаторе. Во всех режимах работы системы стабилизации уровня показания обоих датчиков регистрировались синхронно быстродействующей цифровой измерительной системой. Данные измерений в виде абсолютных значений уровня металла, отмеренных от верхнего среза медных плит кристаллизатора, выраженные в миллиметрах сохранялись в архиве.

Наилучший результат был достигнут при работе с электромагнитным датчиком. Стандартное отклонение уровня металла в кристаллизаторе, измеренное электромагнитным датчиком уровня, на указанном временном интервале менее 1 мм. Аналогичный параметр сигнала радиоизотопного датчика на том же временном интервале немного превышает 2 мм. На представленном фрагменте (рисунок 2) хорошо видны моменты подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор. После подачи шлакообразующей смеси выходной сигнал изотопного датчика резко возрастает и далее медленно уменьшается по мере ее расхода.

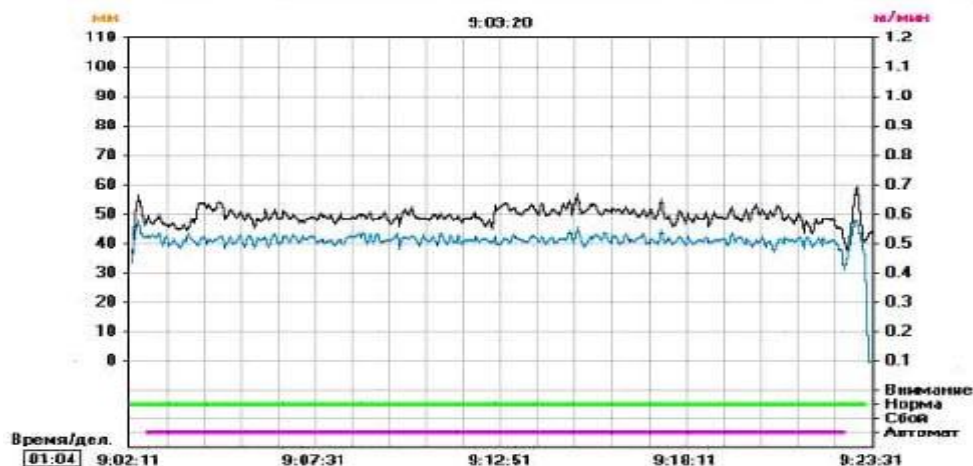


Рисунок 2 – Фрагмент архивной записи окончания разливки металла

По результатам испытаний можно сделать вывод о преимуществе электромагнитного датчика над традиционным радиоизотопным датчиком [5].

При ручном стабильном поддержании уровня металла в кристаллизаторе амплитуда колебания достигает до 5 мм и скорость изменения уровня составляет 1...3мм/сек и в случае разливки в автоматическом режиме амплитуда колебания не превышает 2мм, а скорость изменения уровня составляет не более 0,5мм/сек. Малые колебания уровня металла приводят к снижению вероятности подвисания корочки слитка в кристаллизаторе.

Так, при разливке стали, наиболее склонной к прилипанию корочки слитка к стенкам кристаллизатора электротехнической трансформаторной стали, содержащей кремния около 3% и легированной азотосодержащими материалами, с устройством автоматического поддержания уровня металла, будет значительное снижение числа подвисаний. Что так же позволит снизить количество прорывов при разливке этой стали по подвисанию.

Одним из основных требований, предъявляемых по системе качества к технологии производства рельсовой стали для соответствия требованиям российских и международных стандартов, является обязательная автоматическая стабилизация уровня металла в

кристаллизаторах. Некачественное поддержание уровня приводит к возникновению “поясов” в слитке, “прорыву” металла, переливу через кристаллизатор, появлению неметаллических включений в заготовке, поэтому в соответствии с проведенным сравнительным анализом целесообразно использовать электромагнитные датчики. Так как на МНЛЗ ЭСПЦ-2 не используется система электромагнитного перемешивания металла, при модернизации автоматизированной системы управления МНЛЗ предлагается в подсистеме регулирования уровня использовать систему измерения уровня на основе технических средств, предлагаемых фирмой “ТЕХНОАП”, а именно датчик уровня металла ДУМ-08.

Литература

1. Труды шестого конгресса сталеплавильщиков А.П.Евтеев А.Лженатов (НПО "Техносталь", ГУП "Зарубежчермет-Арсенал"). Москва.: 2001г.
2. Краснов Б.И. Автоматизация МНЛЗ в СССР и за рубежом.- М.: 1983,29 с. (Обзорная информация / Ин-т “Черметинформация”, серия “Автоматизация металлургического производства”, вып. 4).
3. А.с. № 603489 СССР, Система поддержания уровня металла в кристаллизаторе установки непрерывной разливки стали / Бандурин В.С., Николаев В.П., Одинокоев А.И. и Петухов В.П. / Заяв. 30.06.76; Оpubл.25.04.78, бюл. №15.
4. А.с. № 590077 СССР. Система управления уровнем металла в кристаллизаторе машины непрерывного литья / Бандурин В.С., Колесников И.В., Мавашев А.У., Николаев В.П., Одинокоев А.И. и Петухов В.П. / Заяв. 03.04.75; Оpubл.30.01.78, бюл. №4.
5. <http://www.technoap.ru>

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В РАБОТЕ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

А.Е. Кошелев*, А.Л. Блумбах**

**КузГПА, г. Новокузнецк, **РУСАЛ-Новокузнецк, г. Новокузнецк*

Одним из существенных показателей работы корпуса электролизеров, кроме выхода алюминия по току, является сортность получаемого металла в электролизерах (качество металла). Во многом зависящего от конструкции электролизера, ведения технологического процесса и формы рабочего пространства электролизера. Последние два параметра взаимосвязаны, поскольку, как ведение технологического процесса может сказаться на сроке эксплуатации электролизера, так и время работы и состояние рабочего пространства электролизера сказывается на производительности и характере ведения технологического процесса [1,2].

Одной из проблем при ведении технологического процесса получения алюминия электролитическим способом, является износ конструктивных элементов электролизера, вследствие нарушения нормального течения технологического процесса. И как итог, ухудшение сортности металла и возможность прорыва расплавленного металла и электролита в «землю» (или шинные каналы). В свою же очередь это может стать причиной более серьезной аварии не только для конкретного электролизера, но и для всей серии электролиза.

Широкое развитие методов и техники АСУТП на предприятиях алюминиевой промышленности в последние годы открывает пути для развития методов автоматического обнаружения технологических нарушений на ранней стадии их развития и существенного повышения эффективности современных систем управления и электролизных серий в целом. Формирование новых способов и алгоритмов обнаружения и предотвращения технологических нарушений на ранних стадиях их развития сдерживается отсутствием классификации нарушений и недостатком исследований их природы, динамики развития и причинно-следственных связей между технологическими нарушениями.[3]

Технологические нарушения процесса электролиза согласно работе [3] разделяют на два класса: - собственно технологические нарушения электролиза, - трудноустраняемые

тяжелые расстройки технологии в ванне, включая нарушение целостности формы рабочего пространства, когда выход алюминия по току может упасть до нуля, а связанное с большими трудозатратами устранение расстройств растягивается на несколько суток, причем иногда заканчивается выводом ванны на капитальный ремонт независимо от срока её службы.

С целью раннего выявления подобной тяжелой формы расстройств технологии электролизера, представлен следующий метод.

Было выбрано ограниченное число параметров технологического процесса, необходимых для выявления нарушения целостности рабочего пространства электролизера. К этим параметрам были отнесены следующие: - температура перегрева ($T_{эл-П}$) электролита (этот параметр выбирался как один из основных для выявления технологических нарушений и в работе [3]), - напряжение анодного эффекта ($U_{АЭ}$), - процент содержания MgF_2 в электролите.

Все эти технологические параметры работы электролизера фиксировались с момента пуска.

Данные обрабатывались следующим образом.

1. Корреляция выбранных технологических параметров ($T_{эл-П}$, $U_{АЭ}$, MgF_2) со сроком службы электролизера:

$$\chi_{nk} = \frac{\text{cov}(Y_n, Y_k)}{\sqrt{DY_n DY_k}},$$

где Y_n – значения выбранного технологического параметра (MgF_2 , $U_{АЭ}$, $T_{эл-П}$) в периоде 100 суток до текущего момента, Y_k – срок службы электролизера в периоде 100 суток до текущего момента (месяц).

2. Осреднение данных корреляции методом текущего среднего.

$$\tilde{Z}(i) = \frac{1}{M} \sum_{j=i-M+1}^i \chi_{nk}(j),$$

M – число осредняемых данных (для $T_{эл-П}$, $U_{АЭ}$ и MgF_2).

Временная последовательность (кривая) полученная таким образом, отражает характер работы электролизера до текущего периода времени (рисунок 1).

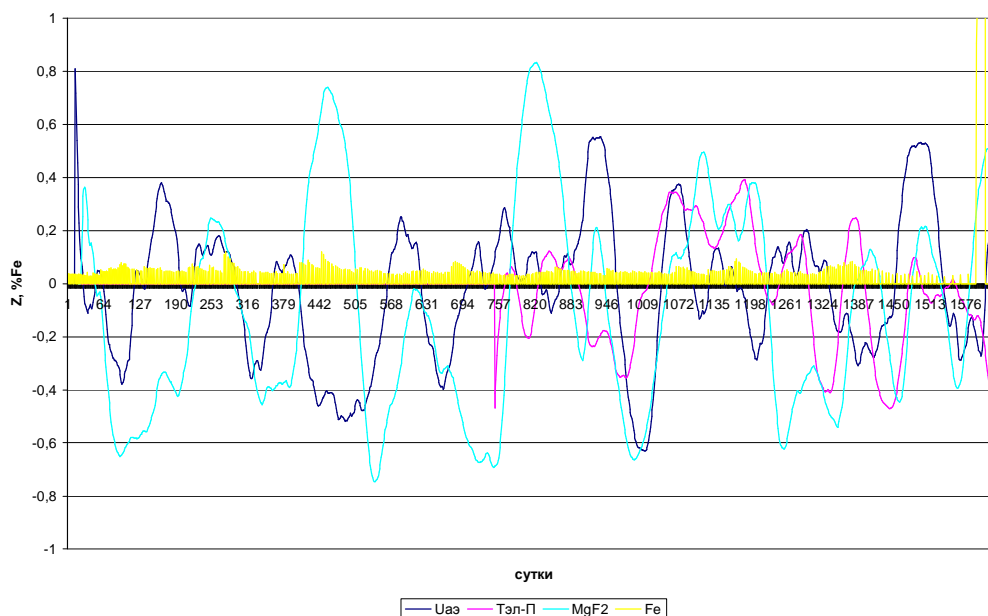


Рисунок 2 – Кривые корреляции $U_{аэ}$, $T_{эл-П}$, MgF_2 для электролизера №482

Коэффициент корреляции $T_{эл-П}$ принимает самое минимальное значение с момента пуска электролизера, давая прогноз на выявление тяжелого расстройства технологии после 3-4 лет (1300-1500 суток) эксплуатации (для электролизера №482). Момент прогноза подтверждается, на 96% электролизерах из 24. Поскольку поведение кривой совпадает на достаточно большом количестве электролизеров, то этот прогноз можно считать

определяющим для комплекса выбранных технологических параметров (по проценту содержания MgF_2 в электролите, по напряжению анодного эффекта ($U_{AЭ}$) и по температуре перегрева ($T_{эл-П}$)).

В подтверждение этого выбора в работе [3] к тяжелым расстройствам технологии электролиза в ванне или аварийным режимам работы электролизеров отнесён горячий ход ванны при температуре электролита свыше $1000^{\circ}C$, которым сопровождается большинство существенных нарушений технологии электролиза.

Коэффициент корреляции $U_{AЭ}$ и срока службы электролизера при достижении в положительной области максимального значения (не менее 0,3) определяет момент прогноза (для электролизера №482 в периоде 1450-1550 суток). Значение коэффициента, в этом случае, определяет достоверность прогноза: чем больше значение коэффициента, тем достоверность прогноза выше.

Прогноз по коэффициенту корреляции MgF_2 и срока службы электролизера дает возможность определить в краткосрочном периоде (до нескольких суток) момент нарушения целостности формы рабочего пространства (рабочая агрессивная среда электролизёра начинает взаимодействовать с металлическими элементами конструкции), при условии, что дан прогноз по двум другим технологическим характеристикам ($T_{эл-П}$ и $U_{AЭ}$). В примере с электролизером №482 момент прогноза дается на 1550-1570 сутки эксплуатации. Прогнозу соответствует минимальное значение коэффициента корреляции в отрицательной области.

Результаты обработки данных этим способом показали, что прогноз справедлив и для электролизеров с фиксированием данных много позже пускового периода. Однако же, ведение и запись технологических параметров с момента пуска позволяет фиксировать не только тяжелые расстройства технологии, но и дает возможность анализировать работу электролизера в целом, используя для этого другие технологические параметры. Демонстрация всей истории работы электролизера в целом даёт возможность более объективной оценки и принятия решений в той или иной ситуации.

Развитие начальной стадии технологических нарушений носит скрытый характер и трудно идентифицируется по визуальным признакам. С другой стороны, ликвидация нарушений на этой стадии требует наименьших затрат труда и дополнительных ресурсов [3].

Расстройства технологии в промышленных алюминиевых электролизерах, получившие название технологических нарушений, сопряжены со значительными потерями производительности и непроизводительными потерями электроэнергии и реагентов в корпусах по производству алюминия-сырца. Задача автоматического обнаружения и предупреждения развития технологических нарушений может оказаться наиболее значимой в современных АСУТП электролиза алюминия [3].

Литература

1. Славин В.В., Каменев Б.А., Безукладников Л.А. Об изменении параметров процесса электролиза алюминия в зависимости от возраста электролизера и сезона работы. «Цветные металлы», 1984 г., №8, с.46-48.

2. Дмитриев А.А., Кулеш М.К., Смородинов А.Н. Показатели электролиза алюминия зависят от срока службы электролизера. «Цветные металлы», 1973 г., №5, с.34-38.

3. Туринский З.М. Динамика технологических нарушений в работе алюминиевых электролизеров. «Цветные металлы», 1999 г., №10, с.32-39.

СИСТЕМА ЗОНДОВОГО КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРОДА В ЖИДКОЙ СТАЛИ

А. Е. Кошелев, Н.А. Кравцов

Кузбасская государственная педагогическая академия, г. Новокузнецк

Водород является первопричиной, ряда дефектов в структуре стали, которые могут вызвать разрушение изделий из неё. Эти дефекты связаны с внутренним давлением, которое возникает в несплошностях её структуры, в которые водород диффундирует. Склонность к

разрушению изделий зависит от марки стали, содержания водорода в ней и его массивности (размеров)

К таковым дефектам относятся: флокены, раковины и пузыри, несплошности металла, водородная охрупчиваемость стали, поверхностные трещины и др.

Основные источники попадания водорода в сталь являются :- атмосферная влага, флюсы, футеровка, шлаки, ферросплавы и др. легирующие добавки

На ряде предприятий персонал МНЛЗ обнаруживает связь между содержанием водорода в стали и прорывами корочки затвердевающего металла на МНЛЗ. Причина этого явления может заключаться в адсорбции водорода смазкой кристаллизатора. Пузыри водорода, попадая в смазку, вызывают её загущение и увеличение вязкости. Так как ее смазывающие свойства ухудшаются, то снижается теплоотвод и увеличивается вероятность прорыва металла на МНЛЗ, что существенно возрастает при содержании водорода в стали свыше 9 ppm. Данную взаимосвязь очень сложно выявить с помощью анализа водорода из стержневых проб, так как представительность последних существенно уменьшается при повышении содержания водорода.

Основная задача заключается, в том чтобы их исключить или по крайней мере уменьшить их влияние.

Ранее на НКМК в ЭСПЦ не осуществлялся отбор проб на водород, так как в силу высокой диффузионной подвижности водорода не удаётся избежать его потерь при отборе, кристаллизации и охлаждении пробы, при транспортировке её к месту анализа и при приготовлении образцов для анализа. В конечном итоге результат анализа содержания водорода из проб как правило ниже, реального значения, полученные в лаборатории результаты свидетельствуют о потерях водорода до анализа (в частности, при изготовлении образцов для анализа).

На сегодняшний день используются различные методики отбора и подготовки проб к анализу.

Методика с закалкой стержневой пробы

Эта методика исходит из того, что отобранную из металла пробу необходимо «заморозить» с максимально возможной скоростью, чтобы зафиксировать в ней содержание водорода. Эта методика требует большого объёма ручной работы с пробой, что создаёт возможность внесения многочисленных погрешностей.

Медный кристаллизатор

Жидкая сталь отбирается из агрегата ложкой и заливается в медный кристаллизатор. Затем проба быстро извлекается из кристаллизатора и охлаждается в воде. Медный кристаллизатор обеспечивает быстрое первоначальное охлаждение, но для реализации метода требуется два обученных человека. Очень важно также быстро извлечь пробу из кристаллизатора.

Стержневая проба (ферростатическое наполнение)

Кварцевая трубка - пробоотборник погружается в жидкую сталь и заполняется под действием ферростатического давления. Недостатком данного метода является также крайне медленное охлаждение пробы в кварцевой трубке, что может быть критичным для последующего анализа.

Однако, для ряда марок стали высокая скорость охлаждения пробы может привести к её растрескиванию, что за счёт увеличения свободной поверхности приведет к повышению диффузии водорода и, следовательно, к занижению результата анализа по сравнению с истинным содержанием водорода в стали. Также, при чрезмерно быстром отборе пробы возможно возникновение усадочных дефектов, в которых будет концентрироваться выделяющийся из матрицы водород. В результате анализ образца с такими дефектами даст завышенный результат по сравнению с истинным содержанием водорода в стали.

Стержневая проба (наполнение всасыванием)

Кварцевая трубка-пробоотборник погружается в жидкую сталь. При создании в ней разрежения жидкий металл всасывается внутрь трубки. Извлечение пробы такое же, как и в предыдущем случае. Этот метод обеспечивает получение плотной пробы. Однако, при

преждевременном извлечении пробы из кварцевой трубки происходит потеря содержащегося в пробе водорода.

В зависимости от технологии отбора и приготовления проб для анализа возможны неконтролируемые потери водорода, что обуславливает разницу в показаниях различных лабораторий. При оценке эффективности существующих методов отбора проб на НКМК было принято решения найти более эффективную технологию по отбору проб и их анализу. Реализацией данного решения стала система Hydris предназначена для зондового (без отбора пробы) измерения содержания водорода в жидкой стали. Благодаря скорости и высокой точности измерения Система Hydris даёт новые возможности для контролирования процесса производства стали, чувствительной к флокенообразованию

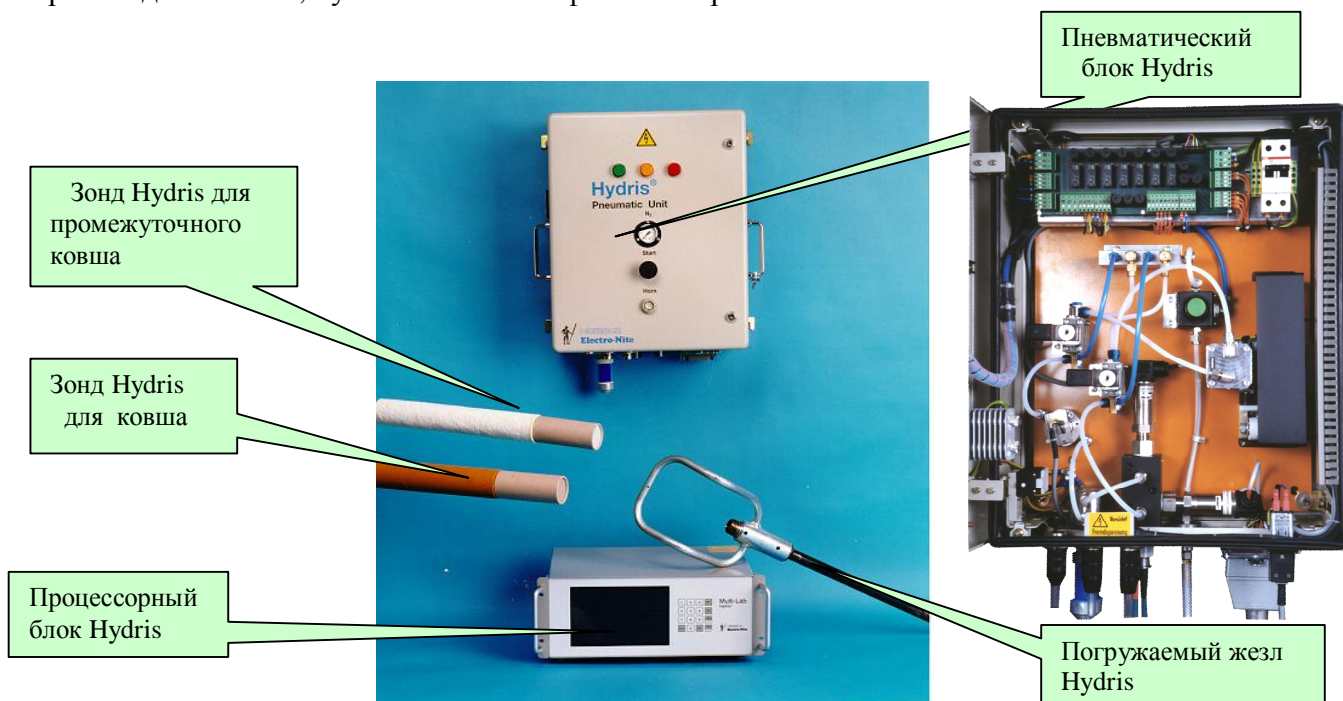


Рисунок 1 – Основные компоненты, входящие в состав системы Hydris

Измерение содержания водорода системой Hydris основано на циркуляции несущего газа-азота через анализируемый расплав, во время которой он адсорбирует водород, содержащийся в металле (рисунок 2). Циркуляция несущего газа продолжается до тех пор, пока он не насытится водородом, то есть до достижения равновесия по водороду между ним и расплавом.

Содержание водорода в несущем газе определяет ДТП-датчик теплопроводности. Так как водород имеет очень высокую теплопроводность по сравнению с другими газами (рисунок 3), то по изменению теплопроводности несущего газа (в смеси с поглощенным из жидкой стали водородом) можно с высокой точностью определить содержание последнего в первом.

Парциальное давление водорода может быть пересчитано в содержание водорода в стали в соответствии с законом Сивертса:

$$H = K/f \cdot \sqrt{P_{H_2}},$$

где H = Содержание водорода в ppm,

P_{H_2} = Парциальное давление водорода в гПа,

K := Константа равновесия реакции,

F_H := Коэффициент активности водорода.

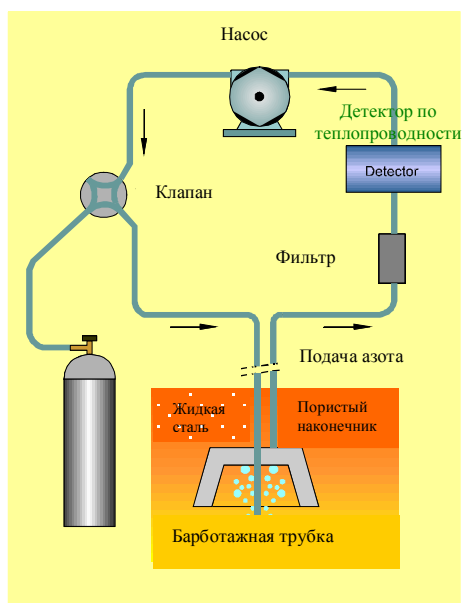


Рисунок 2 – Принцип измерения системой Hydris



Рисунок 3 – Теплопроводность газов

Определение водорода системой Hydris происходит непосредственно на рабочей площадке металлургического агрегата. Содержание водорода в стали показывается уже спустя 1 мин после начала измерения. Измеренное содержание водорода высвечивается на экране процессорного блока (рисунок 4). Измерение основано на использовании термодинамических данных. Диапазон измерения охватывает все возможные содержания водорода в стали. Высокая доля годных измерений обеспечивает надёжность данного метода. Такая процедура исключает погрешность, вносимую отбором пробы, её транспортировкой в лабораторию, подготовкой к анализу и самим анализом, что характерно для традиционного метода определения водорода.

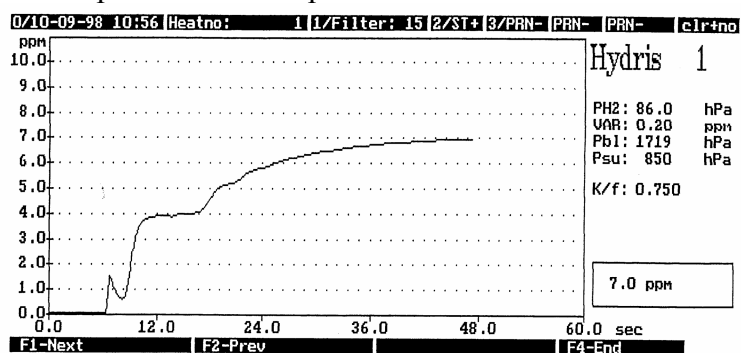


Рисунок 4 – Характерная кривая измерения содержания водорода системой Hydris

Точность и чувствительность системы Hydris позволяют сталеплавильщикам минимизировать содержание водорода в стали путём оптимизации параметров технологического процесса. Результат измерения содержания водорода системой Hydris подтверждает, что достигнут соответствующий уровень качества стали по данной составляющей. Причём анализ не зависит от субъективного фактора (мастерства персонала). На основании этого результата персонал принимает решение о дальнейшей технологии обработки. В результате проведенного исследования методики отбора проб и их анализа на концентрацию растворенного водорода с помощью системы Hydris Данная система была внедрена в производство технологии внепечной обработки стали на ОАО "НКМК" ЭСПЦ позволяющая четко контролировать концентрацию водорода в расплаве тем самым увеличить выход годного металла.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

С.П. Куделин, А.Р. Бондин, М.Е. Фрейдензон
ЗАО «Адаптируемые прикладные системы», г. Екатеринбург

В современных условиях для достижения успеха в бизнесе важнейшую роль играют информационные технологии (ИТ). Они так плотно вошли в нашу жизнь, что ни одно современное предприятие, особенно производственное, не способно функционировать без ИТ. Хотя на предприятиях уже есть системы, автоматизирующие работу по различным направлениям, но зачастую это набор разрозненных задач, плохо друг с другом связанных, плохо учитывающих потребности друг друга. Это приводит к отсутствию целостной картины работы предприятия, затовариванию складов, несвоевременному выполнению заказов, низкой конкурентоспособности, нестабильной работе предприятия в целом. Актуальными направлениями создания целостных автоматизированных предприятий металлургического комплекса являются

- контроль заданной программы суточного производства за счет поплавочного отслеживания прохождения металла через технологические переделы синхронно с процессом производства (в реальном времени);
- контроль и учет в режиме реального времени текущих процессов перемещения сырья и материалов с целью выявления и оценки значимых нарушений;
- мониторинг производственно-хозяйственной деятельности реального времени основных аспектов деятельности предприятия для повышения оперативности и обоснованности принимаемых решений;
- учет и планирование транспортных единиц железнодорожного и автомобильного транспорта, перевозимых ими.

Примерами успешной программной реализации этих направлений являются программные продукты фирмы АПС.

Система информационного сопровождения металла (СИСМ) предназначена для контроля заданной программы суточного производства. Система отслеживает поплавочное, партионное прохождение металла через технологические переделы синхронно с процессом производства (в реальном времени), интегрирована со смежными системами управления достоверной и своевременной информацией. Система обеспечивает

1. отображение на текущий момент времени информации:
 - по показателям работы цеха: прием заготовки, прокат, отгрузка годного и отходов (с начала смены, суток, месяца),
 - по объему металла, находящегося на участках цеха;
2. получение основных показателей производства цеха за выбранный период времени;
3. получение информации об объеме прошедшего через участки цеха металла с возможностью детализации по основным параметрам: профиль, марка стали, группа твердости, вес и т.п.;
4. получение информации об объеме находящегося на участках (складах) цеха металла с возможностью детализации по основным параметрам (профиль, марка стали, длина, кол-во, вес и т.п.);
5. получение информации о балансе плавки от момента выплавки.

Интегрированная система контроля движения сырья «АС КДС» предназначена для контроля и учета в режиме реального времени текущих процессов перемещения сырья и материалов с целью выявления и оценки значимых нарушений. АС КДС включает в себя автоматизацию работы фронтов погрузки/разгрузки и весовых для взвешивания железнодорожного и автомобильного транспорта. Она предусматривает функционирование в круглосуточном режиме, а также наличие защиты от несанкционированного доступа, что

осуществляется средствами СУБД согласно установленным для каждого пользователя правам доступа. Основные функции АС КДС:

- интеграция с приобретаемыми предприятием новыми весовыми системами;
- хранение поступающей информации в базах данных с регистрацией реального времени и событий, отражающих перевозку сырья на территории УВЗ;
- формирование отчетных форм, протоколов, справок и иных документов, относящихся к движению сырья согласно стандартов предприятия;
- просмотр видеоизображения при взвешивании автомобильного и железнодорожного транспорта, хранение архива видеоизображений;
- формирование интегрирующей базы данных по перевозкам грузов автомобильным и железнодорожным транспортом по территории объединения;
- передача информации в системы верхнего уровня для анализа и учета;
- хранение информации о действиях пользователей.

Информационно-аналитическая система мониторинга производственной деятельности (ИС «Мониторинг») предназначена для контроля в режиме реального времени текущих управленческих и технологических процессов на предприятии с целью выявления и оценки значимых нарушений. Система обеспечивает решение следующих задач:

- выявление различных незапланированных денежных расходов;
- проверка выполнения нормативов затрат – выявление сверхнормативных производственных затрат и запасов продукции и сырья на складах;
- постоянный контроль состояния производства и соответствия фактических результатов плановым;
- отслеживание нарушений технологических процессов, контроль качества продукции и исполнительской дисциплины.

Представление информации организовано таким образом, что пользователь может постепенно переходить от совокупных данных на любой требуемый уровень детализации, что в свою очередь дает возможность внесения своевременных корректировок в производственный и управленческий процесс.

Система мониторинга хозяйственной деятельности организована в виде интернет-портала с регламентируемым доступом. Таким образом, просмотр информации о производственной деятельности возможен с любого компьютера, подключенного сети интернет, без установки какого-либо дополнительного программного обеспечения.

Данные представлены не только в виде привычных графиков и таблиц, но также и в виде интерактивных схем, отражающих связи между основными структурными единицами объекта мониторинга.

Автоматизированная система информационного учета транспортных грузоперевозок («СИУТ») позволяет вести учет и планирование транспортных единиц и грузов, перевозимых ими. Основные функции системы:

- автоматическая идентификация транспортных единиц и автоматический ввод первичных данных о прохождении контрольных точек транспортными единицами средствами АСУ ТП;
- ручной регламентированный ввод данных для оформления этапов перевозочного процесса средствами линейных АРМов;
- хранение информации о действиях пользователей системы;
- планирование, задание, контроль и хранение данных грузоперевозок;
- получение регламентной и аналитической отчетности в соответствии со стандартами предприятия;
- автоматизация ведения документооборота путевых листов автотранспортного цеха;
- интеграция с внешними системами.

Система отслеживает версии программного обеспечения: может осуществлять переход на следующую или предыдущую версию, осуществив одну операцию на центральном сервере, имеет встроенный блок администрирования и авторизации.

База данных системы может быть распределена по нескольким серверам, связанных с помощью механизма репликаций.

Если определенные контрольные точки движения автотранспорта оборудованы видеокамерами, пользователь может посмотреть видеоизображения автомашины в момент прохождения этих контрольных пунктов.

ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОАО ЗСМК УЖДТ

Т.Г. Курьянова

ОАО ЗСМК, г. Новокузнецк

Неуклонно растёт парк компьютерной техники комбината. Однако всегда ли это оправданно? Мощность персональных компьютеров на данный момент такова, что ей могли бы позавидовать серверные системы конца XX века. Вместе с тем производители программного обеспечения начинают давать понять, что далее они не намерены мириться с неправомерным использованием их продукции, что заставляет уже сейчас задумываться, как эффективнее всего использовать лицензии. Многочисленные реструктуризации в департаменте ИТ приводят к постоянному уменьшению численности штата АСУ УЖДТ, а невысокая зарплата к утечке квалифицированных кадров. Это заставляет задуматься, как снизить издержки, связанные с обслуживанием компьютерной техники, минимизировать количество компьютеров.

Итак, с чего всё началось? Началось всё с простого пользователя, которому по производственной необходимости понадобилось создание дополнительного рабочего места в его кабинете в непосредственной близости от имеющегося рабочего места. Ситуация в принципе простая, по описанию пользователя второй человек, его непосредственный начальник, занимается той же работой (договорами с контрагентами), пользуются теми же системами (SAP/R3, Webdoc, приложениями MS Office). Причём даже документы у них одни и те же. Но в определённый момент им стало не хватать одного компьютера ввиду большого объема работы, им приходилось буквально вставать в очередь, и отвлекать друг друга, тем самым, снижая производительность. Вполне логичным выходом из данной ситуации явилась заявка на новый компьютер. Таких заявок наше управление формирует много, однако не многие дожидаются их утверждения. В итоге страдает работа с договорами, предприятие терпит убытки, которые не всегда удаётся подсчитать и явно обосновать необходимость дополнительного рабочего места. И действительно, для целесообразности установки второго компьютера затраты на него должны быть хотя бы меньше, чем убытки без него. Итак, подсчитаем затраты на новое рабочее место:

1. Затраты на аппаратную часть (железо)
 - Системный блок – 8 990 р.
 - Монитор – 5 762 р.
2. Затраты на программное обеспечение (софт)
 - Операционная система Windows XP Pro – 5 150 р.
 - Пакет MS Office Pro – 10 800 р.
 - Norton Antivirus – (одна клиентская лицензия) 1 500 р.
 - Автокад – 91 000 р.
 - Другое стороннее ПО.

Итак, мы видим, что основные затраты это системный блок и затраты на программное обеспечение.

Когда мы показываем такой расклад пользователю, он резонно замечает, почему бы нам не выдать ему дополнительный комплект (мышь + клавиатура + монитор) и не подключить этот комплект к уже имеющемуся компьютеру. Тем самым избавить предприятие от затрат на системный блок и программное обеспечение. Решение вполне логичное, а самое главное это возможно.

На рынке ПО нам удалось обнаружить два таких решения:

- 1 Многопользовательское расширение Астер фирмы IbiK;
- 2 Комплекс BeTwin от компании ЭФ-1.

Данные комплекса сходны по функциональности, и способны создавать до 6 независимых рабочих мест на одном компьютере. Однако лицензия на 2 рабочих места от фирмы IbiK в 3 раза дешевле, чем лицензия конкурента. Кроме того, доступна бесплатная пробная версия продукта. Поэтому, мы остановили свой выбор на продукте Астер от фирмы IbiK.

Итак, многопользовательское расширение Астер от фирмы IbiK может быть развернуто на компьютере с установленной операционной системой Windows 2000/XP. Для подключения мониторов необходимо установить либо две видеокарты или использовать одну видеокарту с двумя видеовыходами. Большинство современных видеокарт подходит для использования в составе двухтерминального комплекса АСТЕР. Основным условием применения является совместимость видеокарты с многомониторным режимом Windows: все установленные видеокарты, а также их дополнительные выходы (если это допускается драйвером карты) должны определяться Windows, как отдельные мониторы.

Последняя партия компьютеров R-Style, которые мы получали, укомплектованы видеокартами Radeon X 550, которые имеют один VGA выход и один DVI. Видеокарта с такими разъемами позволяет подключить два монитора, один из которых может быть обычным аналоговым (VGA), другой - аналоговым или цифровым (DVI). Для подключения VGA-монитора к разъему DVI-I используется переходник DVI-VGA. Переходник может входить в комплект с видеокартой или приобретается отдельно. Монитор с цифровым входом подключается к разъему DVI-I без переходника. Дополнительное рабочее место использует устройства ввода (мышь и клавиатура), подключенные к шине USB.

Что мы имеем в результате?

Подключив к компьютеру на базе процессора Intel Celeron 4 1715 MHz с установленной операционной системой Microsoft® Windows® XP, Motherboard Chipset=SiS 651, Video Adapter=SiS 651 (4 MB), оперативной памятью 352 МБ дополнительный комплект (клавиатура + мышь + монитор) и дополнительный видеоадаптер S3 ViRGE/DX, мы получили два рабочих места на базе одного системного блока.

Тем самым снизился уровень шума, снизился уровень электромагнитного излучения, уменьшилось количество проводов, в 2 раза уменьшилось электропотребление, упростился доступ к общим документам, сэкономили на стоимости сетевой инфраструктуры, снизили затраты на обслуживание и администрирование, а самое было сэкономлено системный блок.

Теперь на одном системном блоке, с одной установленной копией операционной системы, антивируса, пакета MS Office могут работать несколько (от 2 до 6) человек одновременно.

Насколько это будет легально с точки зрения соблюдения авторских прав на лицензионное ПО?

В лицензионном соглашении на Windows XP Pro говорится:

запрещается предоставлять с помощью продукта другому устройству возможность использовать, осуществлять доступ, запускать или отображать другие программы, находящиеся на рабочей станции, а также использовать, осуществлять доступ, запускать или отображать продукт или пользовательский интерфейс продукта на каком-либо устройстве, если только для этого устройства не приобретена дополнительная лицензия на продукт.

Таким образом, в затраты на обустройство дополнительного рабочего места на базе многопользовательского расширения Астер необходимо включить затраты на покупку дополнительной лицензии на операционную систему Windows XP Pro.

В лицензионном соглашении на MS Office говорится: вы имеете право установить и использовать одну копию программного обеспечения на одном персональном компьютере или другом устройстве. Некоторые проблемы возникают в связи с формулировкой другого устройства, однако давайте рассмотрим работу такого комплекса на примере отдела труда и заработной платы УЖДТ, где имеются 6 рабочих мест. Все эти рабочие места можно перевести на работу с двумя персональными компьютерами, используя многопользовательское расширение Астер на 3 рабочих места (рисунок 1). В большинстве случаев MS Office будет запущен лишь на одном из рабочих мест, остальные в это время работают с другими приложениями (АРМ Нормировщика, Webdoc, Sap/R3) или просто с бумажными документами (см. График 1).

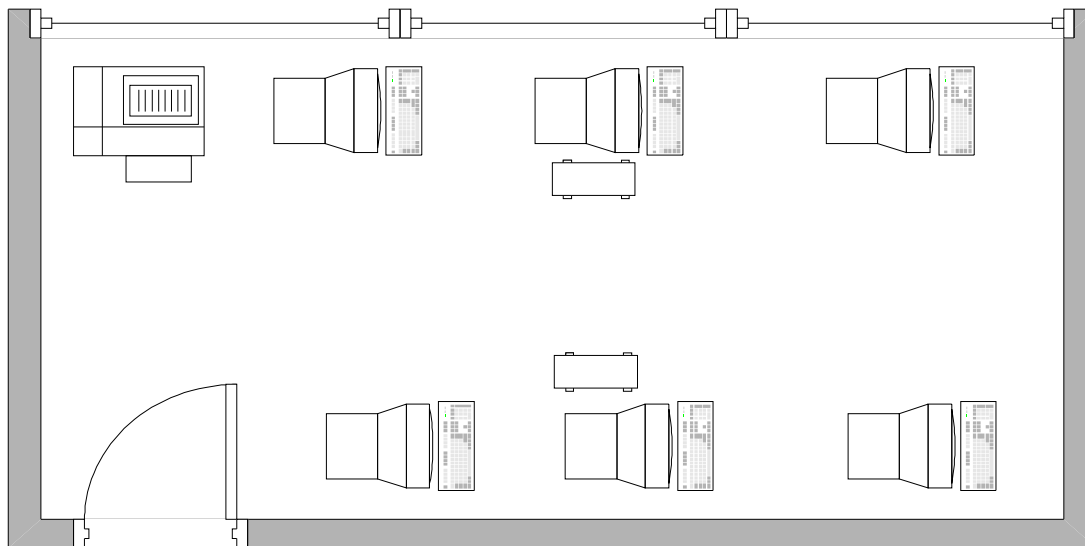


Рисунок 1 – План помещения ООТиЗ.

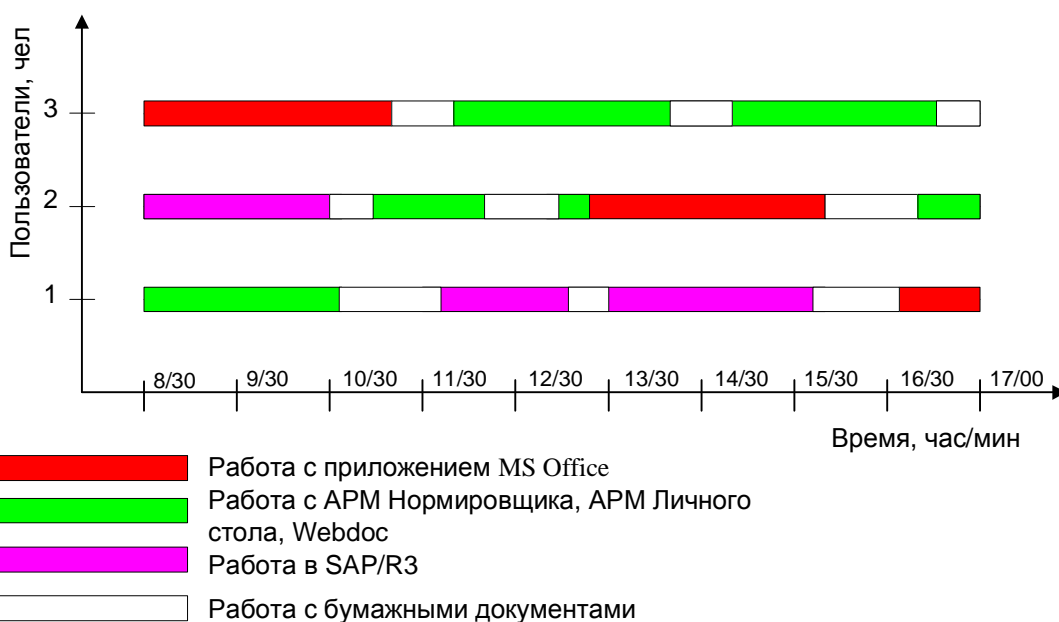


График 1 – Работа пользователей отдела ОТиЗ с ПО.

Таким образом, мы имеем один ПК с одним установленным пакетом MS Office, с которым в каждый момент времени работает лишь один пользователь. Тем самым соблюдается лицензионное соглашение и экономится 5 лицензий MS Office стоимостью 10 800 р. каждая.

Примерно ту же ситуацию можно наблюдать в бухгалтерии (4 рабочих места), плановом отделе (2 рабочих места), производственном отделе (4 рабочих места) и так далее.

В лицензионном соглашении на Norton AntiVirus говорится: Вы имеете право использовать то количество копий программного обеспечения, на которое фирма Symantec предоставила вам лицензию в соответствии с лицензионным модулем. Если лицензионный модуль к настоящей лицензии не прилагается, то вы можете создать одну копию программного обеспечения, которую вам разрешено использовать на одном компьютере. Таким образом, формально мы не нарушаем лицензионного соглашения, так как действительно используем одну копию на одном компьютере и экономим 1 500 р. за каждое рабочее место.

Многопользовательское расширение Астер можно применить и в ТехОтделе УЖДТ, где необходимо использование ПО Автокад. В связи с инцидентом с ПО фирмы Autodesk была закуплена сетевая версия AutoCad, которая в своём составе имеет сервер лицензий, который следит за количеством используемых на данный момент запущенных копий Автокада. Однако даже несколько копий программы могут работать на одном компьютере используя лишь одну лицензию. Таким образом, ПО Астер даёт нам возможность легально работать 2-ум пользователям используя одну лицензию. Таким образом, экономим 91 000 за каждое рабочее место.

Итак, подведём итог. Организация дополнительного рабочего места на базе уже существующего персонального компьютера включает в себя затраты на:

- 1 Монитор – 5 762 р.;
- 2 Операционная система Windows XP Pro – 5 150 р.;
- 3 Клавиатура USB, мышь USB – 500 р.;
- 4 Пакет Астер (2 рабочих места) – 900 р.

На каждом таком рабочем месте мы экономим на:

- 1 Системный блок - 8 990 р.;
- 2 Пакет MS Office.Pro - 10 800 р.;
- 3 Norton Antivirus - 1 500 р.;

4 Любое другое ПО, лицензионное соглашение на которое не противоречит условиям эксплуатации в системе многопользовательского расширения одного ПК.

Экономическая эффективность применения такой технологии будет зависеть от количества рабочих мест, где она применена.

Кандидаты на применение технологии Астер

| Отдел | Кол-во рабочих мест | Экономический эффект |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| ООТиЗ (2 X 3) | 6 | 4 * 21 290 = 85 160 р. |
| Бухгалтерия | 4 | 3 * 21 290 = 63 870 р. |
| Плановый отдел | 2 | 1 * 21 290 = 21 290 р. |
| Производственный отдел | 4 | 3 * 21 290 = 63 870 р. |
| Техотдел УЖДТ | 4 | 3 * 21 290 = 63 870 р. |
| Диспетчера ЦГКР | 2 | 1 * 21 290 = 21 290 р. |

Согласно проведённого исследования до 50 % рабочих мест можно перевести на данную технологию. Только по УЖДТ экономия может составить около 30 системных блоков. Что гарантирует экономический эффект: 30 * 21 290 р. = 638 700 р.

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ТЕЛЕНАБЛЮДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

М.В. Ляховец, С.П. Огнев, М.В. Шипунов, Е.А. Глазунов
Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк
ОАО «ОФ «Междуреченская», г. Междуреченск

Сложные технологические процессы, в том числе обогащение углей, требуют многостороннего контроля над ходом производственного процесса. Важно контролировать не только строгое выполнение регламентов технологического процесса, но и визуально отслеживать действительное состояние самого оборудования, пространство расположения оборудования и нахождение технологического персонала, что невозможно без применения систем теленаблюдения. Актуальность применения систем цифрового теленаблюдения определяется также существенным территориальным распределением технологических объектов обогатительной фабрики, расстояние между которыми достигает 800 м, и расположением диспетчерского пункта удаленно от производственных корпусов.

Система технологического теленаблюдения является неотъемлемой частью автоматизированной системы оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическим комплексом (САУ ТК) обогатительной фабрики «Междуреченская». САУ ТК предназначена для централизованного контроля и управления технологическими агрегатами и оборудованием всего технологического цикла обогатительной фабрики, включая комплексы приемки и подготовки рядового угля, обогащения рядового угля, сгущения и обезвоживания шламов, погрузки концентрата, отгрузки породы.

Обеспечение функции оперативного контроля, наряду с контрольно-измерительной подсистемой, реализуется с помощью цифрового теленаблюдения как системы визуального контроля за ходом технологического процесса. Укрупненная техническая структура системы цифрового теленаблюдения представлена на рисунке 1.

Система теленаблюдения реализуется на базе видеосервера, расположенного в Инженерно-лабораторном комплексе фабрики и реализованного на базе аппаратно-программного комплекса «VideoInspector+» отечественной разработки фирмы ISS. «VideoInspector+» является сетевой системой видеонаблюдения повышенной производительности с многосерверной архитектурой, предназначенной для решения сложных задач обеспечения контроля средних и крупных объектов с территориально распределенной структурой.

Разработанная система включает три станции видеонаблюдения: главного диспетчера фабрики, диспетчера погрузки, главного технолога фабрики. Обмен данными между станциями и видеосервером организован по сети Ethernet, единой для всей САУ ТК. Передача видеоданных от видеокамер, дистанционное управление поворотными устройствами и трансфокаторами осуществляется по стандартному интерфейсу RS-485.

Для более полного визуального контроля технологического процесса установлены 16 видеокамер в следующих точках:

- в здании углеподготовки установлены три видеокамеры для контроля процесса загрузки приёмного бункера, обзора открытого склада угля, для внутреннего обзора здания углеподготовки;
- на складе готовой продукции установлены четыре видеокамеры для контроля территории склада концентрата и функционирования разгрузочных тележек;
- на пункте укатки установлена одна видеокамера для контроля работы укатывателя;
- в пункте погрузки установлены три видеокамеры для контроля работы погрузочных желобов и степени заполнения железнодорожных вагонов;

- в главном корпусе фабрики расположены пять видеокамер, расположенных на разных высотных отметках по всей территории корпуса, и предназначены для контроля работы всех конвейеров, грохотов, тяжелосредних барабанов, гипербарических фильтров, центрифуг, гидроциклонов, флотомашин, сгустителей и другого оборудования, расположенного на площадках модулей тонкого класса и гидроциклонирования.

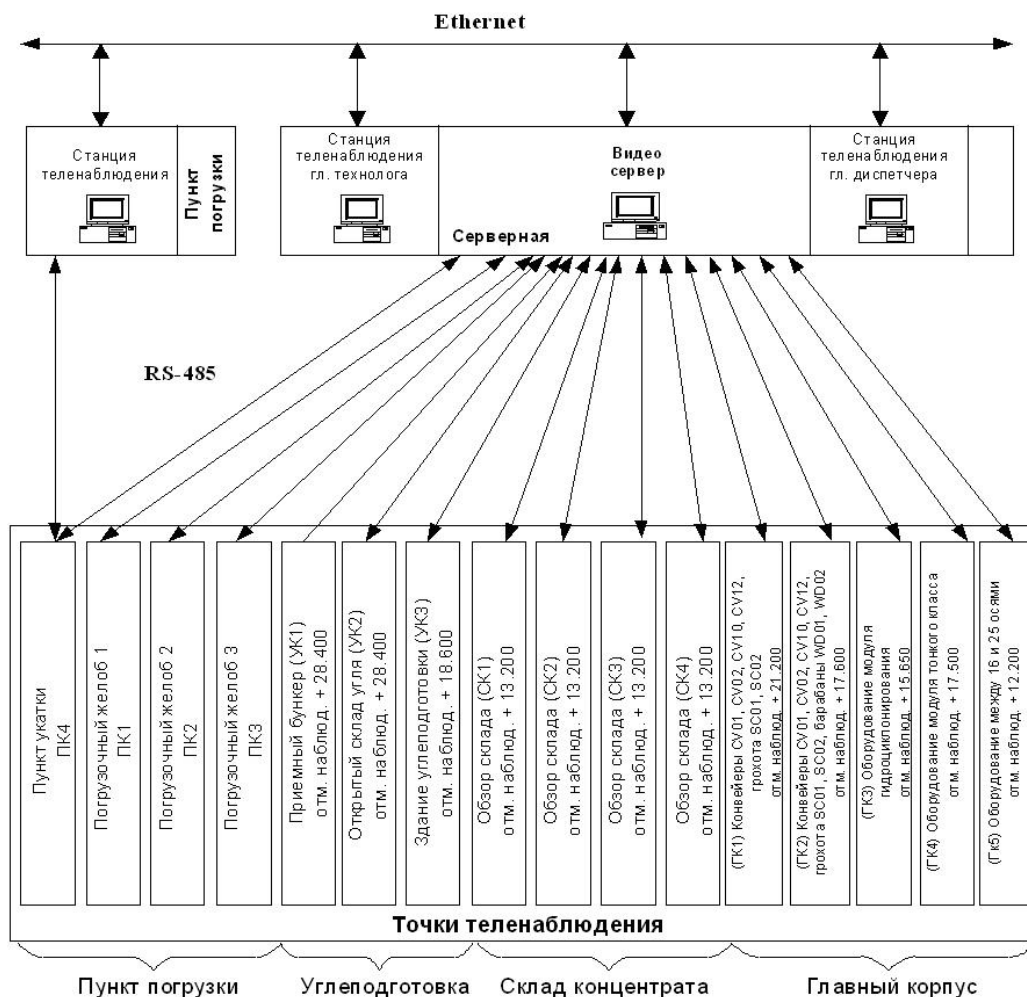


Рисунок 1 – Укрупненная техническая структура системы теленаблюдения

Точка видеонаблюдения состоит из нескольких компонентов: видеокамера с трансфокатором в гермокожухе, устройство позиционирования камеры, устройство приема-передачи команд телеметрии. Каждая точка видеонаблюдения подключается к видеосерверу с помощью интерфейса RS-485 (рисунок 2).

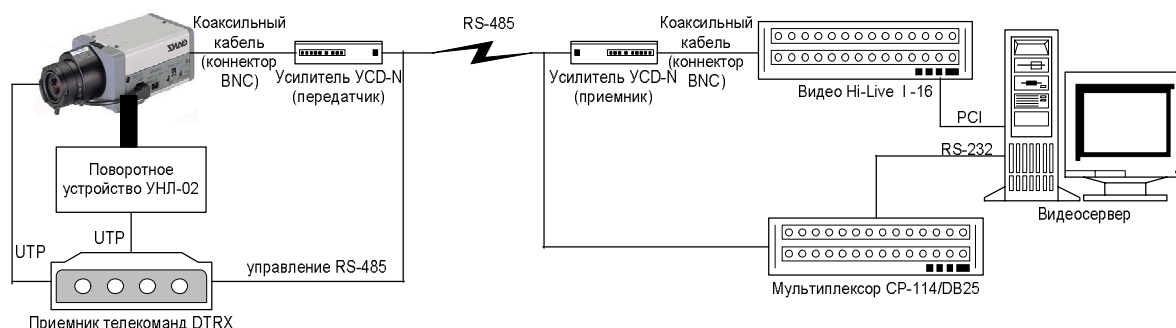


Рисунок 2 – Схема подключения видеокамер

Места установки характеризуются неоднородностью температурного режима (в помещениях и на улице), освещенности, техногенные условия (угольная пыль, повышенная влажность, вибрация). В связи с указанными жесткими условиями функционирования видеоборудования, камеры смонтированы в термо-, гермокожухах и всё оборудование соответствует классу защиты не менее IP65. Для обеспечения круглосуточной работы в различных зонах освещенности без дополнительных источников света (видимого или инфракрасного излучения) применены черно-белые камеры типа ZC-F11C3 с автодиафрагмой. Возможность дистанционной фокусировки камеры и масштабирования обзора обеспечивается установлением трасфокаторов. Для успешного выполнения задачи наблюдения большого пространства минимальным количеством камер применены устройства позиционирования с возможностью как автоматического обхода заданного угла обзора, а также дистанционного позиционирования камер диспетчером в заданную точку наблюдения.

Применение такой структуры обеспечило не только кратчайшие сроки внедрения, но и простоту эксплуатации и сопровождения системы теленаблюдения.

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА В ПРОКАТНЫХ ЦЕХАХ ОАО «ЗСМК»

А.А. Макаренко

СибГИУ, ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

При производстве проката металл многократно подвергается деформированию на различных прокатных станах, причем, как правило, каждый прокатный передел в качестве одной из технологических операции содержит операцию раскроя (рисунок 1). На рисунке приведен пример укрупненной схемы движения и раскроя металла от слитка до готового прокатного изделия. Цифрами I, II, III обозначены производственные ступени, завершающиеся операцией раскроя, которая обозначена символом P.

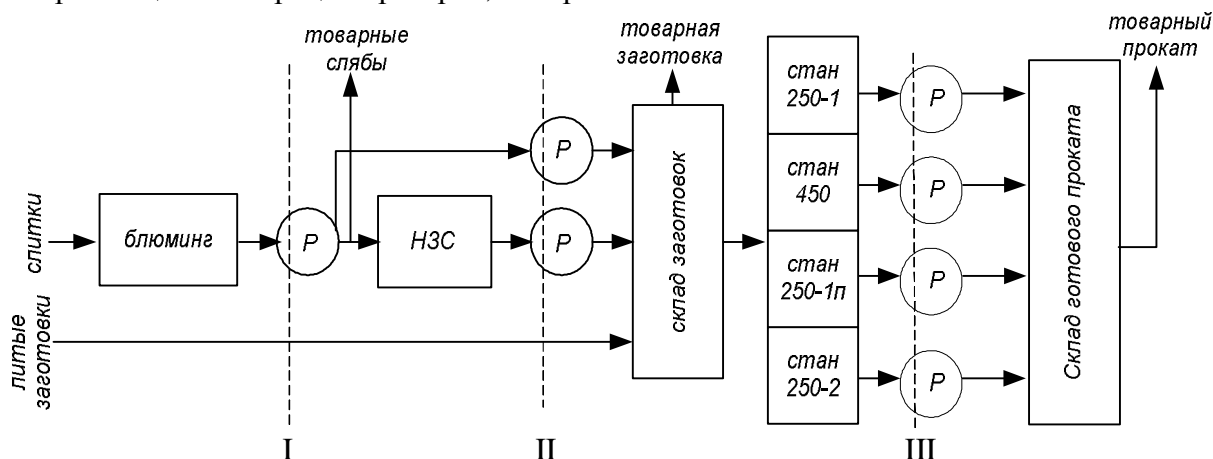


Рисунок 1 – Схема движения и раскроя проката

Технологическая схема процесса раскроя проката в условиях большинства родственных металлургических комбинатов предусматривает получение заготовок из слитков, разлитых в изложницы, и раскрой металла в последовательности технологических участков:

- ножницы блюминга;
- летучие ножницы НЗС;
- летучие ножницы сортовых станов;
- ножницы холодной резки готового проката в соответствии с заказами.

Процесс порезки на вышеуказанных участках реализуется как безостаточный и не увязывает длины заготовок с заказными размерами готового проката в качестве ограничений длин заготовок [1].

Длины заготовок в большинстве случаев лежит в пределах $10,5 \div 11,9$ м.

На некоторых металлургических комбинатах и в частности в ОАО «ЗСМК» введены дополнительные ограничения по значениям длин заготовок – $10,5 \div 11,8$ м. Разница в длинах заготовок 1,3 м ($11,8 - 10,5 = 1,3$ м) и является одной из главных причин потерь в сортопрокатном цехе на немерной длине.

На первый взгляд, самым простым является техническое решение по раскрою раскатов на заготовки равной длины (равномерный раскрой), но реализовать его полностью невозможно по причине широкого диапазона изменения длин раскатов перед порезкой на барабанных ножницах НЗС.

На длину раската и качество раскроя на заготовочном стане влияют:

– отклонения развеса слитков при наполнении изложниц – $11,1 \div 12,1$ т, в т.ч. 80 % – $11,3 \div 11,8$ т;

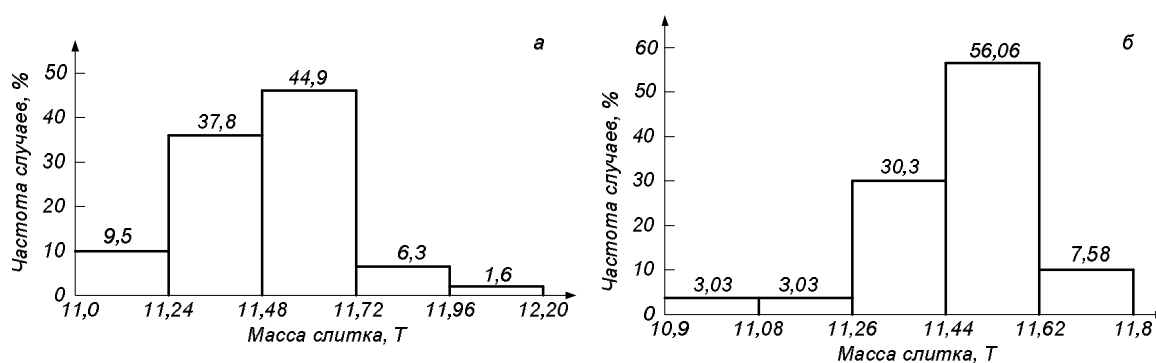


Рисунок 2 Гистограмма массы слитков (а – для кипящих и полуспокойных марок стали; б – для спокойных марок стали)

- величина угара – $1 \div 1,5$ % массы слитка;
- дополнительная обрезь при очистке раската на ножницах блюминга 1300 т;
- широкие допуски на поперечные размеры блюма – ± 10 мм, например, отклонение по 5 мм на смежных сторонах блюма 360×390 мм – это 4 м длины в квадратной заготовке 100×100 мм или 310 кг;
- точность выполнения зачистки торцов блюма, что обеспечивается наличием измерителей длины у ножниц 1300 т, зачистка торцов блюма должна выполняться через $150 \div 200$ мм за 1, 2, 3 реза. Ошибка в 100 мм – это ~ 100 кг, или 1,3 м длины в заготовке 100×100 мм;
- широкий допуск на поперечные размеры подката 150×150 мм, перед чистовой группой НЗС. В минусовом допуске сечение равно $146,9 \times 146,9$ мм, длина раската КП и ПС металла – 64,99 м. В плюсовом допуске сечение – 157×157 мм, длина раската – 56,86 м ($64,99$ м – $56,86$ м = 8,13 м);
- широкий допуск на поперечные размеры раската 100×100 мм, раскраиваемого на заготовочном стане. В минусовом допуске сечение для КП и ПС сталей равно $98,3 \times 98,3$ мм, длина раската – 129,9 м. Разница в длине раскатов составляет: $145,4 - 129,9 = 15,5$ м;
- недостаточная точность замера длины раскатов сечением 150×150 мм перед чистовой группой клетей НЗС, что влияет на прогнозирование длины раската в сечении 100×100 мм;
- низкая точность замера длины заготовок после порезки раскатов на заготовки, что влияет на корректировку задания на порезку и для прогнозирования длины раскатов сечения 150×150 мм;
- отсутствие измерительных устройств для оперативного определения поперечных размеров горячего проката в технологическом потоке;
- влияние на длину раскатов измерения пластических свойств металла в зависимости от температуры и прокатываемой марки стали;

– точность обработки задания на порезку исполнительным механизмом – делительными ножницами. Экспериментально установлено, что оно составляет для барабанных ножниц НЗС ± 50 мм;

– качество синхронизации линейной скорости ножей делительных ножниц 150 т с линейной скоростью раскраиваемого раската;

– точность выполнения технологических операций по зачистки раскатов с головной и хвостовой части раската.

Возможен и другой вариант технологии раскроя – получение заготовок мерной фиксированной длины с неконтролируемым остатком, т.е. раскат из слитка кроится весь на заданную длину. Потери металла в виде остатка короткой заготовки в этом случае составляют $2,1 \div 4,2$ %. С этими потерями можно было бы смириться, сопоставив с выигрышем в увеличении мерной длины в готовом сорте, но в варианте раскроя на равные длины с произвольным остатком возникают ситуации, приводящие к еще большим экономическим потерям, по причине того, что неконтролируемая длина остатка заготовки, приводит, как правило, к бурейкам на барабанных ножницах НЗС в районе клеймовки, пакетирующего рольганга, остаток длиной от $0,7 \div 3$ м вызывает аварийные ситуации.

На мелкосортных станах 250-1 и 250-2 используются локальные АСУ ТП раскром проката без связи их с АСУ раскромом н. 150 т. на НЗС. Эти системы осуществляют равномерную порезку раската из одной заготовки на равные между собой длины перед укладкой их на холодильник. Длины полос на холодильнике могут отличаться между собой в пределах 2,5 м (1 оборот ножей летучих барабанных ножниц) по причине не фиксированного положения ножей. Разброс концов полос при укладке на холодильник составляет:

– до 3 м из одной заготовки;

– до $7 \div 15$ м общий разброс передних концов по полю холодильника.

При работе ножниц холодной резки из-за отсутствия выравнивающих устройств первый-второй резы с головной части пакета и один рез заднего конца вынужденно делают немерными, при общей длине раскраиваемого пакета $70 \div 90$ м.

Таким образом, использования разных по длине и сечению заготовок, получаемых при безостаточном раскроме, отсутствие увязки между ступенями передела, существующий способ раскроя на передельном стане, значительный диапазон размеров готового профиля, а так же большой разброс концов полос на поле холодильника, снижает выход мерного готового проката на мелкосортных станах.

На стане 450 отрабатывается технология порезки проката по безостаточному принципу привязки длин заготовок с обжимным цехом. Процессом безостаточного раскроя заготовок управляет система автоматического раскроя стана 450, основанного на программируемом логическом контроллере Siemens.

На мелкосортных станах введены в работу автоматизированные системы управления раскромом проката в готовом профиле. Однако, единой системы управления раскромом проката в технологическом потоке алюминия-НЗС-сортные станы на комбинате пока нет.

Для повышения выхода мерного проката на передельных станах необходимо:

– получить заготовки мерной длины;

– обеспечить точный замер длины заготовок перед задачей в стан или их взвешиванием, что реализуется путем установки устройств взвешивания заготовок и профиломеров;

– реализовать алгоритм раскроя металла с учетом заказной длины готового проката;

Реконструкция системы раскроя проката, направленного на создание единого комплекса управления порезкой металла на линии «алюминий–НЗС–передельные станы» предполагает реализацию подхода, основанного на идее сквозной оптимизации раскроя [2]. В этом направлении была рассмотрена задача выбора оптимальных раскройных планов по минимуму суммарных стоимостных затрат для всех прокатных станов, с которыми соотносится технологический маршрут [3].

Внедрение предложенного алгоритма формирования раскройного плана для ножниц НЗС с учетом последующей порезки на сортовом стане 250-1[3] позволит, в условиях рассматриваемого предприятия, снизить производственные затраты на 2 ÷ 3 %.

Литература

1. Отчет по оптимизации технологии раскроя металла в прокатных цехах ОАО «ЗСМК» – Новокузнецк, 2006г., – 58 с.
2. Ериклинцев В.В. Оптимизация раскроя проката: Науч.изд./В.В. Ериклинцев, Д.С. Фридман, В.Х. Розенфельд – М.: «Металлургия», 1984 г. – 159 с.
3. Макаренко А.А. в сб. «Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых»/ под общ. ред. Кулакова С.М. – Новокузнецк: СибГИУ, 2005г.– с. 38, 39.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТКОВ ШИХТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

М.М. Малашенко^{*}, С.М. Кадочников^{*}, Н.А. Спирин^{}**

^{*} *ОАО Нижнетагильский металлургический комбинат, г. Нижний Тагил*

^{**} *Уральский государственный технический университет-УПИ, г. Екатеринбург*

Автоматизированная система контроля заполнения и прогнозирования остатков шихтовых материалов в бункерах доменной печи предназначена для оптимизации управления технологическим процессом загрузки железорудных материалов и кокса. Система служит для бесперебойной и ритмичной загрузки шихтовых материалов в доменную печь в заданной последовательности и установленном количестве, а также для постоянства уровня засыпки на колошнике, что является одними из решающих условий, обеспечивающих ровный и устойчивый ход печи.

На доменных печах №5 и №6, после проведенной реконструкции, работает система оптимизации работы доменной печи «VAI Iron», которая является системой 2 Уровня АСУ ДП. Основой для системы служат математические модели процессов, для корректной работы которых необходимо получать полную и достоверную информацию о загружаемых материалах в доменную печь. При этом важна оперативность поступления данных.

Принцип работы системы основан на обработке данных, поступающих от датчиков уровнемеров, которые далее обрабатываются по алгоритму с использованием вычислительных средств.

Функции системы:

- графическое отображение данных текущего уровня шихтовых материалов в бункерах ДП;
- определение объема материала в каждом бункере исходя из показаний уровнемеров и геометрических размеров бункера;
- расчет объема остатка материала в бункере, прогнозирование времени и количества подач до полного опустошения бункера;
- предоставление информации по хим. составам материалов в бункере;
- просмотр графиков истории изменений уровня и объема материалов в бункерах доменной за произвольный период времени.

Измерение уровня материалов в бункерах осуществляется радарными уровнемерами. Сигналы поступают на контроллеры и по результатам калибровки преобразуется в значения расстояния от точки установки уровнемера до профиля материала в бункере. Исходя из данных об уровне материала в бункере, его геометрических размеров и насыпной плотности материала, рассчитывается количество материала находящегося в бункере. При этом учитывается характер профиля образовавшегося при выгрузке материала в бункер. При расчетах возможно введение коэффициентов, которые описывают влияние профиля на

рассчитываемый объем. На рисунке 1 представлена информационная модель расчета и передачи данных.

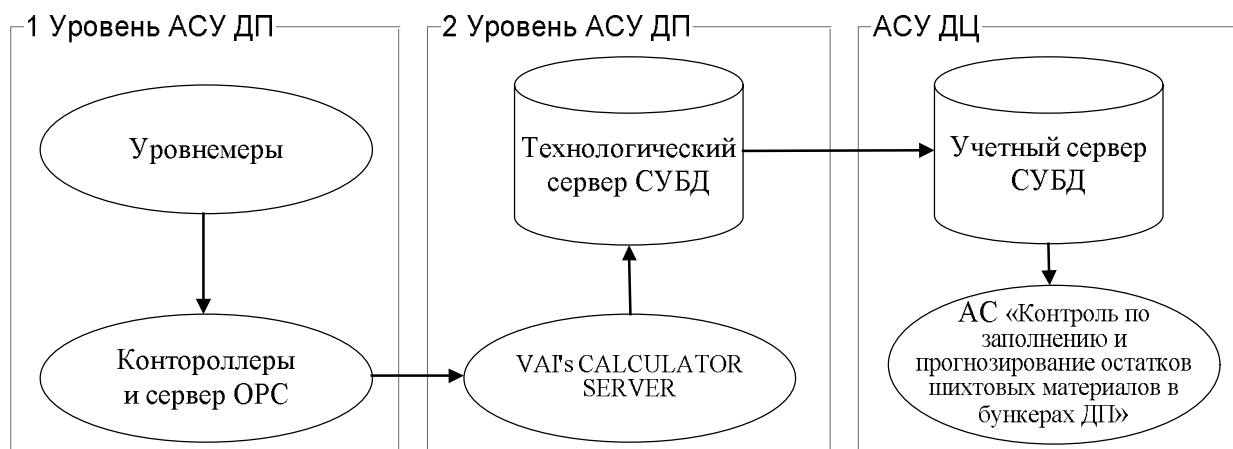


Рисунок 1 – Информационная модель расчета и передачи данных

Система контроля заполнения и прогнозирования остатков шихтовых материалов в бункерах доменной печи состоит из подсистем (рисунок 1), в которые входят:

- получение и обработка данных;
- визуализация рассчитанных значений.

Подсистема получения и обработки данных – предназначена для выполнения расчетов на основе полученных данных с помощью VAI's Calculator server, а также копирования/репликации данных из системы СУБД технологического сервера АСУ ДП 2-го Уровня в СУБД учетного сервера АСУ ДЦ средствами Microsoft SQL Server 2000.

Подсистема визуализации – предназначена для оперативного контроля и анализа процесса загрузки железорудных материалов и кокса в бункера ДП. Позволяет пользователю оценить остаток загруженных материалов в бункерах на количество подач и время выгрузки с учетом расхода материалов, контролировать наполняемость бункеров сырьем, просматривать тренды, протоколы в табличной и графической формах, создавать отчеты. Данная визуализация разработана в среде MS Visual Studio.NET на языке C#.

Информационная схема передачи данных по хим. анализам материалов представлена на рисунке 2.

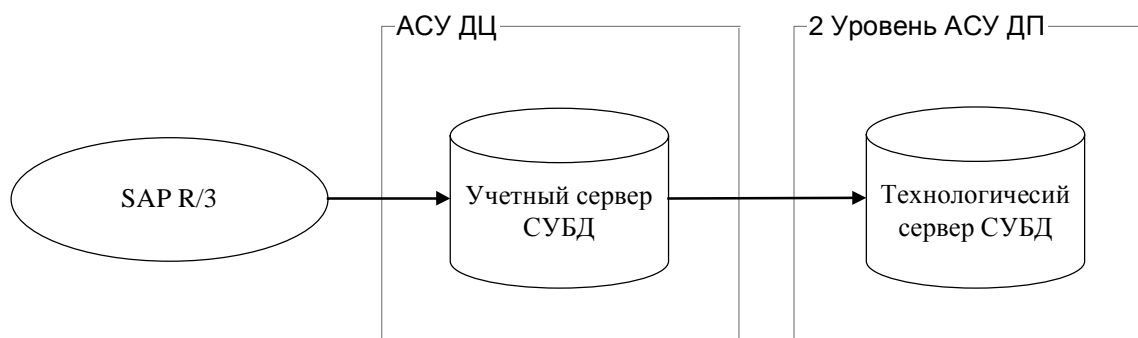


Рисунок 2 – Информационная схема передачи данных по хим. анализам материалов

Данные по паспортам химических анализов материалов передаются на 2 уровень АСУ ДП из системы SAP/R3. По мере выгрузки партий материалов в бункера производится активация паспортов и химического состава в интерфейсе 2 уровня АСУ ДП.

Система отображения информации

Система отображения информации обеспечивает выполнение следующих функций:

- Представление технологической информации на экранах мониторов в виде мнемосхем с детализацией, на которых воспроизводится информация о текущем состоянии

шихтовых материалов и прогнозируемые значения остатков материалов во всех бункерах доменной печи.

- Графическое представление наполнения и расхода материалов.
- Формирование и отображение на дисплее протоколов, отчетов, графиков.

Благодаря внедрению данной системы технологический персонал получил возможность контролировать и оптимизировать управление технологическим процессом загрузки железорудных материалов и кокса, что в итоге привело к:

- снижению количества простоев;
- снижению объемов некондиционного чугуна;
- снижению затрат на перерасход материалов;
- повышению стабильности работы и производительности ДП;
- оптимизации работы Экспертной Системы.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОРРЕКЦИИ РАСХОДА КОКСА В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

М.М Малащенко *, Н.А.Спирин **

* ОАО Нижнетагильский металлургический комбинат, г. Нижний Тагил

** Уральский государственный технический университет - УПИ,
г. Екатеринбург

Автоматизированная система управления дозирование кокса с коррекцией по весу, влажности и качеству кокса предназначена для автоматического дозирования, контроля и учета массы кокса с учетом его влажности в условиях доменного производства. Система была разработана и внедрена на пяти доменных печах № 1, 2, 3, 4, 5 в доменном цехе ОАО НТМК. Принцип работы системы основан на программной обработке сигналов, поступающих от тензодатчиков, влагомеров и единичных датчиков системы электроавтоматики доменного цеха по заданному алгоритму с использованием вычислительных средств. Корректировка веса кокса в зависимости от его влажности представлена на рисунке 1.

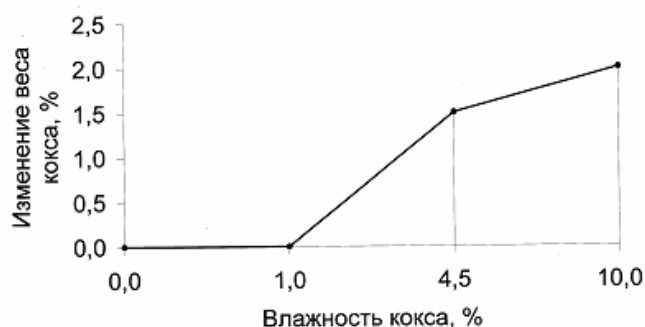


Рисунок 1 – Корректировка расхода кокса при изменении его влажности

Система автоматически корректирует заданный вес кокса и управляет отключением двигателя грохота с упреждающим воздействием на инертность грохота по загруженному весу упреждения предыдущей загрузки, влажности кокса, веса тары. С учетом выбранного режима коррекции система может работать в трех режимах: коррекция по весу, коррекция по весу и влажности, коррекция по весу, влажности и качеству.

Выполняемые функции системы:

- непрерывная обработка сигналов весоизмерительных датчиков и сигналов датчиков нейтронных влагомеров;
- визуализация результатов измерения, уставок и режимов работы;
- ввод необходимых уставок: задание, калибровка;
- прием и выдачу сигналов системы электроавтоматики доменного цеха;

- накопление в энергонезависимом ОЗУ информации, содержащей дату, время и значения задания, влажность, загруженный вес, скорректированный вес по каждой из навесок и по каждой стороне.

Структура АСУ дозирование кокса, представленная на рисунке 2, состоит из следующих уровней

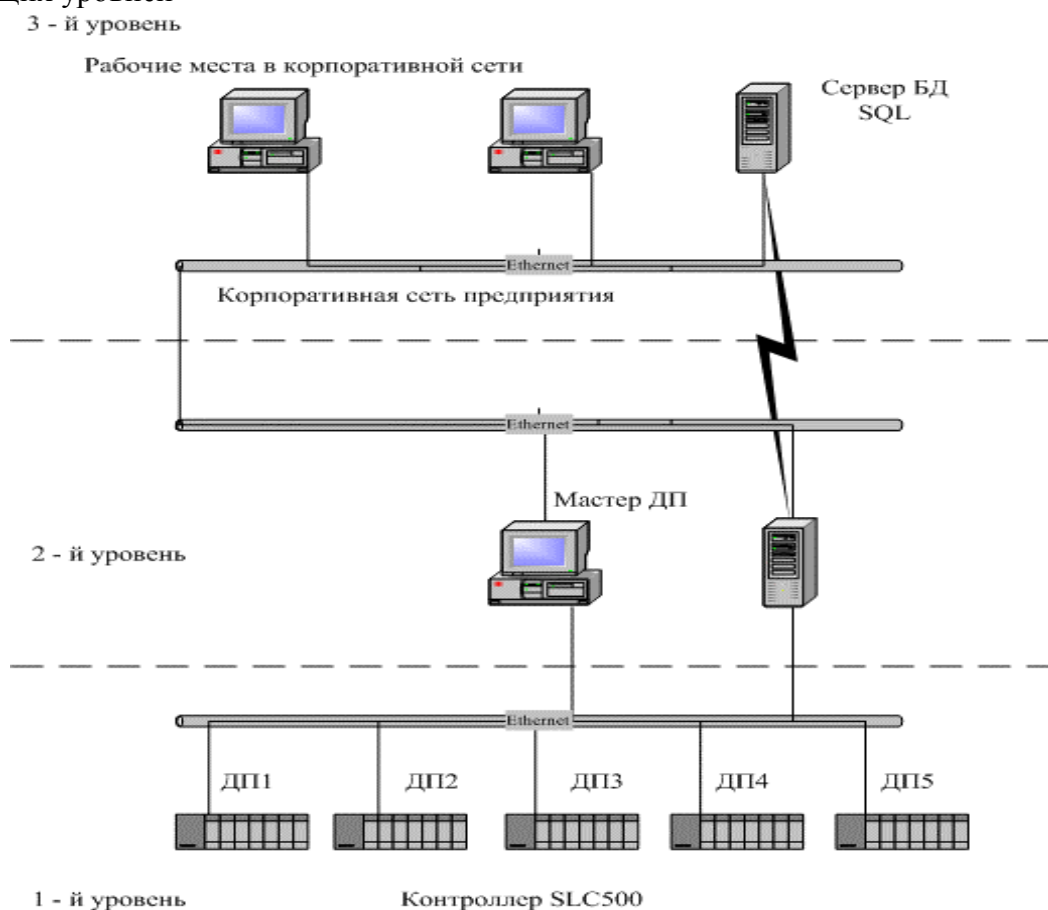


Рисунок 2 – Структура АСУ дозирование кокса

- Первый уровень реализован на базе промышленных контроллеров SLC 5/05 фирмы Allen-Bradley, выполняющих функции управления отключения грохота, сбора и передачи данных на 3-й уровень.

• Второй уровень реализован в виде SCADA системы, разработанной на основе пакета RSVIEW32 фирмы Rockwell Software, на базе персональной ЭВМ с операционной системой Windows XP и представляет собой рабочее место мастера. Управляющие контроллеры и персональные ЭВМ связаны между собой сетью Ethernet, имеющей выход в корпоративную сеть предприятия.

- Третий уровень представляет интерфейс для технологического персонала цеха в виде протоколов, отчетов, графиков с возможностью просмотра исторических данных за любой период. Данные передаются и хранятся на сервере базы данных SQL server 2000.

АСУ ТП дозированием расхода кокса состоит из ряда подсистем (рисунок 3), в которые входят:

Подсистема управления – предназначена для выполнения алгоритмов управления, сбора данных и сигналов от других подсистем, выдачу сигналов для управления процессом загрузки, сигналов блокировок, формирования данных для протокола загрузки.

Подсистема визуализации – предназначена для диспетчерского контроля и управления процессами. Позволяет пользователю управлять режимами работы системы, вводить задание веса кокса в на каждую загрузку, производить оптимальную настройку процесса загрузки, просматривать тренды, протоколы в табличной и графической формах, создавать отчеты.

Подсистема сбора и хранения данных – предназначена для долговременного хранения, накопления сведений о процессе загрузки кокса, создания на её основе отчетов и протоколов, доступна пользователям общецеховой сети и сети комбината.

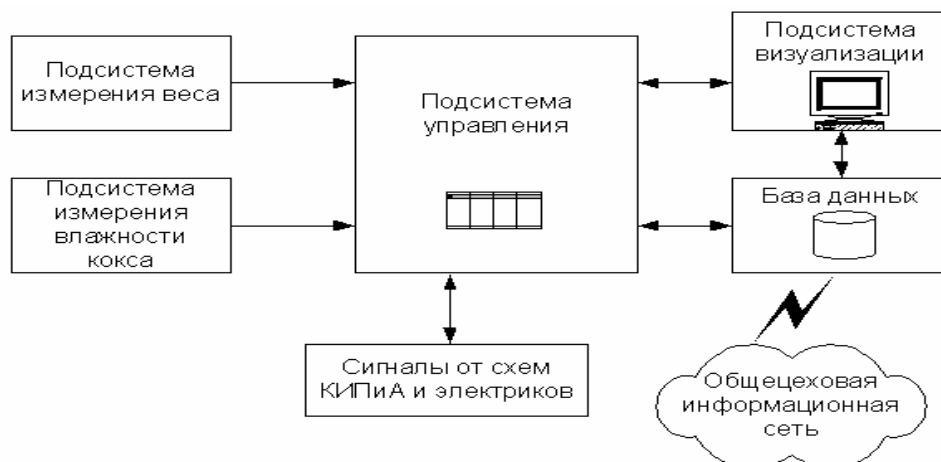


Рисунок 3 – Основные подсистемы дозированием расхода кокса

Внедрение современной систем коррекции и дозирования расхода кокса позволило повысить стабильность теплового состояния доменных печей ОАО НТМК и понизить удельный расход кокса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Ю.Н. Овчинников, С.А. Новокрещенов, А.П. Зыков
 УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург, ООО «Энергобаланс», г. Чусовой

Характерными условиями современной технологии доменной плавки является стабильность входных параметров. При этом автоматические системы поддерживают постоянными такие важные параметры, как давление газа на колошнике, расходы природного газа и кислорода, температуру горячего дутья и др. На многих печах были проведены работы по стабилизации дутьевого режима. Обычно дутьевые параметры устанавливаются опытным путём из условий устойчивого хода печи в период перед выпуском продуктов плавки. Это связано с тем, что именно в эти периоды наблюдается наибольшее количество нарушений в газодинамическом режиме домной печи.

Однако при такой технологии, как следует из анализа результатов исследований квазистационарных температурных полей в объёме доменной печи, циклические колебания скорости схода шихты, вызванные периодичностью отработки жидких продуктов плавки, приводят к существенным изменениям температур в печи, достигающим 150° С в шахте и 50 – 100° С на уровне фурм, что является следствием ускоренного схода шихтовых материалов в период выпуска. Похолодание как в шахте, так и в высокотемпературных зонах, вынуждает вести доменный процесс таким образом, чтобы к началу выпуска в печи накапливался существенный запас тепла, не позволяющий переохладить её к окончанию выпуска ниже допустимых по технологии температур. Поэтому совершенствование технологии доменной плавки должно предусматривать мероприятия, позволяющие стабилизировать температурное поле в печи, исключить необходимость создания запаса тепла перед выпуском и тем самым создать предпосылки к экономии кокса. Решение этой задачи в настоящее время может быть выполнено за счёт циклической коррекции дутьевых параметров.

Наиболее целесообразным с точки зрения минимизации удельного расхода кокса и сокращения потерь тепла с колошниковым газом является «холодный» ход печи, когда температурное поле по высоте максимально приближено к некоторому критическому (см. рисунок) и уход от которого в направлении дальнейшего снижения температур приводит к

нарушению технологических процессов, протекающих в печи. Стабилизация температурного поля на «критическом» уровне коррекцией входных параметров и является источником экономии топлива. Нестационарность доменной плавки, как показано исследованиями, предоставляет возможность повышения выхода горнового газа в период выпуска жидких продуктов плавки вследствие обнаруженного резерва по газопроницаемости шихты, что подтверждается снижением в эти периоды перепадов давления по высоте печи и давления горячего дутья.

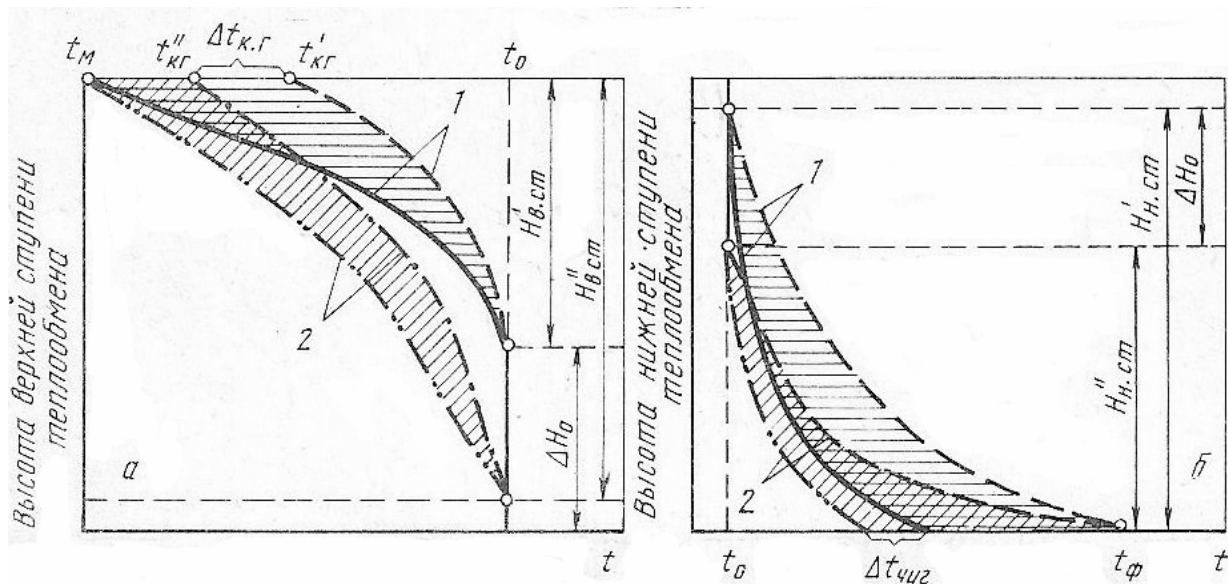


Рисунок – Изменение распределения температуры по высоте доменной печи по ходу плавки: а – верхняя ступень теплообмена; б – нижняя ступень теплообмена; 1 – перед выпуском; 2 – после выпуска

Обобщение результатов экспериментальных и аналитических исследований циклической нестационарности доменного процесса позволило поставить задачу о возможности практического использования результатов исследований с целью повышения эффективности доменной плавки. Решение этой задачи было выполнено, во-первых, в обосновании вариантов автоматической коррекции параметров комбинированного дутья и, во-вторых, в практической реализации разработанных алгоритмов в условиях работы различных доменных печей с целью определения эффективности их внедрения. Опытные плавки с использованием коррекции параметров комбинированного дутья были проведены в доменных печах Магнитогорского металлургического комбината, Нижнетагильского металлургического комбината и позволили получить положительный экономический эффект.

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАЗНЕСЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

М.Л. Панфилов

Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск

Приборы для измерения температуры и влажности широко используются практически во всех областях человеческой деятельности: в промышленности, сельском хозяйстве, метеорологии, музеях, библиотеках, хранилищах и т.д. Но особенно востребован подобный контроль при хранении продуктов питания.

В соответствии с ст. 4 федерального закона №29 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 2 января 2000 г. и постановлением №26 главного государственного санитарного врача РФ от 30 июля 2002 г. «О ведении программ производственного контроля» в магазинах всех торговых предприятий необходим постоянный контроль

параметров хранения продуктов. Практическое выполнение этих требований сопряжено с некоторыми неудобствами:

- данная работа, вследствие ее простоты, выполняется как не основная, что отвлекает от основного рода деятельности;
- рутинность процесса контроля и фиксации приводит к недобросовестному их выполнению – журнал ведется с опозданиями или не ведется вовсе;
- для считывания показаний на складах необходимо их открывать, что может сделать только материально ответственное лицо, что также приводит к ведению журнала с большими отклонениями от требований;
- в случае резкого изменения температуры в результате аварии регулярность снятия показаний не позволяет оперативно принять меры ликвидации аварии.

Автоматизированное слежение позволяет значительно упростить процесс наблюдения параметров хранения товаров, а также избавляет от необходимости ручного снятия данных и ведения бумажного журнала.

Обзор коммерческих предложений по данной тематике позволяет провести следующую классификацию систем мониторинга:

По регламенту измерений системы делятся на системы способные фиксировать данные во множестве точек и системы производящие измерения только в одной точке. *По возможности просмотра истории измерений* можно выделить системы без истории, показывающие только текущее (последнее) измерение, системы, способные хранить некоторый ограниченный объем снятых данных («за определенное время») и системы с возможностью хранения всей истории измерений. И, наконец, *по типу участия оператора* системы мониторинга можно поделить на системы где оператор может получить данные лишь с некоторого ограниченного количества точек, находясь в непосредственной от них близости («непосредственное присутствие»), системы, предоставляющие данные, снятые с некоей локальной территории («на объекте») и системы, способные собирать данные с территориально распределенных объектов («диспетчер на все объекты»).

Функционально комплексы мониторинга территориально-разнесенных объектов должны решать следующие задачи:

1. задача обработки: обработка полученных с прибора данных (визуализация, создание отчетов) и управление прибором с компьютера (настройка режимов работы датчиков);
2. задача снятия данных: опрос аппаратной части комплекса, с сохранением информации в базе данных.
3. задача передачи данных: передача данных с объектов на диспетчерский пункт.

Автоматизация предполагает разработку соответствующего программного обеспечения. Рассмотрим программное обеспечение аппаратного комплекса регистрации и мониторинга температуры территориально-разнесенных объектов на базе прибора РТМ-1 32/256.

Состав задач определил необходимость создания трех программ для программной части комплекса.

Программа сбора данных выполняет автоматический плановый опрос прибора, а также проверяет соответствие температуры заданным порогам, и, в случае, выхода за пороги, высылает электронное письмо диспетчеру.

Программа управления прибором занимается обработкой полученных с прибора данных (визуализация в виде графиков или в форме списков-таблиц, создание отчетов) и управлением прибором с компьютера (настройка режимов работы датчиков).

Программа передачи данных и представления данных для диспетчера выполняет две функции: не интерактивную передачу данных со всех объектов в диспетчерский пункт и отображение этих данных.

Описанные разработки выполняют большинство функций предполагаемых для программного обеспечения аппаратных комплексов. Однако задача обработки данных на компьютере реализована не в полной мере: предполагается развитие ПО в сторону статистической обработки данных с целью анализа работы холодильного оборудования, что

переведет комплекс из разряда средств пассивного наблюдения в разряд систем аналитической обработки в реальном времени, включающих составление и динамическую публикацию отчетов и документов, прогнозирующих ход событий и предлагающих пути решения появляющихся проблем.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩИМ РЕЖИМОМ НАГРЕВА НЕПРЕРЫВНО-ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК В СОВРЕМЕННОЙ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, Д.В. Нужин

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск*

В металлургическом производстве более 20% потребляемого топлива расходуется на нагрев металла перед прокаткой. Сопоставление энергетических затрат на нагрев металла в лучших российских широкополосных станах горячей прокатки и западноевропейских предприятиях аналогичного профиля показывает, что затраты на нагрев на последних, при прочих равных условиях, на 20-30% меньше, чем на отечественных. Сокращение энергетических затрат при нагреве металла является основным направлением экономии природного газа топлива и снижения себестоимости готового проката.

Существовавшие ранее режимы управления нагревом, ориентированные на достижение максимальной производительности, оказываются экономически нецелесообразными в современных рыночных условиях экономики, когда требуется произвести заданное количество продукции заданного качества при минимальных затратах.

Одним из очевидных факторов, способствующих снижению затрат топлива на нагрев, является максимальное использование остаточного от предыдущего передела (разливки на МНЛЗ) тепла. В производственных условиях выполнить такое требование довольно трудно: некоторые НЛЗ требуют устранения поверхностных дефектов, объемы заказов на определенный вид прокатной продукции не всегда соответствуют объему выплавленной и разлитой стали и т.д.

Наиболее эффективным и возможным способом снижения затрат топлива при существующих схемах производственного процесса является использование микропроцессорных систем оптимального управления тепловым режимом агрегата. Этот способ позволяет с минимальными затратами и оперативно решить задачу реализации топливосберегающих режимов управления подачей топлива при нагреве металла, повысить эффективность его использования, улучшить качество нагрева заготовок за счет централизованного контроля параметров нагревательной печи.

Цель реализации топливосберегающего режима заключается в том, чтобы поддержать такой температурный режим нагрева, при котором безусловно обеспечивается достижение заданного качества нагрева к концу назначенного времени и соблюдение всех принятых конструктивных и технологических ограничений при минимальных затратах топлива на нагрев.

Структурная схема системы автоматизации управления топливосберегающим режимом нагрева НЛЗ в современной методической печи представлена на рисунке 1.

Реквизиты заготовки, поступающие на нагрев, формируются в блоке характеристик заготовки, где указывается марка стали, ее размеры. Эти данные необходимы для расчета прогноза времени нагрева заготовки и траектории ее движения.

Алгоритм прогноза времени нагрева заготовки и траектории ее движения рассчитывает продолжительность общего времени нагрева заготовки. Данный параметр необходим для расчета оптимальной температурной траектории нагрева заготовки. Для выполнения прогнозируемого расчета необходима информация: о текущем положении каждой заготовки по длине печи, полученное из системы слежения за металлом; исходных и конечных размерах, марке стали, полученные из блока характеристик заготовки;

траектория изменения теплового состояния нагреваемого металла по сечению; t_n и $S(t)$ – прогнозируемое время нагрева и траектория движения отдельной заготовки по длине печи соответственно; $t_{зад.нов}^e(t)$, $t_{нов}^e(t)$ – температура поверхности заготовки для верхних зон (соответственно текущая и расчетная) по энергосберегающей траектории нагрева; $t_{zc}N$ – информация с датчиков температуры по зонам печи; $m(t)$ – коэффициент несимметричности нагрева

Алгоритм расчета энергосберегающей траектории нагрева используя значения о продолжительности общего времени нагрева заготовки, значения начального и конечного теплового состояния заготовки, позволяет осуществлять расчет энергосберегающей траектории изменения температуры поверхности в верхних зонах $t_{нов}^e(t)$ и коэффициента несимметричности нагрева $h(t)$, и определять эти значения, при конкретной текущей координате по положению заготовки в печи. Оптимальный энергосберегающий режим управления нагревом характеризуется интенсификацией нагрева на конечном интервале общей продолжительности времени на нагрев металла в печи [3].

В методических печах с двухсторонним нагревом по всей длине печи полезные затраты тепловой энергии в верхних зонах на порядок выше, чем в нижних. Это объясняется значительными затратами тепла на нагрев опорных труб (особенно неизолированных), также происходит потеря полезного тепла на нагрев шагающих балок и неконтролируемого подсоса холодного воздуха.

Высокий КПД работы верхних зон при резерве времени на нагрев, делает возможным переход на несимметричные режимы нагрева с преимущественным верхним нагревом. Однако тепло, подаваемое в нижние зоны в такие моменты должно предотвратить возникновение опасных термических напряжений в металле. В общем случае, количество тепла, подаваемое в нижние зоны, определяется коэффициентом несимметричности

$$h = \frac{Q^B}{Q^H + Q^B}$$

где Q^B – тепло, образующееся в результате сжигания топлива в верхних зонах; Q^H – тепло, образующееся в результате сжигания топлива в нижних зонах;

При $\mu=1$ происходит односторонний верхний нагрев, при $\mu=0,5$ симметричный нагрев. Коэффициент несимметричности зависит от темпа прокатки и изменяется по длине печи и времени прохождения заготовки. Расчет энергосберегающей траектории нагрева заготовки (т.е. нахождение значений $t_{нов}^e(t)$ и $h(t)$) рассчитывается методом Понтрягина или методом Недлера-Мида.

Значение температуры поверхности для верхних зон $t_{нов}^e(t)$ является величиной задания для регулятора температуры поверхности (для верхних зон) $t_{зад.нов}^e(t)$ в контролируемой точке печи (места установки пирометра). За текущее значение температуры поверхности заготовки в верхних зонах принимается рассчитанное значение с помощью математической модели нагрева заготовки, либо значение, полученное с помощью пирометров, установленных в печи.

Регуляторы температуры поверхности целенаправленно изменяют расход газа по зонам печи, обеспечивая выполнения условия $t_{нов}^e(t) = t_{зад.нов}^e(t)$.

Тепловая нагрузка для нижних зон получается перемножением тепловой нагрузки верхних зон $t_{нов}^e(t)$ на коэффициент несимметричности $h(t)$ в текущий момент времени:

$$U^e(t) = t_{нов}^e(t) * h(t).$$

Система контроля теплового состояния металла на выдаче из нагревательной печи обеспечивает дополнительный, независимый от расчета по математической модели объективный контроль качества нагрева каждой заготовки с целью недопущения

несанкционированной выдачи на стан заготовок с температурой нагрева ниже заданной [4]. Система управления температурой раската обеспечивает коррекцию заданного конечного теплового состояния металла на выходе из печи для стабилизации температуры прокатанных в черновой группе стана заготовок.

Система оптимизации процесса сжигания топлива обеспечивает управление воздухом таким образом чтобы тепловой эффект от сжигания топлива был максимальным. Система обеспечивает выполнение соотношения: $V_6^o = a_6 \cdot L_0 \cdot V_T$, где V_6^o - действительное текущее значение расхода воздуха; $L_0 \cdot V_T = V_6^T$ - теоретическое значение расхода воздуха, необходимое для полного сжигания топлива; V_T - текущий расход топлива; L_0 - коэффициент, равный количеству воздуха, требуемого для полного сжигания единицы топлива. Данная система представляет собой двухконтурную самонастраивающуюся систему управления сжиганием топлива. При построении сжиганием топлива по двухконтурной схеме первый контуров – стабилизирующий – обеспечивает быстрое грубое нахождение требуемого расхода воздуха. Второй контур – контур оптимизации горения – позволяет осуществить более тонкую (точную) по сравнению с первым контуром подстройку процесса сжигания топлива к оптимальному. Принцип работы данной системы изложен в работе [5].

Особенностью реализации данной системы является то, что управление тепловым состоянием заготовок можно осуществлять, используя как рассчитанное значение температуры поверхности с помощью математической модели, так и значение, полученное с пирометров установленных на печи. Это позволяет применить вышеописанную систему автоматизации управления сжиганием топлива как для печей, не имеющих пирометров, так и более модернизированных типов печей (с пирометрами).

Внедрение данной системы автоматического управления нагревом металла в методической печи позволит уменьшить удельный расход топлива на 3-5%.

Литература

1. Парсункин Б.Н., Бушманова М.В., Фомичев А.В. Прогнозирование времени нагрева заготовок в методических печах // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии: Межвуз. сб.науч.тр. Магнитогорск, МГТУ, 2001. С. 7-16.
2. Парсункин Б.Н., Дегтярев В.В. Определение начального теплового состояния заготовок перед нагревом // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии: Межвуз. сб.науч.тр. Магнитогорск, МГТУ, 2001. С. 17-27.
3. Андреев С.М. Решение задач оптимального нагрева металла с минимизацией затрат топлива на нагрев // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии: Межвуз. сб.науч.тр. Магнитогорск, МГТУ, 2001. С. 54-60.
4. Парсункин Б.Н., Андреев С.М. Система контроля качества нагрева металла // Теплотехника и теплоэнергетика в металлургии: Сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ, 1999. С. 52-58.
5. Прозоров В.В., Оптимизация теплового и температурного режима в проходных нагревательных печах широкополосных прокатных станов: Авт. дис. на с.уч.ст.к.т.н. – Магнитогорск, МГТУ, 2000.

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ СПЕКОВ

А.В. Паршаков, Б.М. Горенский
ИЦМиЗ ГОУ ВПО СФУ, г. Красноярск

Целью создания информационно-управляющей системы является комплексная автоматизация технологического процесса выщелачивания нефелиновых спеков. Для создания данной информационно-управляющей системы необходима разработка математической модели, которая будет в полной мере отражать автоматизируемый процесс.

Построение хорошей модели – это, как правило, многоэтапный процесс, заключающийся в последовательной постановке и проверке гипотез о структуре и параметрах объекта.

Процесс выщелачивания нефелинового спека является отдельной стадией переработки нефелинового сырья с целью получения глинозема.

Предлагаемая система представляет собой АСУ ТП с вычислительным комплексом. По выполняемым функциям её можно разделить на две подсистемы: информационную и управляющую (рисунок 1).

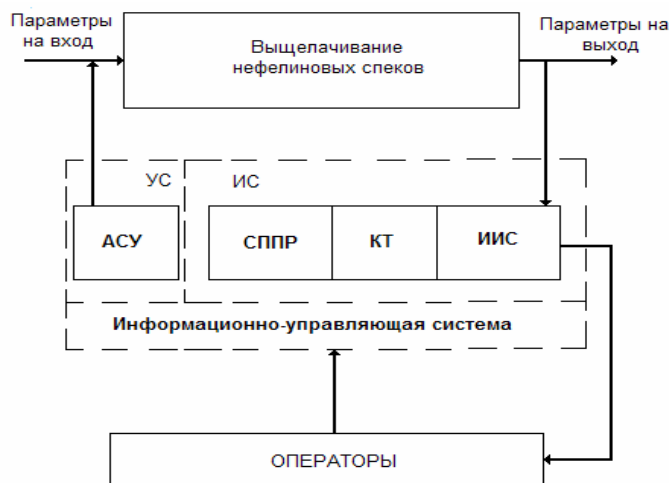


Рисунок 1 – Структурная схема информационно-управляющей системы

1. АСУ – автоматизированная система супервизорного управления процессом
2. Система поддержки принятия решений – выработка рекомендаций по управлению, которые реализуется через локальные АСУ оператором вручную
3. Компьютерный тренажер, который может работать как совместно с системой принятия решений, так и автономно, включает функции обучения и контроля знаний. Позволит повысить квалификацию обслуживающего персонала
4. Информационно-измерительная система – осуществляет сбор и анализ информации для представления оператору для текущего контроля

Предполагается, что информационно-управляющая система должна работать в следующих режимах:

§ режим управления процессом (непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им), реализуемый при помощи АСУ ТП;

§ демонстрационный режим (использование демонстрационного режима позволяет в автоматическом режиме проследить основные принципы работы данного процесса);

§ режим обучения (в котором на экране дисплея могут выводиться подсказки по управлению процессом и приводятся основные нарушения и пути их устранения);

§ режим контроля знаний (этот режим характеризуется тем, что обучаемый управляет процессом, а оценка эффективности управления выставляется в конце сеанса обучения);

§ тестовый контроль знаний (контроль знаний, полученных в режиме обучения).

информационный – сбор анализ информации, представляемой оператору для контроля

Задачей управления является стабилизация на заданном уровне содержания Al_2O_3 и каустического модуля $M_{ку}$, где заданные значения берутся в соответствии с технологическими параметрами рассматриваемого производства. Математическая модель для расчета $M_{ку}$ может быть представлена следующей формулой, описывающей задачу управления:

$$M_{ку} = 1.645 * (Na_2O/Al_2O_3) \quad (1)$$

По регламенту содержание Al_2O_3 должно находиться в пределах 80-90 г/дм³, а $M_{ку}$ – 1.41-1.5. Исходя из уравнения (1) регламентацию $M_{ку}$ можно получить в следующем виде:

$$Na_2O = (M_{ку} * Al_2O_3)/1.645 \quad (2)$$

В соответствии с задачей управления (1) и с учетом зависимости (2) модель процесса записываем в виде балансовых уравнений относительно содержаний в материальных потоках Al_2O_3 и Na_2O . На основании данных, приведенных выше, структурную математическую модель процесса выщелачивания можно представить в виде системы с распределенными параметрами, представляющую последовательность трех звеньев (рисунок 2):

1. звено мгновенного смешивания и разделения потоков в точке
2. звено идеального перемешивания
3. звено идеального вытеснения

Период дискретности расчета модели принимаем равный одной минуте.

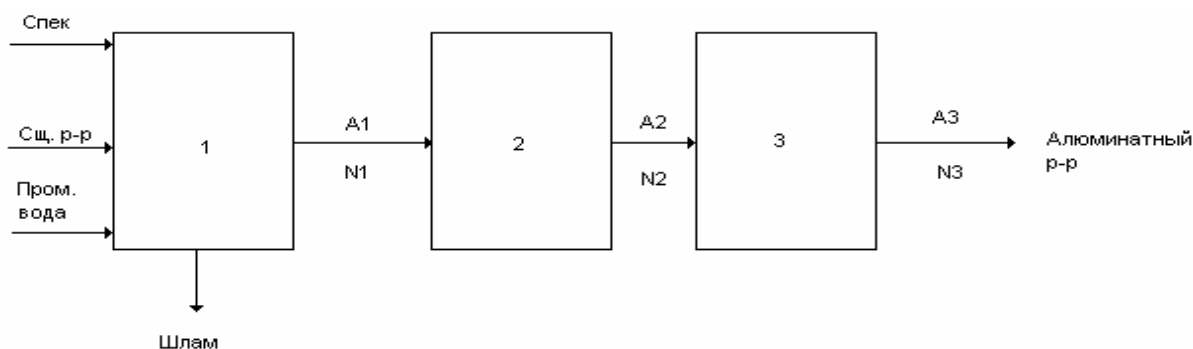


Рисунок 2 – Структура математической модели процесса выщелачивания

Применение предлагаемой информационно-управляющей системы приведет к коренной перестройке технологии управления сложным взаимосвязанным процессом выщелачивания нефелиновых спеков, к повышению производительности и улучшению условий труда персонала. Предлагаемая система позволит решить задачу повышения качества управления процессом, что приводит к повышению технико-экономических показателей.

Литература

1. Лайнер А. Производство глинозема / А. Лайнер, Н. Еремин, Ю.Лайнер, И.Певзнер, –М.: Металлургия, 1978.–344с.
2. Полоцкий М. Автоматизация химических производств / М. Полоцкий, Г. Лапшенков.–М.: Химия, 1982.–296с.
3. Диомидовский Д. М. Автоматизация металлургических производств / Д. Диомидовский.–М.: Металлургия, 1967.–452с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОФИЛИРОВАНИЯ ТРУБ

С.В. Паршин, Н.В. Семенова

УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

Использование современного трубопрофильного оборудования предполагает, помимо применения новых технологических решений и инструмента, еще и использование инновационных методик контроля и настройки оборудования с целью получения высокой точности продукции, требуемых механических свойств ее материала.

Для получения малых партий продукции специального назначения рентабельным является применение универсального оборудования с невысокой производительностью. В то же время, проведение производственного эксперимента с целью подбора свойств продукции

в условиях небольшого объема рабочей партии продукции является дорогостоящим. Таким образом, использования одних только экспериментальных данных в описанных условиях недостаточно.

Указанное затруднение может быть решено созданием информационной системы, которая могла бы предсказать типоразмер готовой продукции, а также свойства ее материала по имеющимся данным о размерах и материале исходной заготовки и условиям ее деформирования. При использовании современной вычислительной техники рациональным представляется создание системы, состоящей из следующих звеньев:

1. Техническое обеспечение для программной обработки данных на

базе стандартного вычислительного комплекса уровня рабочей станции, имеющего интерфейс, средства хранения программных решений, возможно также и средства контроля параметров готовой продукции и средства управления и воздействия на процесс (обратная связь);

2. Программное обеспечение, включающее стандартный конечно- элементный пакет, а также средства экспорта–импорта данных для передачи их между основным пакетом и вспомогательными, что необходимо для проведения экспериментальной проверки информационной системы, ее калибровки;

3. Информационное обеспечение, включающее данные об оборудовании, базы данных ранее решенных задач, таблицы свойств материалов, таблицы стандартов на типоразмеры и механические свойства готовых труб, и др. Указанное звено системы также должно включать систему управления базами данных, совместимую с основным программным обеспечением;

4. Методическое обеспечение, включающее комплект документации по эксплуатации комплекса, описание типовых методик расчета, программное обеспечение для обучения оператора информационной системы.

Среди преимуществ указанной системы перед инженерными и экспериментальными методиками могут быть названы:

1. Приемлемая стоимость проведения исследования (при условии экспериментальной проверки не требуется выпуск пробной партии продукции);

2. Высокая скорость определения исходных параметров, ограниченная лишь скоростью решения конечно-элементной задачи;

3. Достаточная универсальность системы в аспекте геометрической конфигурации решаемых задач, кроме того, в частности, для задач с симметричной конфигурацией очага деформации время решения может быть снижено в несколько раз при проведении решения для одного из симметричных элементов;

4. Высокая точность решения, получаемая для задачи, содержащей минимум допущений и упрощений, а также использующей наиболее современную методику расчета.

В качестве средств контроля профиля получаемой трубы в описанной системе предполагается использовать неразрушающие методы контроля, которые могут быть использованы непосредственно в рабочем цикле. К таким методам может быть отнесено лазерное отраженное сканирование поверхности трубы как при помощи специализированных установок с трехмерным пантографом, так и при установке сканирующей головки в рабочую линию профилирующего стана. Кроме того, перспективной методикой контроля профиля является «ощупывание» тактильным механическим датчиком на резистивном, емкостном или индукционном принципе действия. Для контроля механических свойств материала трубы предполагается использование микроструктурного метода, или, более оперативного метода контроля величины деформации, при помощи измерения микротвердости в контролируемых точках.

Данные, собранные при помощи описанных методик могут применяться для выдачи команд на изменение величин натяжения заготовки в процессе деформации, регулировки положения элементов профилирующего инструмента, и, таким образом, для воздействия на параметры готовой продукции.

Литература

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
2. Паршин С.В. Процессы и машины для изготовления профильных труб. ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, Екатеринбург, 2006.

КОРПОРАТИВНЫЙ ПОРТАЛ ОАО ЗСМК

Н.И. Петров

ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

Целью проекта является создание корпоративного портала ОАО «ЗСМК», объединяющего внутренние информационные ресурсы ОАО «ЗСМК» и обеспечивающего на основе единых системных и технологических решений их создание, поддержание и использование для эффективного управления производственным процессом, а так же для предоставления публикуемой информации структурным подразделениям ОАО «ЗСМК».

Корпоративный портал предназначен для модернизации и последующего замещения существующих интранет-ресурсов ОАО «ЗСМК» с одновременным расширением информационных и функциональных возможностей.

Назначение Портала в соответствии с утвержденной концепцией:

- сделать доступными существующие и создаваемые информационные системы и ресурсы ОАО «ЗСМК», обеспечить условия для системной интеграции приложений и данных;
- предоставить информационную поддержку для принятия решений, функционирования органов управления ОАО «ЗСМК».

Для достижения поставленной задачи, а так же для обеспечения информационной целостности, безопасности и структурированного хранения данных предлагается использовать комплекс решений Oracle Application Server как средство разработки.

Oracle Application Server - продукт универсального класса, позволяющий решать широкий спектр задач по поддержке приложений в интернет-, интранет-и экстранет - системах. Эта платформа обеспечивает все сервисы промежуточного уровня, необходимые для развертывания и управления приложениями и веб-сервисами, использования корпоративных порталов, осуществления анализа информации в оперативном режиме, интеграции приложений и автоматизации бизнес-процессов. Oracle Application Server 10G поддерживает практически все основные направления развития современных технологий распределенной обработки данных, предоставляет разработчикам среду для создания и развертывания интернет-приложений, основанных на Java2 Enterprise Edition (J2EE), наряду с возможностью создавать веб-сервисы на Java, PL/SQL, XML.

В данной работе проведено обоснование использования программного комплекса Oracle Application Server 10G для разработки Корпоративного портала ОАО «ЗСМК». Рассмотрены требования, предъявляемые к разрабатываемому portalу.

КОНСОЛИДАЦИЯ СЕРВЕРНОГО ПАРКА ОАО «ЗСМК» В ЕДИНОМ ЦЕНТРЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Р.А. Пушкарев

ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

По состоянию на 01.04.2007 в цехах ОАО «ЗСМК» находится в эксплуатации более 300 информационных серверов. Имеющиеся проблемы:

- неоднородность оборудования, что вызывает необходимость содержания большого количества резерва;

- распределённость оборудования по технологическим объектам ЗСМК, отсутствие единых политик построения информационных систем и их администрирования;
- отсутствие единой системы резервного копирования данных;
- большие трудозатраты на сопровождение и эксплуатацию данного оборудования;
- неэффективное использование аппаратных ресурсов оборудования.

Консолидация серверного парка ОАО «ЗСМК» в единый ЦОД является комплексным организационно-техническим решением, предназначенным для создания высокопроизводительной, отказоустойчивой информационной инфраструктуры. Технологии виртуализации, применяемые при построении консолидированной серверной инфраструктуры и при объединении средств хранения данных в ЦОД позволят:

- сократить совокупную стоимость владения ИТ-инфраструктурой предприятия за счет эффективного использования технических средств;
- оптимизировать трудовые ресурсы дирекции по ИТ на содержание технической инфраструктуры;
- сократить время простоя информационных систем при отказах серверного оборудования;
- уменьшить количество резервного оборудования, обеспечить более быстрое восстановление информационных систем в случае программных сбоев;
- сократить расходы на лицензирование программного обеспечения.

В качестве аппаратной платформы для консолидации выбраны сервера Hewlett Packard BL460c.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.Ф. Сирина

УрГУПС, г. Екатеринбург

Управление вагонным хозяйством должно обеспечивать повышение конкурентоспособности вагоноремонтных предприятий. Основными инструментами достижения этой цели являются рыночные заказы на производство ремонта частных вагонов. Выполнение заказов должно быть направлено на постоянную адаптацию к потребностям рынка в ремонте вагонов.

В связи с этим возникает проблема организации качественного ремонтного обслуживания на основе автоматизированного контроля правильности, своевременности и целесообразности принимаемых решений. Для решения этой проблемы разработана «Концепция информатизации железнодорожного транспорта России», на основе которой создано единое информационное пространство, охватывающее все области деятельности железнодорожного транспорта, в том числе и вагонного хозяйства, где результаты решений одних задач являются исходной информацией для решения других [1–3].

Информационное обеспечение системы функционирования вагонного хозяйства состоит: из главного вычислительного центра (ГВЦ), объединяющего и поддерживающий информационные базы для проведения общесетевой экономической деятельности и управления перевозочным процессом; информационно-вычислительного центра на дорогах (ИВЦ), реализующего комплексы информационных услуг; вычислительного, телекоммуникационного оборудования, обеспечивающего выполнение основных операций над информацией и поддерживающего системы передачи данных; инструментальных программных средств, предназначенных для использования в информационной среде. Такое обеспечение имеет несколько уровней сбора, обработки и передачи информации (что соответствует организационной структуре) – линейный, дорожный, сетевой, связывая вагонное хозяйство с другими хозяйствами и подразделениями железнодорожного транспорта [3] (рисунок 1). Между подразделениями вагонного хозяйства существуют информационные потоки: вертикальные (между разными уровнями управления) и

горизонтальные (между предприятиями одного уровня управления), которые определяются технологией и организацией производства работ.

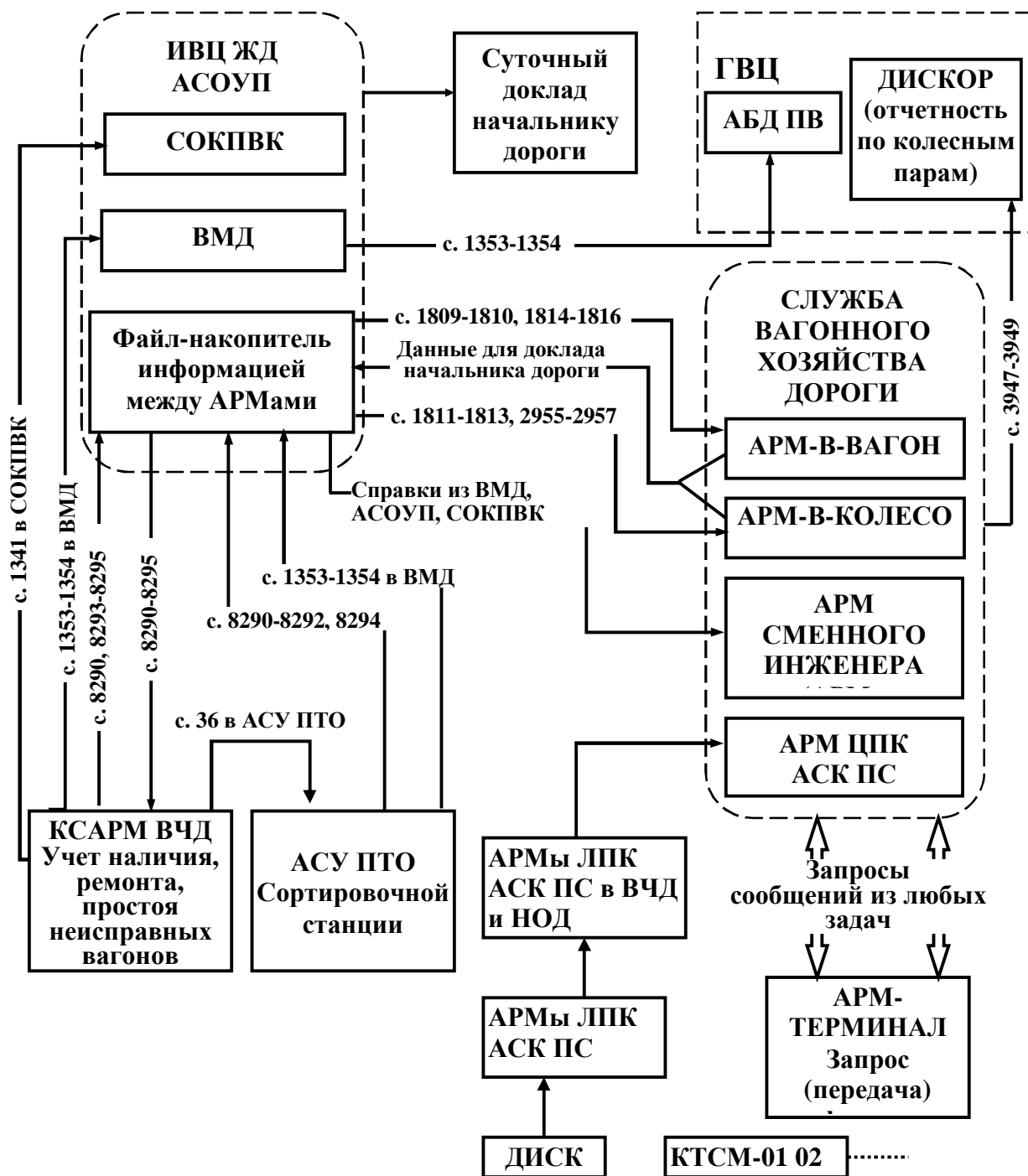


Рисунок 1 – Схема информационных связей вагонного хозяйства

Принятые обозначения на рисунке 1: ГВЦ – главный вычислительный центр; ИВЦЖД – информационно-вычислительный центр на железной дороге; АСОУП – автоматизированная система оперативного управления перевозками на дорожном уровне; СОКПВК – автоматизированная система оперативного контроля и учета повреждений грузовых вагонов и контейнеров; АБД ПВ – автоматизированный банк данных парка вагонов; АРМ ЦПК (ЛПК) АСК ПС – автоматизированное рабочее место центрального (линейного) поста контроля автоматизированной системы контроля подвижного состава;

ВМД – вагонная модель на дорожном уровне; ДИСКОР – диалоговая информационная система контроля и управления оперативной работой сети железных дорог; КТС – комплекс технических средств.

Вертикальные информационные потоки представляют две группы: совокупность документов, поступающих от Департамента вагонного хозяйства (ЦВ), вагонной службы (В) и дирекции по ремонту грузовых вагонов (ДРВ) к линейным предприятиям (нормативно-техническая документация (НТД), приказы, указания, распоряжения, запросы); совокупность документов, поступающих от линейных предприятий в адрес ЦВ, вагонной службы, ДРВ (данные от средств диагностики, паспортные характеристики вагонного хозяйства, учетные и отчетные формы, справки).

Информация передается по телеграфу, телефонным каналам и селекторной связи. Порядок учета информации регламентирован распоряжением ОАО «РЖД». Большинство форм рассчитано на ручную технологию заполнения и обработки информации. В настоящее время основной задачей информационного обеспечения является переход на безбумажную форму передачи информации, формирование баз данных и внедрение информационных технологий на основе современных систем управления базами данных, которые обладают функционально-технологическими характеристиками, определяющими эффективность их использования (многоуровневость, преемственность с существующими системами, однократность ввода информации и многократность ее использования, минимизация времени доступа к информации, представление информации в виде, удобном для пользователя, минимальность избыточной информации).

В настоящее время в ГВЦ и ИВЦ дорог созданы современные программно-технические комплексы, работающие в режиме информационных стандартов. Программно-технический комплекс ГВЦ включает современную вычислительную технику и операционную систему (рисунок 2).

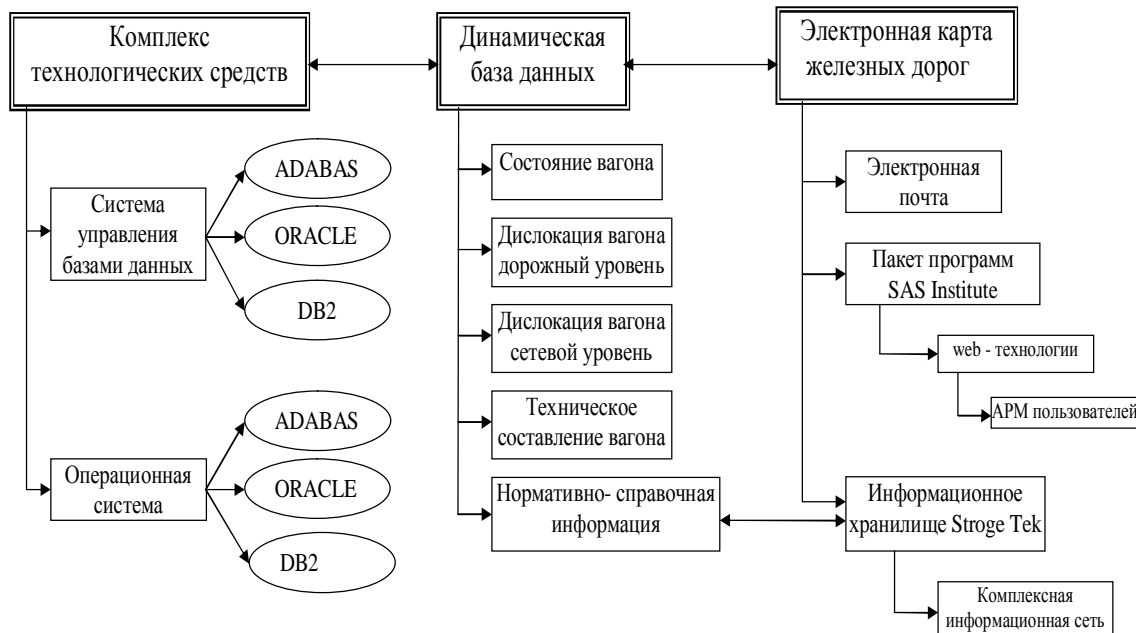


Рисунок 2 – Структура программного комплекса ГВЦ

В качестве средств технической поддержки используются возможности комплексной информационно-вычислительной сети (КИВС) ОАО «РЖД», которая обеспечивает связи между сетевыми и дорожными уровнями через серверы ГВЦ. В качестве серверов дорожного уровня и ниже используются возможности ИВЦ дорог ОАО «РЖД». Основным элементом КИВС являются локальные вычислительные сети, созданные во всех структурных и

организационных подразделениях ОАО «РЖД». Локальная вычислительная сеть включают в себя базовые серверы, на которых выполняются основные программы автоматизированной системы управления вагонным хозяйством и хранятся базы данных.

Управление вагонным парком осуществляется с помощью автоматизированной системы «Автоматизированная система номерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка на железных дорогах России» (ДИСПАРК). ДИСПАРК является комплексной системой, охватывающей все уровни управления, в которой задействованы различные службы железных дорог: вагонного хозяйства, управления перевозками, грузовой. Основные ее цели: контроль за соблюдением сроков доставки грузов, работой межгосударственных стыков, использованием «чужих» вагонов; постановка вагонов в ремонт по фактически выполненному объему работы; машинный учет общего наличного парка вагонов, резерва и неисправных вагонов; автоматизация отчетности о грузовой работе; анализ качества подготовки вагонов к погрузке. Эта система содержит три основных уровня: сетевой (ГВЦ ОАО «РЖД»), дорожный (ИВЦ железной дороги) и линейный (АСУ и отдельные АРМы на базе ПЭВМ для работников линейных предприятий). Она позволяет при однократном вводе данных об операциях с поездами, вагонами и грузами их многократное использование (что увеличивает достоверность информации и ее однозначность в различных приложениях), а также отслеживать вагоны в режиме реального времени, а не в момент его нахождения в статическом положении на конец отчетных суток (18 часов Москвы).

Автоматизированная система управления вагонным хозяйством является комплексной многоуровневой системой, объединяющей все уровни управления, и включает в себя совокупность технических, технологических, логических, организационных решений и управляющих воздействий. Ее применение в подразделениях вагонного хозяйства предусматривает взаимодействие устройств для контроля состояния вагонов с автоматизированной системой управления на уровне линейных подразделений и дорог. Полученная информация обеспечивает оперативное информирование работников железных дорог.

Литература

1. Мартынюк Н.Г., Ступин А.П., Кирилюк А.В., Райков Г.В. Автоматизированная система управления вагонным хозяйством железных дорог России // Ж.-д. транспорт; Сер.: Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. ОИ/ЦНИИТЭИ МПС, 1997. – Вып. 3. – С. 1–51.
2. Райков Г.В., Мартынюк Н.Г., Телешевская В.Я. Концепция автоматизированной системы управления вагонным хозяйством // Ж.-д. трансп.; Сер.; Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. – ОИ/ЦНИИТЭИ. – 2003. – Вып. 2-3. – С. 1–68.
3. Раков В. И. О некоторых особенностях в развитии структур отраслевых систем автоматического управления / В.И. Раков // Мехатроника, автоматизация, управление: Теоретический и прикладной научно-технический журнал. – М.: Новые технологии. – 2006. – №8. – С. 43–50 (Шифр М5/2006/8).

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРТЕНОВСКОГО ЦЕХА

Н.И.Ткаченко^{*}, Н.А. Спирин^{}**

^{*} ФГУП «Производственное объединение Уралвагонзавод»,

^{**} Уральский государственный технический университет-УПИ, г. Екатеринбург

Мартеновское производство предназначено для производства стали в мартеновских печах и подача жидкого металла на заливочный участок (формы в литье, кокиля в прокатном производстве и т.д.). Технология производства в мартеновских печах надежная, но считается морально устаревшей. Существующим мартеновским печам сейчас не менее 50 лет и автоматизация или установка нового КИПиА проводилась не менее 25-30 лет назад. Мартеновское производство постепенно заменяют сталеплавильными электродуговыми печами, которые более экономичны и производительны. Но не все предприятия могут

позволить себе перейти с мартеновского производства на электропечи. В первую очередь связано это с высокими финансовыми затратами, временем на реконструкцию.

Развитие автоматизированных систем в мартеновском цехе возможно в следующих направлениях:

1. Построение системы взвешивания и учета шихтовых материалов, поступающих в мартеновскую печь.

2. Построение системы технологического видеонаблюдения за процессом взвешивания и завалки в печь шихтовых материалов.

3. Построение системы учета всех видов энергоресурсов, используемых как в цехе в целом, так и каждой единицы оборудования.

4. Замена КИПиА управления мартеновскими печами. Использование современных датчиков, программируемых логических контроллеров и SCADA – систем для управления технологическим процессом.

5. Использование современных СУБД для хранения, сопровождения и использования данных.

6. Формирование единого информационного пространства в пределах цеха на основе интегрированной компьютерной сети и интеграция ее в корпоративную сеть предприятия.

7. Построение АСУ ТП мартеновского производства с использованием компьютерных систем поддержки принятия решений. АСУ ТП мартеновского производства возможно только в рамках управления подачи топлива и окислителя печь, а также управление отходящими газами в зависимости от выбранного режима плавки стали. Каждый режим плавки стали, соответствует определенной марке, выплавляемой стали. Построение автоматизированной системы формирования электронного паспорта плавки стали.

8. Построение цеховой АСУ включает в себя следующие функции системы управления:

- *Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS)* - Управление ресурсами производства: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, документацией, инструментами, методиками работ.

- *Оперативное/Детальное планирование (ODS)* - Расчет производственных расписаний, основанный на приоритетах, атрибутах, характеристиках и способах, связанных со спецификой изделий и технологией производства.

- *Диспетчеризация производства (DPU)* - Управление потоком изготавливаемых деталей по операциям, заказам, партиям, сериям, посредством рабочих нарядов.

- *Управление документами (DOC)* - Контроль содержания и прохождения документов, сопровождающих изготовление продукции, ведение плановой и отчетной цеховой документации.

- *Сбор и хранение данных (DCA)* - Взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия.

- *Управление персоналом (LM)* - Обеспечение возможности управления персоналом в ежесекундном режиме.

- *Управление качеством продукции (QM)* - Анализ данных измерений качества продукции в режиме реального времени на основе информации, поступающей с производственного уровня, обеспечение должного контроля качества, выявление критических точек и проблем, требующих особого внимания.

- *Управление производственными процессами (PM)* - Мониторинг производственных процессов, автоматическая корректировка либо диалоговая поддержка решений оператора.

- *Управление техобслуживанием и ремонтом (MM)* - Управление техническим обслуживанием, плановым и оперативным ремонтом оборудования и инструментов для обеспечения их эксплуатационной готовности.

- *Отслеживание истории продукта (PTG)* - Визуализация информации о месте и времени выполнения работ по каждому изделию. Информация может включать отчеты: об исполнителях, технологических маршрутах, комплектующих, материалах, партионных и серийных номерах, произведенных переделках, текущих условиях производства и т.п.
- *Анализ производительности (PA)* - Предоставление подробных отчетов о реальных результатах производственных операций. Сравнение плановых и фактических показателей.

Такие функции системы как Управление персоналом (LM) и Управление документами (DOC) целесообразней реализовывать специальными автоматизированными системами, внедряемыми на предприятии в целом, а не в отдельном цехе. В цеховую систему необходимо организовать передачу данных по персоналу. Система документооборота может интегрироваться в цеховую систему или существовать совместно с цеховой системой.

Построение автоматизированных систем управления мартеновским цехом целесообразно проводить в том случае, если предполагается использовать мартеновских цех для производства стали не менее 5 лет, так как примерные затраты на построение автоматизированной системы управления цеха, могут составить от 10 млн. рублей на одну мартеновскую печь, производительностью 60 тонн за одну плавку.

РАСЧЕТНАЯ ПРОГРАММА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ДЫМОВЫХ ТРУБАХ

И. А. Упорова, А.Н. Мичков, В.А. Гольцев
УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

В настоящее время в России эксплуатируются десятки тысяч дымовых труб, изготовленных из различных материалов и работающих в различных весьма сложных условиях. Для контроля технического состояния дымовых труб весьма актуальна задача по расчетному определению температурного поля по сечению и высоте дымовой трубы. Обладая такими сведениями, можно прогнозировать, будет ли возможно появление конденсата в трубе, определять минимально возможные температуры выходящих из теплового агрегата газов с оценкой технического состояния подземных газоходов.

С теплотехнической точки зрения решение задачи по определению температурного поля в дымовой трубе сводится к решению уравнения баланса теплоты дымовых газов и уравнения стационарной теплопередачи от дымовых газов к окружающему трубу воздуху через многослойную цилиндрическую стенку.

Данные методики были применены для создания программного продукта (ПП) по расчету температурных полей в дымовых трубах различных конструкций (рисунок 1).

К преимуществам данного ПП относятся дружественный пользовательский интерфейс, защита от некорректного ввода данных, независимость от работы других прикладных программ и возможность внедрения данного ПП в другие прикладные программы.

Программное обеспечение выполняет набор функций, удовлетворяющих заданным потребностям пользователей: ввод данных, их корректировка, сохранение и загрузка данных, отображение данных в удобном для пользователя виде, формирование отчета по выполненным расчетам и его экспорт в другие популярные форматы.

Для выполнения расчета необходимо выбрать конструкцию трубы, количество участков, задать параметры по дымовым газам, по окружающей среде, геометрические параметры трубы и теплофизические параметры материалов. В программе предусмотрены следующие типы дымовых труб: кирпичная, железобетонная с воздушным невентилируемым зазором, металлическая труба без изоляции, с футеровкой, с внешней изоляцией и с воздушным невентилируемым зазором. Возможна загрузка данных из файла, сохраненного ранее, или загрузка тестовых данных. Предусмотрена корректировка данных пользователем и сохранение сделанных изменений в файл.

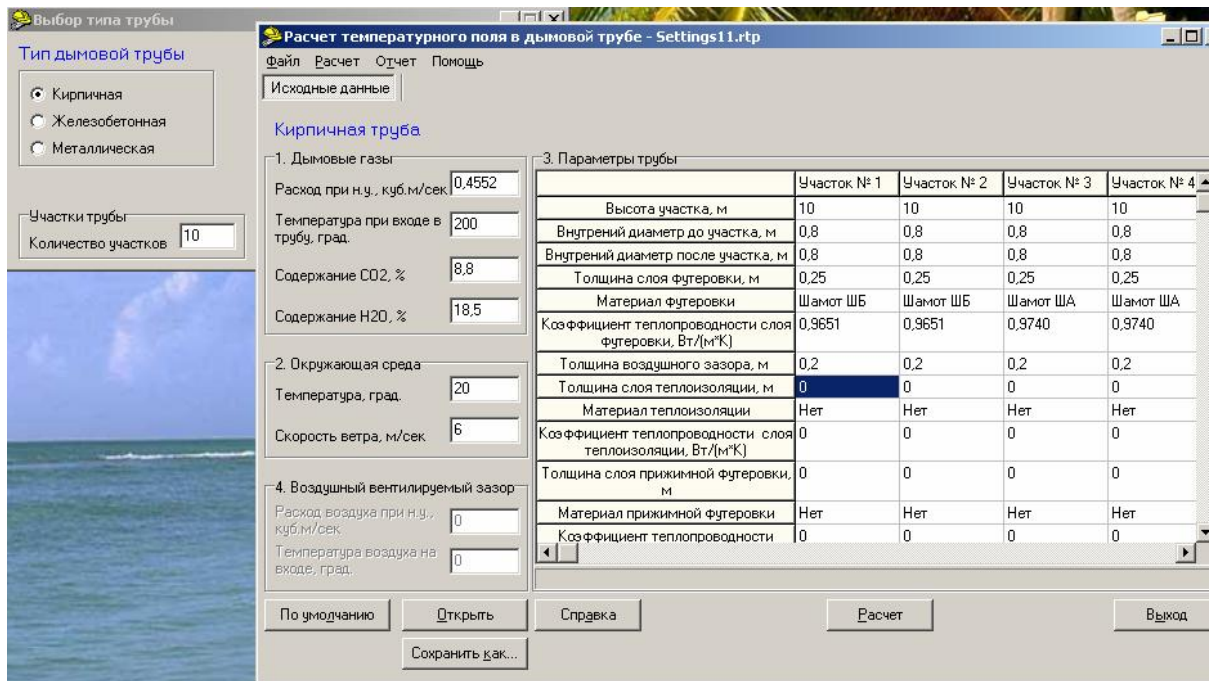


Рисунок 1 – Интерфейс прикладной программы по расчету температурного поля в дымовых трубах на этапе выбора типа трубы и задания исходных данных

После выполнения расчета автоматически отображаются результаты расчета, как в численном, так и в графическом виде (рисунок 2).

Численные результаты расчета представлены в двух видах: основных и полных. Полные результаты расчета включают все величины, которые вычисляются в процессе расчета.

При построении графика можно задавать его тип: построение графика распределения температур отходящих газов по высоте трубы, а также по толщине стенки выбранного участка.

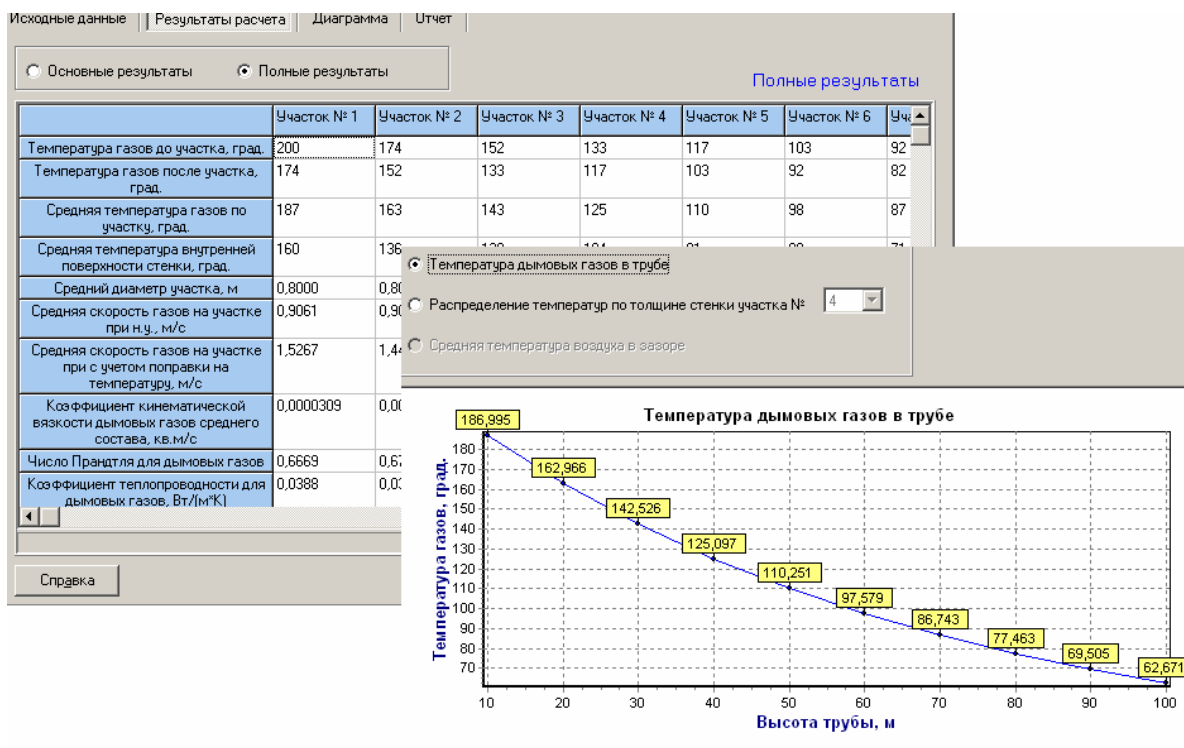


Рисунок 2 – Табличное и графическое представление полных результатов расчета

В программе предусмотрено формирование отчетов с возможностью предварительного просмотра. Отчет включает дату и время создания отчета, исходные данные, результаты расчета. При формировании отчета можно выбрать тип результатов, заносимых в отчет. Сформированный отчет можно экспортировать в другие форматы данных – это MS Word, MS Excel.

Для ознакомления по работе с программой предусмотрена справочная помощь, при обращении к которой она отображает соответствующий раздел справки.

Результаты расчетов, полученные с помощью программного продукта, используются для диагностики технического состояния реально работающих и реконструируемых дымовых труб.

АСУ ТП 32-КАМЕРНОЙ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ №1 НОВОСИБИРСКОГО ЭЛЕКТРОДНОГО ЗАВОДА

А.Р. Фатхутдинов^{*}, А.Г. Соколов^{*}, Н.А. Спирин^{}**

^{}ОАО Уралэнергочермет,*

*^{**}Уральский государственный технический университет-УПИ, г. Екатеринбург*

Объектом автоматизации является многокамерная кольцевая печь обжига углеграфитовых изделий с числом камер 32, с системой газоочистки отходящих газов и принудительного охлаждения камер.

В состав печи входят следующие агрегаты: - керамический массив (огнеупорная кладка) печи; - свода и горелочные рампы; - свода принудительного охлаждения; - переносные элеваторы; - система эвакуации газов; - система газоочистки.

Каждое газогорелочное устройство имеет автомат управления ВСУ 440 со встроенным трансформатором розжига.

Основные параметры и комплектация ВСУ 440: (стандартное исполнение)

Автомат управления ВСУ может работать как в автоматическом режиме, когда управляющие воздействия формируются внешним устройством, так и в ручном.

Автоматизация «нижнего» уровня реализуется на:

- программируемых логических контроллерах семейства «CompactLogix», оснащённых сетевыми интерфейсами «Ethernet» и «DeviceNet», а также необходимые модули ввода - вывода;
- панелях оператора семейства «PanelView»;
- частотных преобразователях семейства «PowerFlex 700».

Контроллеры устанавливаются в шкафах контроля и управления, в непосредственной близости от исполнительных механизмов регулирующих устройств, аналоговых и дискретных датчиков, расположенных на агрегате – сводах печи, платформах газозудоснабжения горелок, сводах охлаждения, элеваторах, системы дымоудаления и очистки газов.

Контроллеры с модулями ввода - вывода устанавливаются на следующие агрегаты печного комплекса: - установка дымоудаления и очистки дымовых газов - 1 контроллер на установку, плюс модули удалённого ввода - вывода сигналов, обеспечивающие контроль и управление системами сборного газозудоснабжения, а также частотными преобразователями вентиляторов вытяжки дымовых газов; - свод охлаждения печи – 1 контроллер на свод (всего 2 штуки); - элеватор - 1 контроллер на установку (всего 2 штуки); - платформа газозудоснабжения горелок - 1 контроллер на установку (всего 8 штук); - своды камеры печей - устанавливаются модули удалённого сбора информации с интерфейсом «Ethernet IP» (всего 20 штук).

Все контроллеры и модули одного типа – семейства «Compact Logix», что позволяет унифицировать процедуры программирования, отладки и обслуживания системы автоматизации.

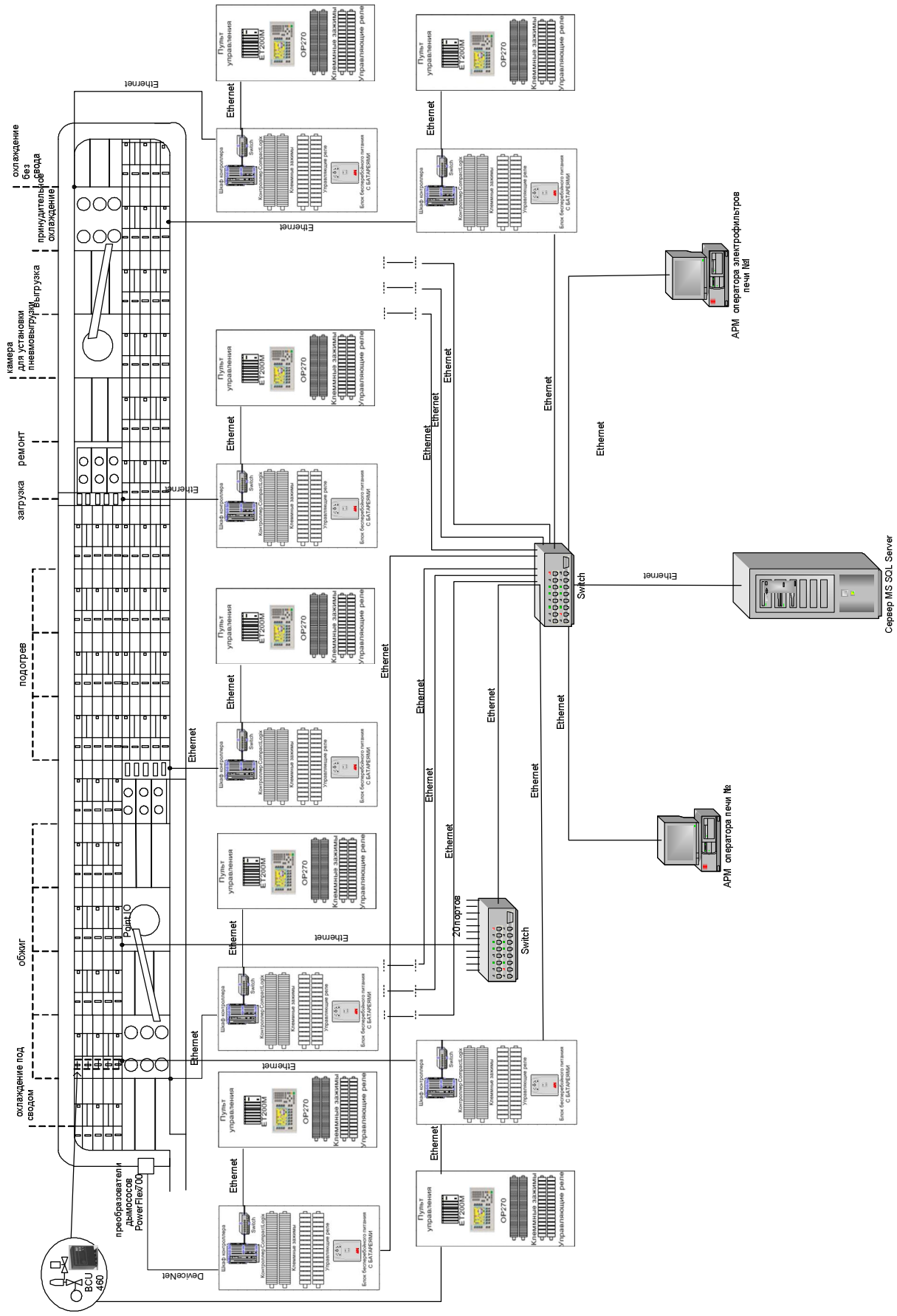


Рисунок 1 – Структурная схема АСУ ТП «Обжиг 1»

Для задания алгоритмов работы каждый контроллер оснащается панелью оператора, устанавливаемой на лицевой панели шкафа контроля и управления, а также кнопочным постом управления со световой и звуковой сигнализацией.

Система дымоудаления оснащается частотными преобразователями семейства «PowerFlex 700» с управлением режимами работы от контроллера через сетевой адаптер.

Автоматизация «верхнего» уровня (уровень серверов) реализуется на двух персональных компьютерах: один - участок обжига («АРМ оператора печи №1»), второй – участок очистки газов и дымоудаления («АРМ оператора электрофильтров печи №1»). На «верхнем» уровне реализованы функции сбора, обработки, управления, отображения, протоколирования и хранения информации о ходе технологического процесса на агрегатах печного комплекса и функции аварийно – предупредительной сигнализации об отклонениях в технологическом процессе.

На персональных компьютерах установлена операционная система «Windows», СКАДА – система «In Touch 9.0».

Установка SQL – сервера сбора данных технологического процесса «Industrial SQL Server 8.0» требует установки отдельного компьютера (сервера) для обработки и хранения информации с установкой операционной системы «Windows 2000 Server». Компьютеры и контроллеры объединены между собой по сети «Ethernet». Структурная схема АСУ ТП «Обжиг 1» и информационных линий приведена на рисунке 1.

АСУТП «НАГРЕВ» ПЕЧИ НАГРЕВА ОАО «ВИЗ-СТАЛЬ»

А.Р. Фатхутдинов^{*}, А.Г. Соколов^{*}, Н.А. Спирин^{}**

^{}ОАО «Уралэнергочермет,*

*^{**}Уральский государственный технический университет-УПИ, г. Екатеринбург*

Актуальность выполнения работ по созданию печи для нагрева рулонов перед непрерывно-травильным агрегатом цеха холодной прокатки (ЦХП) вызвана заменой поставщика горячекатаного подката трансформаторной стали.

Горячекатаный подкат, поставляемый с ОАО «НЛМК», особенно в зимний период времени при температурах окружающей среды в ЦХП $0 \div -5$ °С склонен к охрупчиванию и трещинообразованию кромок полосы при разматывании рулонов на непрерывном травильном агрегате.

Целью разработки печи является реализация технологического процесса, обеспечивающего минимизацию расходного коэффициента трансформаторной стали на участке непрерывного травления.

АСУ ТП «Нагрев», являющаяся частью разработки, создана для комплексного управления движением конвейера, работой печи, ведения базы данных, формирования архивов и паспортов рулонов.

Автоматизация печи выполнена на базе аппаратно-технических средств и программных продуктов фирм Siemens и Schneider Electric и включает системы управления:

- температурой воздуха в каждом контуре рециркуляции изменением скважности тока, подаваемого на электронагреватели;
- скоростью вращения вентиляторов, в зависимости от потребляемой мощности с блокировкой по предельной температуре в зонах;
- механизмами печи в зависимости от заданного темпа нагрева.

Привода заслонок, оснащаются бесконтактными устройствами пуска. Циркуляционные вентиляторы, установленные на своде, оснащаются частотными преобразователями для плавного регулирования расхода циркулирующего воздуха, для исключения перегрева рулонов. В каждой зоне нагрева устанавливаются 2 термодары типа ТХК. Теплообменник комплектуется трехфазным тиристорным блоком управления нагрузкой и модулем-драйвером для формирования высокочастотных импульсов управления 6-ю встречно-параллельными тиристорами. Модуль-драйвер в свою очередь управляется

контроллером. В 6-ой зоне устанавливается датчик-пирометр для измерения температуры торца рулона перед его выходом из печи.

Транспортер оборудуется устройством плавного пуска. Для точного останова рулонов напротив сопловых аппаратов зон рециркуляции с наружной части печи устанавливается индуктивный датчик положения.

Для управления печью предусматривается пульт оператора, на котором размещаются переключатели, кнопки, лампы индикации, модуль звукового оповещения, панель оператора для задания скоростей вентиляторов, температур по зонам, темпа обработки рулонов.

В случае нахождения рулона на ложементе за печью, продвижение транспортера блокируется. Для этого предусматривается установка 2-х световых датчиков (на входе и выходе печи) контроля наличия рулонов.

Структурная блок-схема автоматизации печи представлена на рисунке 1.

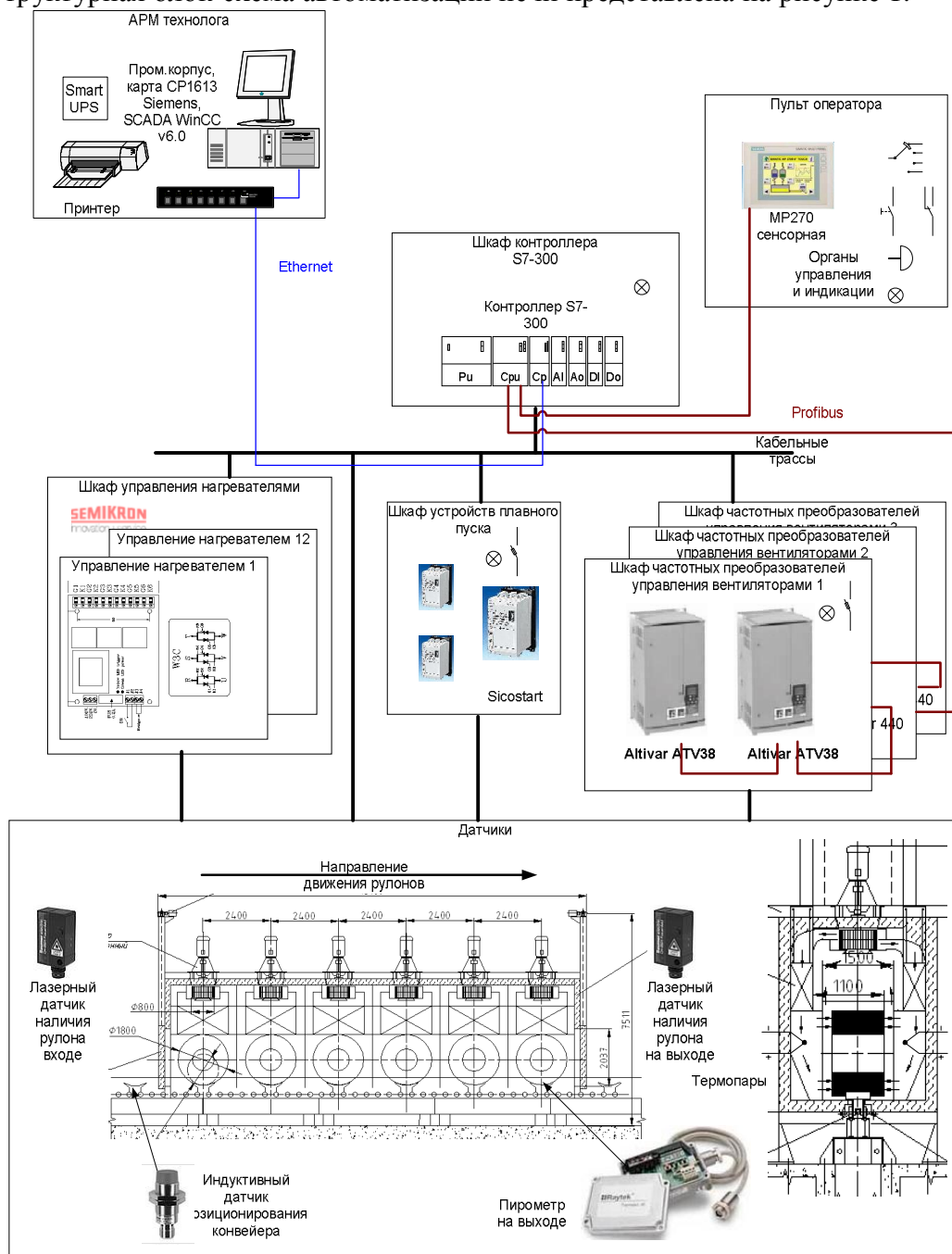


Рисунок 1 – Структурная блок-схема автоматизации печи

Программная часть для контроллера выполнена на языках программирования STL, SCL, CFC (Siemens Step7). Язык SCL (Паскаль) позволяет сделать основные алгоритмы

управления прозрачными для понимания пользователя. В программе контроллера реализованы:

- 12 регуляторов регулятор температур по 6 зонам;
- формирование заданий на 6 регуляторов скоростей вращения вентиляторов;
- обработка режимов печи (холостой ход, пуск, рабочий режим, останов и др.);
- управление приводами транспортера, заслонок;
- автоматика безопасности и программные защиты от аварийных ситуаций;
- формирование предупредительных и аварийных сигналов.

Панель оператора программируется на Protocol или WinCC Flexible. Панель типа MP270 с сенсорным экраном содержит в себе кадры с древовидной структурой:

- корневой;
- главный – содержит значения основных технологических параметров и отображает положение механизмов;
- выбора технологической карты и задания ее на исполнение;
- архива аварийных и предупредительных сообщений;
- архива действий оператора;
- графиков изменения технологических параметров;
- просмотра паспортов рулонов;
- системных настроек и редактирования паролей доступа.

На компьютере АРМ технолога устанавливается WinCC v6.0 SP3 или SP4. Проект WinCC содержит в себе кадры:

- корневой;
- главный - содержит значения основных технологических параметров и отображает положение механизмов;
- создания и редактирования технологических карт;
- выбора технологической карты и задания ее на исполнение;
- архива аварийных и предупредительных сообщений;
- архива действий оператора;
- графиков изменения технологических параметров;
- просмотра паспортов рулонов и вывода их на печать;
- системных настроек и редактирования паролей доступа.

Технологические карты с параметрами для разных марок стали хранятся в базе данных на АРМ технолога, значения всех технологических параметров архивируются с глубиной в полугод, а архив паспортов рулонов - с глубиной в 1 год. Отчеты из базы данных реализуются встроенными средствами WinCC Reports.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАСТРОЕННОСТЬЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В ГПМ

В.Г. Хомченко, А.В. Федотов

Омский государственный технический университет, г. Омск

При автоматизации механической обработки деталей в условиях ГПС необходимо стабилизировать качество технологического процесса за счёт автоматического поддержания его начального уровня настроенности. Для этого, в первую очередь, следует автоматически компенсировать возникающие в ходе технологического процесса смещения настройки металлообрабатывающих станков ГПС. Обеспечить такую компенсацию можно путем использования на станке системы автоматического контроля, связанной с системой ЧПУ станка.

Типичными влияющими факторами, нарушающими исходные условия, являются погрешность автоматического базирования и закрепления заготовки, а также смещение и изменение размеров обрабатывающего инструмента. Здесь не рассматриваются температурные и динамические погрешности обработки, поскольку при отлаженном технологическом процессе и правильно выбранных условиях обработки эти погрешности не должны превосходить допустимых значений в течение достаточно длительного времени автоматической работы станка.

Предотвратить возникающие вследствие смещения заготовки ошибки можно либо путем приведения её в расчётное положение до обработки, либо путём соответствующей коррекции управляющей программы станка с учётом фактического положения заготовки. Для этого необходима информация о фактическом положении заготовки перед обработкой.

Получить эту информацию можно с помощью автоматической измерительной системы, позволяющей измерять координаты выбранных контрольных точек на поверхностях спутника и установленной на нём заготовки. На основе этой информации необходимо расчётным путём определить фактические погрешности базирования обрабатываемой заготовки на станке. Описанная постановка задачи иллюстрируется рисунком 1.

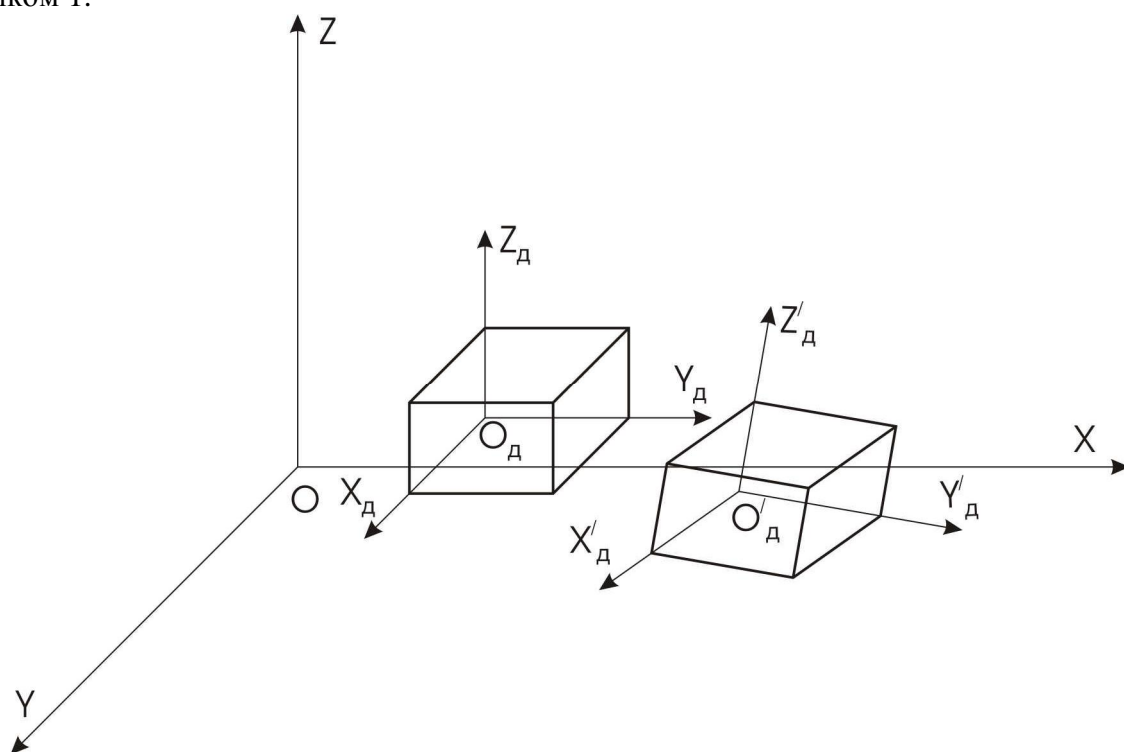


Рисунок 1 – Смещение тела при закреплении на станке

Обрабатываемый комплект «спутник-заготовка» будем рассматривать как твердое тело, занимающее определённое положение в системе координат станка $OXYZ$. При установке тела на стол станка за счёт погрешности базирования и закрепления тело займет положение, отличное от расчётного положения. Исходное положение тела определится положением системы координат $O_d X_d Y_d Z_d$, при смещении тела его система координат займёт положение $O'_d X'_d Y'_d Z'_d$. Линейные составляющие погрешности базирования можно определить по величине сдвигов начала координат системы координат тела из положения O_d в положение O'_d . Угловые составляющие погрешности базирования можно определить через углы поворота системы координат тела вокруг осей неподвижной системы координат $OXYZ$.

Для приведения тела в расчётное положение его необходимо сдвинуть вдоль осей неподвижной системы координат на величины смещения начала системы координат тела (взятые с обратным знаком) и повернуть вокруг этих осей на названные выше углы поворота, взятые так же с обратным знаком.

Величины корректирующих смещений при этом определим следующим образом:

X_K – величина корректирующего сдвига вдоль оси OX неподвижной системы координат;

Y_K – величина корректирующего сдвига вдоль оси OY ;

Z_K – величина корректирующего сдвига вдоль оси OZ ;

θ_K – угол поворота относительно OZ на угол θ_K ;

φ_K – угол поворота относительно OY на угол φ_K ;

ψ_K – угол поворота относительно OX на угол ψ_K .

Для определённости расчётов последовательность поворотов зафиксируем в соответствие с последовательностью перечисления этих поворотов приведенной выше. Задача заключается в определении необходимых корректирующих смещений по результатам измерения координат контрольных точек тела на станке в системе координат $OXYZ$.

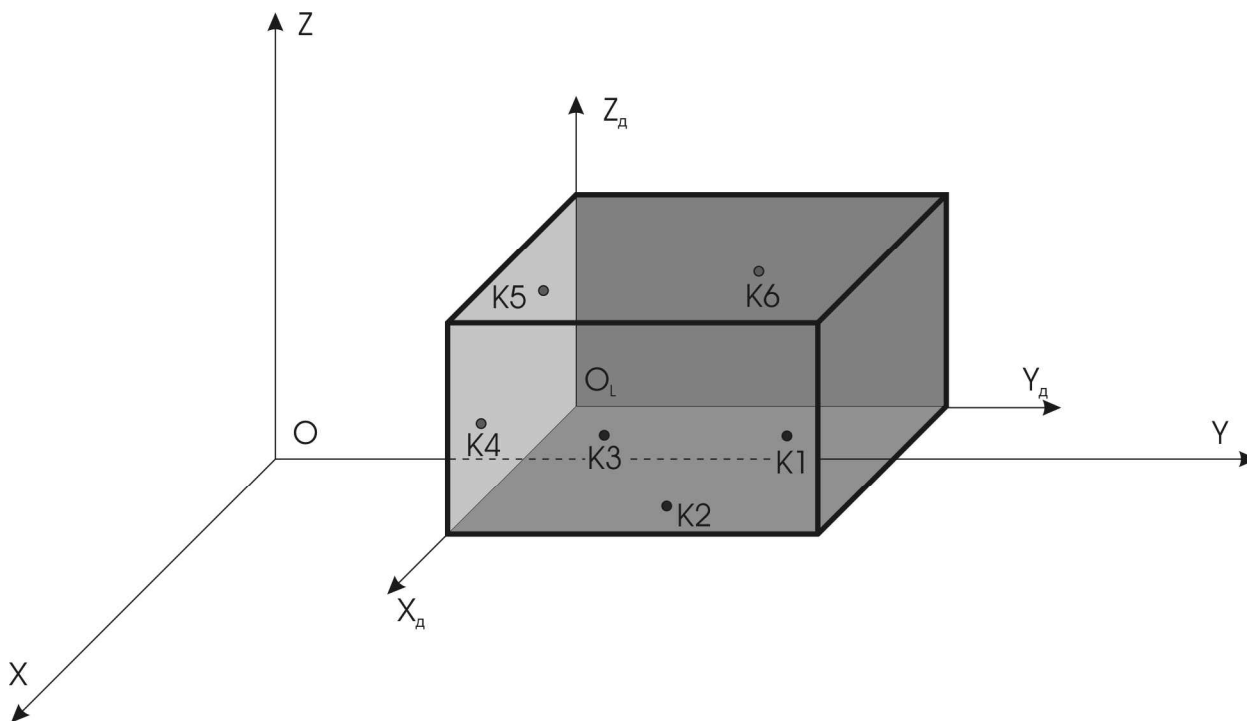


Рисунок 2 – Выбор контрольных точек

Для однозначного решения задачи о положении тела в системе координат станка выберем на его плоских гранях шесть контрольных точек в соответствии с рисунком 2:

- три точки $K1(X1, Y1, Z1)$, $K2(X2, Y2, Z2)$, $K3(X3, Y3, Z3)$, лежащие в плоскости OXY системы координат тела;
- две точки $K4(X4, Y4, Z4)$, $K5(X5, Y5, Z5)$, лежащие на грани, перпендикулярной к первой и совпадающей с координатной плоскостью OYZ ;
- одна точка $K6(X6, Y6, Z6)$, лежащая в плоскости, перпендикулярной первым двум и совпадающей с координатной плоскостью OXZ .

Координаты контрольных точек определяются в системе координат станка. Для контрольных точек $K1$, $K2$, $K3$ на станке в системе его координат измеряются координаты $Z1$, $Z2$, $Z4$. Остальные координаты задаются при программировании процесса измерения. Соответственно, для контрольных точек $K4$ и $K5$ измеряются координаты $Y4$ и $Y5$, а для контрольной точки $K6$ – координата $X6$.

На основе результатов измерения определяется фактическое положение тела в системе координат станка с использованием системы уравнений:

$$\begin{aligned} a1 &= Y2 \cdot Z3 - Y2 \cdot Z1 - Y1 \cdot Z3 - Z2 \cdot Y3 + Z2 \cdot Y1 + Z1 \cdot Y3, \\ b1 &= X1 \cdot Z3 - X1 \cdot Z2 + Z1 \cdot X2 - X2 \cdot Z3 - Z1 \cdot X3 + X3 \cdot Z2, \\ c1 &= X2 \cdot Y3 - X1 \cdot Y3 - Y1 \cdot X2 - X3 \cdot Y2 + Y1 \cdot X3 + X1 \cdot Y2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d1 &= -X1 \cdot Y2 \cdot Z3 - X3 \cdot Z2 \cdot Y1 + X3 \cdot Y2 \cdot Z1 + X2 \cdot Y1 \cdot Z3 + X1 \cdot Z2 \cdot Y3 - X2 \cdot Z1 \cdot Y3 \\
a2 &= c1 \cdot Y5 - c1 \cdot Y4 - b1 \cdot Z5 + b1 \cdot Z4, \quad b2 = -X5 \cdot c1 + X4 \cdot c1 - a1 \cdot Z4 + a1 \cdot Z5, \\
c2 &= -X4 \cdot b1 + X5 \cdot b1 - a1 \cdot Y5 + a1 \cdot Y4, \\
d2 &= a1 \cdot Z4 \cdot Y5 + X4 \cdot b1 \cdot Z5 + X5 \cdot c1 \cdot Y4 - X4 \cdot c1 \cdot Y5 - X5 \cdot b1 \cdot Z4 - a1 \cdot Y4 \cdot Z5, \\
a3 &= b1 \cdot c2 - c1 \cdot b2, \quad b3 = -a1 \cdot c2 + a2 \cdot c1, \quad c3 = a1 \cdot b2 - a2 \cdot b1, \\
d3 &= -a2 \cdot c1 \cdot Y6 + a1 \cdot c2 \cdot Y6 - X6 \cdot b1 \cdot c2 + X6 \cdot c1 \cdot b2 + a2 \cdot b1 \cdot Z6 - a1 \cdot b2 \cdot Z6, \\
k1 &= \sqrt{a1^2 + b1^2 + c1^2}, \quad k2 = \sqrt{a2^2 + b2^2 + c2^2},
\end{aligned}$$

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{a1}{k1}\right), \quad \psi = \arcsin\left(\frac{b1}{\sqrt{k1^2 - a1^2}}\right), \quad \theta = \arcsin\left(\frac{c2}{k2 \cdot \frac{\sqrt{k1^2 - a1^2}}{k1}}\right),$$

$$\begin{aligned}
X_o &= -\frac{d1 \cdot b2 \cdot c3 - d1 \cdot c2 \cdot b3 - d2 \cdot b1 \cdot c3 + d2 \cdot c1 \cdot b3 + d3 \cdot b1 \cdot c2 - d3 \cdot c1 \cdot b2}{a1 \cdot b2 \cdot c3 - a1 \cdot c2 \cdot b3 - a2 \cdot b1 \cdot c3 + a2 \cdot c1 \cdot b3 + a3 \cdot b1 \cdot c2 - a3 \cdot c1 \cdot b2}, \\
Y_o &= -\frac{a1 \cdot d2 \cdot c3 - a1 \cdot c2 \cdot d3 - a2 \cdot d1 \cdot c3 + a2 \cdot c1 \cdot d3 + a3 \cdot d1 \cdot c2 - a3 \cdot c1 \cdot d2}{a1 \cdot b2 \cdot c3 - a1 \cdot c2 \cdot b3 - a2 \cdot b1 \cdot c3 + a2 \cdot c1 \cdot b3 + a3 \cdot b1 \cdot c2 - a3 \cdot c1 \cdot b2}, \\
Z_o &= -\frac{a1 \cdot b2 \cdot d3 - a1 \cdot d2 \cdot b3 - a2 \cdot b1 \cdot d3 + a2 \cdot d1 \cdot b3 + a3 \cdot b1 \cdot d2 - a3 \cdot d1 \cdot b2}{a1 \cdot b2 \cdot c3 - a1 \cdot c2 \cdot b3 - a2 \cdot b1 \cdot c3 + a2 \cdot c1 \cdot b3 + a3 \cdot b1 \cdot c2 - a3 \cdot c1 \cdot b2},
\end{aligned}$$

где X_o, Y_o, Z_o – координаты начала системы координат тела в системе координат станка (начало координат $O_t(X_o, Y_o, Z_o)$), θ – угол поворота тела вокруг оси OZ , φ – угол поворота тела вокруг оси OY , ψ – угол поворота тела вокруг оси OX . Последовательность поворотов фиксирована и соответствует порядку перечисления углов.

При программировании обработки на станке исходят из расчётного положения тела в системе координат станка, которое известно и определяется положением его системы координат $X_{от}, Y_{от}, Z_{от}, \theta_t, \varphi_t, \psi_t$. В этом случае корректирующие смещения определяются из следующих соотношений

$$\begin{aligned}
X_K &= X_{от} - X_o, \quad Y_K = Y_{от} - Y_o, \quad Z_K = Z_{от} - Z_o, \\
\theta_K &= \theta_t - \theta, \quad \varphi_K = \varphi_t - \varphi, \quad \psi_K = \psi_t - \psi.
\end{aligned}$$

Полученные данные позволяют в конечном итоге определить коррекции управляющей программы станка, необходимые для компенсации возникшего смещения, что позволит улучшить постоянство размеров, обрабатываемых на станке деталей. В результате достигается стабилизация настроенности технологического процесса механической обработки и повышение его качества в условиях безлюдной технологии.

Поскольку обработка на станке с ЧПУ происходит под управлением программы, то основная возможность исправления возникающих в процессе работы станка погрешностей обработки заключается в оперативной коррекции управляющей программы на основе данных контроля результата обработки или условий обработки.

Для обрабатываемого инструмента возможны два способа коррекции: коррекция на инструмент и коррекция на поверхность. При первом способе коррекция вводится до начала обработки инструментом, для которого предусмотрена коррекция, и отменяется после обработки всех поверхностей, назначенных для данного инструмента. При втором способе коррекция вводится перед обработкой конкретной поверхности и отменяется сразу после её обработки.

Базовым видом коррекции при фрезеровании является линейная коррекция при прямоугольном формообразовании. Эта коррекция осуществляется в направлениях, параллельных осям координат системы координат станка, и используется при обработке плоскостей детали, параллельных координатным плоскостям. При линейной коррекции к заданному в кадре УП перемещению инструмента прибавляется с учётом знака число, содержащееся в соответствующем корректоре. Пример программирования линейной коррекции фрезы: N2 G01 Z+100. L17 LF

к значению координаты $Z = 200$ мм при обработке кадра будет добавлено число, содержащееся в корректоре 17, заданном адресом L. Следовательно, инструмент переместится в точку со значением координаты $Z = 100 + \Delta L$, где ΔL – величина коррекции (с учётом знака), содержащаяся в корректоре 17. Схема коррекции показана на рисунке 3.

При отсутствии коррекции движение инструмента при обработке происходило бы от базовой точки 1 к базовой точке 2. При наличии коррекции траектория движения инструмента смещается на величину ΔL и инструмент движется от точки 3 к точке 4. Высота обработанной детали в последнем случае увеличится на величину коррекции.

При использовании измерительной головки измерительная система на основе результатов измерения координат контрольных точек рассчитывает необходимые корректирующие смещения обрабатываемого инструмента. Рассчитанные значения записываются в соответствующие корректоры (в регистры коррекции УЧПУ класса CNC). В управляющей программе УЧПУ в необходимых местах указываются обращения к этим корректорам. Тогда в процессе обработки управляющей программы будет осуществляться её автоматическая коррекция на основе результатов предыдущих измерений.

В качестве примера на рисунке 3 показана коррекция при фрезеровании прямоугольного контура в случае смещения заготовки вдоль координат OX и OY. Расчётное положение заготовки соответствует системе координат OXY. Погрешность базирования вызывает смещение системы координат заготовки в положение $O_T(X_0, Y_0)$. При этом линейные смещения вдоль осей координат OX и OY имеют величины X_0 и Y_0 .

Если использовать линейную коррекцию при прямоугольном формообразовании, описанную выше, на величины X_0 и Y_0 , то можно избежать перераспределения припусков и сохранить неизменными условия обработки. При этом начальное положение центра фрезы переместится из точки 1 в точку 2.

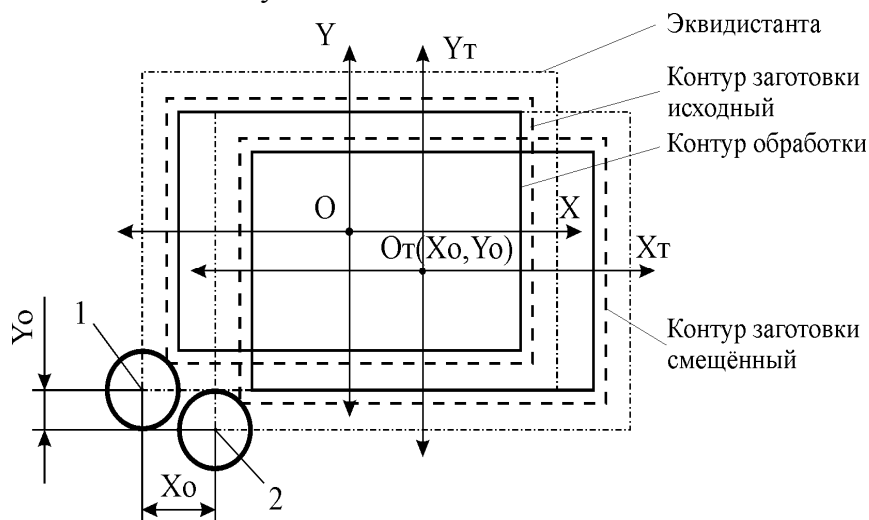


Рисунок 3 – Коррекция смещения заготовки

Коррекция УП позволяет компенсировать, в основном, линейные смещения и имеет в целом ограниченные возможности по компенсации погрешностей обработки. Более перспективным в этом отношении представляется путь, основанный на использовании управляемых технологических приспособлений, позволяющих осуществлять точные и управляемые смещения заготовки обрабатываемой детали перед началом обработки или перед очередным проходом инструмента.

Литература

1. 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.
2. Хомченко В.Г., Федотов А.В. Математическое обеспечение САПР технологических процессов при управлении точностью обработки призматических деталей в условиях ГПМ

/Труды V международного конгресса «Конструкторско-технологическая информатика – 2005». – М.: ИЦ ГОУ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2005. С. 162-163.

3. Хомченко В.Г., Федотов А.В. Математическая модель для оценки точности механической обработки в ГПМ /Сборник статей международной науч.-техн. конференции «Проблемы исследования и проектирования машин». Пенза, 2003. – С.43-45.

4. Ибатуллин А.А., Хомченко В.Г., Федотов А.В. Оценка погрешности базирования спутника в ГПМ при автоматизации управления качеством обработки /Труды IV Всероссийской науч.-практ. конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве». – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – С.136-138.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЛЬСОВ В УСЛОВИЯ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. В. Чичерин, С. В. Чабан

СибГИУ, г. Новокузнецк, КузГТУ, г. Кемерово, НКМК, г. Новокузнецк

Для повышения качества рельсов и других длинномерных изделий (прутки, балки, арматура, листы), обеспечения их размеров техническим условиям и ГОСТам, необходим контроль прямолинейности.

В условиях массового производства наибольшее распространение получил трехточечный способ измерения прямолинейности [1, 2], схема которого приведена на рисунке 1.

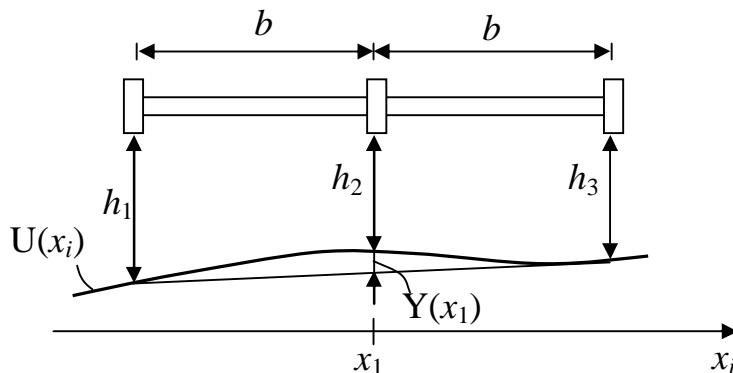


Рисунок 1 – Схема трехточечного способа измерения прямолинейности

Этот способ основан на измерении расстояний h_d между тремя датчиками, расположенными вдоль оси координат x_i , и поверхностью движущегося объекта с последующим вычислением оценки местных прогибов (МП)

$$\hat{Y}(x_i) = h_2(x_i) - \frac{h_1(x_i - b/\Delta) + h_3(x_i + b/\Delta)}{2} \quad (3)$$

где d – номер датчика, $d = 1, 2, 3$; b – расстояние между соседними датчиками; Δ – постоянный шаг пространственной дискретизации объекта (рельса), $\Delta = x_i - x_{i-1}$.

Такой способ измерения прямолинейности реализован в действующем устройстве контроля прямолинейности железнодорожных рельсов "Элекон" на ОАО "НКМК". К недостаткам устройства "Элекон" можно отнести следующие:

- прямолинейность оценивается по функции МП $\hat{Y}(x_i)$, а не по функции продольного профиля (ПП) $\hat{U}(x_i)$, являющейся более "естественной" и информативной функцией, характеризующей прямолинейность объекта;

- невозможность измерения концевых участков рельсов длиной b .

Для устранения перечисленных недостатков и для повышения точности оценивания была предложена усовершенствованная система контроля прямолинейности поверхностей

рельсов, которая отличается от действующей системы "Элекон" алгоритмом обработки сигналов измерительной информации (СИИ).

Функционально-алгоритмическая схема предлагаемой системы приведена на рисунке 2. Измерительная подсистема 1 включает датчики, которые порождают натурные СИИ о расстоянии от датчиков до точек поверхности движущегося объекта $h_{d,g}^n$, где g – индекс дискретного отсчета времени контроля.

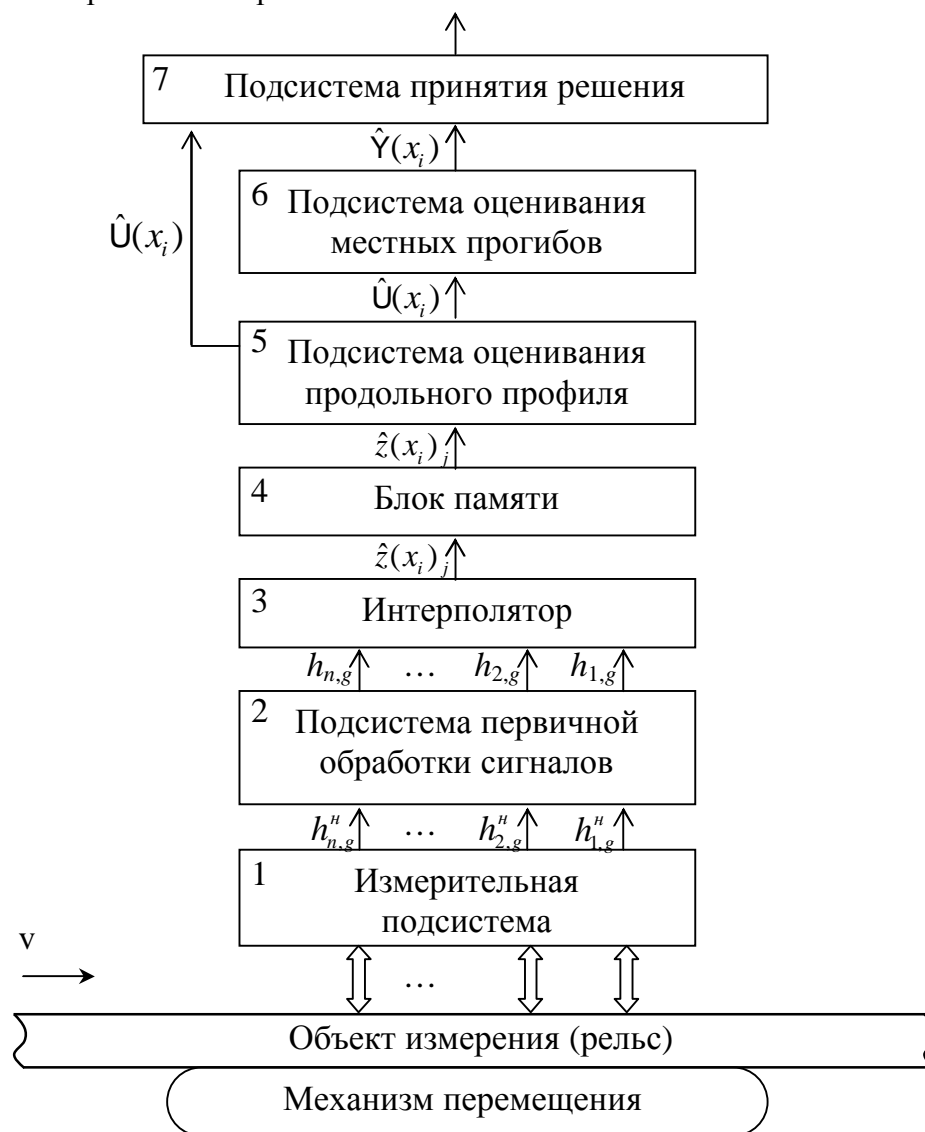


Рисунок 2 – Функционально-алгоритмическая схема предлагаемой системы контроля прямолинейности.

В состав подсистемы первичной обработки сигналов 2 входят АЦП и первичные преобразователи, представляющие СИИ в удобном для дальнейших вычислений виде $h_{d,g}$. В интерполяторе 3 для каждого момента времени на основе скользящих сглаживающих полиномов [3] вычисляются отсчеты локального профиля $\hat{z}(x_i)_j$, где j – номер локального профиля.

В подсистеме оценки продольного профиля 5, в результате последовательной сшивки оценок локальных профилей $\hat{z}(x_i)_j$ строится ПП поверхности рельса $\hat{U}(x_i)$. Алгоритм процедуры сшивки позволяет также сглаживать помеховые воздействия, вызванные упругим деформированием, скачками и рысканьем движущегося через зону контроля рельса.

В подсистеме оценки местных прогибов 6, вычисляются оценки МП $\hat{Y}(x_i)$ по известным оценкам ПП $\hat{U}(x_i)$.

В подсистеме принятия решения 7, на основании оценок $\hat{U}(x_i)$ и $\hat{Y}(x_i)$, в соответствии с заданными требованиями, делается вывод о годности объекта, и эта информация передается в вышестоящую систему.

Более подробно работа предлагаемой системы контроля прямолинейности изложена в [3].

Как в действующей, так и в предлагаемой системе предусмотрена возможность контроля прямолинейности поверхности катания и боковой поверхности, за счет установки дополнительных блоков датчиков.

Увеличение количества датчиков для измерения прямолинейности каждой из поверхностей позволяет повысить точность оценивания.

Ниже представлены результаты моделирования предлагаемой системы контроля прямолинейности рельсов с использованием натуральных данных. На рисунке 3 показана профилеграмма оценки $\hat{U}(x_i)_п$ МП рельса полученная предлагаемой системой на основе натуральных сигналов оценок $h_{d,g}^n$ расстояний между датчиком и рельсом. На рисунке 4 показаны: профилеграмма $\hat{Y}(x_i)_п$ МП полученная предлагаемой системой; профилеграмма $\hat{Y}(x_i)_д$ МП полученная действующим устройством контроля "Элекон"; профилеграмма $\hat{Y}(x_i)_{об}$ МП полученная образцовой системой контроля.

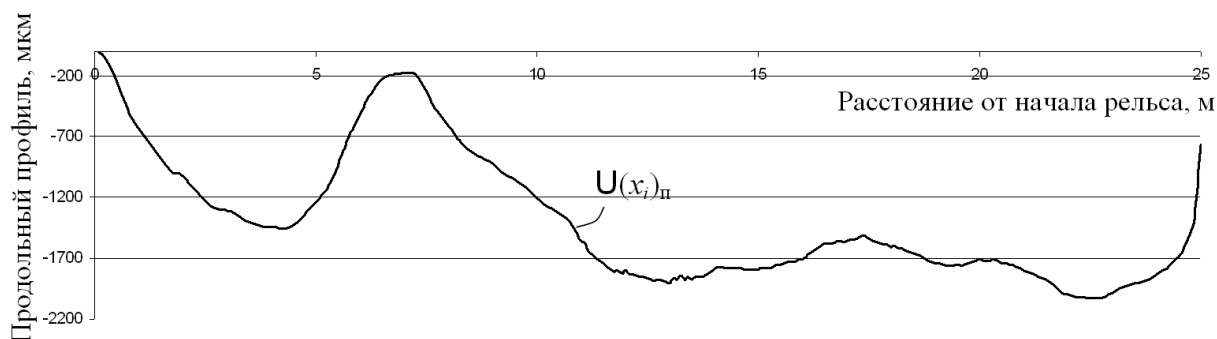


Рисунок 3 – Восстановленная оценка продольного профиля $U(x_i)_п$ рельса

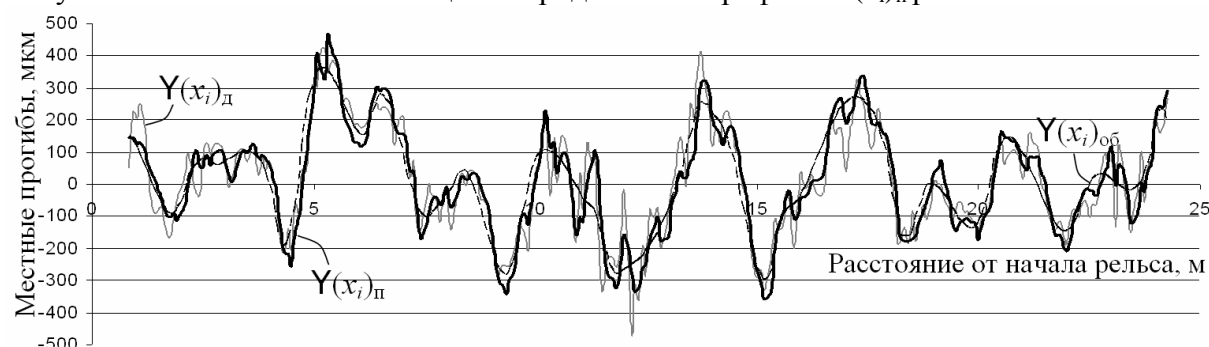


Рисунок 4 – Оценки местных прогибов восстановленные действующей $Y(x_i)_д$, предлагаемой $Y(x_i)_п$ и образцовой $Y(x_i)_{об}$ системами

Результаты моделирования с использованием как модельных, так и натуральных данных и образцовой системы показали, что предлагаемая система контроля прямолинейности поверхностей рельсов превосходит действующий прототип по точности оценивания в среднем на 11 %, позволяет контролировать концевые части и оценивать прямолинейность по продольному профилю и по местным прогибам.

Литература

1. Уланов О.И. Безэталонное измерение продольной волнообразной непрямолинейности. / О.И. Уланов, В.А. Рейхарт, Е. И. Андрианов. // Заводская лаборатория. – 1993. – № 1. – С. 70-73.

2. Уланов О.И. Измерение продольной непрямолинейности рельсов: методы и результаты. / О.И. Уланов. // Математические и экономические модели в оперативном управлении производством. – 1997. – № 6. – С. 6-10.

3. Кулаков С.М. Разработка сплайн-алгоритма контроля прямолинейности длинномерных объектов / С.М. Кулаков, И.В. Чичерин, С.В. Чабан // Металлургия: новые технологии, управление, инновации и качество: Труды Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2005. – С. 224–230.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ДИРЕКЦИИ ПО ИТ

Б.Н. Шарапов, С.П. Левченко

ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

Проектная деятельность дирекции по информационным технологиям ОАО «ЗСМК» - очень важная часть ее работы. В ходе реализации все нарастающего количества ИТ проектов дирекции к весне 2006 года стали очевидны следующие негативные явления сведенные в таблицу.

Таблица - Анализ негативных явлений при реализации ИТ проектов

| Что происходило | К чему приводило |
|--|---|
| Инициирование проектов велось без экономического обоснования | Приоритетность проектов в годовой программе не имела объективной основы |
| Программа проектов составлялась без учета наличия необходимых людских ресурсов | Ряд проектов просто не начинались, либо, начавшись, растягивались на неопределенный срок |
| Затягивание сроков окончания проекта | Задержка возврата инвестиций |
| Часть персонала была перегружена, часть недогружена | Снижалось качество работ. Снижалась мотивации персонала, ухудшалась дисциплина |
| Отсутствовала инструментальная поддержка деятельности менеджеров проекта, не было учета загрузки персонала | Большой объем рутинных операций, выполняемых руководителями проектов и подразделений для организации планирования работ и отчетности по ним |
| Не было единого информационного ресурса, содержащего информацию о ходе проектов ДИТ | Заказчики, функциональные руководители и члены проектных команд плохо ориентировались в ходе проекта |
| Опыт, приобретенный при реализации проекта, не обобщался, не формализовался и не хранился | Не совершенствовались процессы и процедуры организации работ. Не было корпоративной базы знаний. |

Разрешить перечисленные проблемы было предложено путем создания системы управления проектами ДИТ – комплекса организационных, методических и информационных средств, регламентирующих и поддерживающих процессы управления проектами в дирекции.

Были сформулированы следующие цели проекта:

- Ø оптимизация финансовых затрат управляющей компании «ЕвразХолдинг» в рамках реализации ИТ проектов;
- Ø повышение точности планирования проектов;
- Ø эффективный контроль отношений со смежными подразделениями и подрядными организациями;
- Ø создание руководству ДИТ возможности контроля исполнения портфеля проектов, выявления негативных тенденций в реализации

- проектов и принятия обоснованных решений на ранних стадиях;
- ∅ оптимизация загрузки проектного персонала ДИТ;
- ∅ избавление руководителей проектов от рутинных, повторяющихся в разных форматах, операции по планированию и отчетности;
- ∅ привитие новой культуры и проектного мышления персоналу;
- ∅ создание методик стоимостного анализа проектных работ;

В докладе рассмотрены первые шаги создания системы по выделяемым проектными институтами направлениям:

- ∅ «разработка корпоративной методологии управления проектами» – утверждена инструкция по формированию заявок в Service Desk. Разработаны инструкции для члена команды и менеджера проекта;

- ∅ «обучение участников проекта» – на внешних и внутренних курсах был обучен 71 чел.;

- ∅ «создание организационных структур управления проектами, включая проектный офис» – создан виртуальный проектный офис, т.е. при отсутствии организационно единицы, выделены работники решающие задачи управления программой проектов;

«внедрение информационной системы управления проектами» – внедрено решение Microsoft EPM, включающее Microsoft Project 2003 Prof., Project Web Access, Project Server, Microsoft Share Point Services.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ

А.В. Абрамов
МИЭМ, г. Москва

Целью настоящей работы является формирование математической модели, которая описывает процесс взаимодействия системы связанных узлов, обменивающихся между собой информацией о своем состоянии. Подобные задачи встречаются при проектировании сетей инженерных коммуникаций, трубопроводах, сетях электропередач и т.п., что делает эти задачи чрезвычайно актуальными. В работе рассматривается процесс добычи и транспортировки углеводородного сырья (УВС).

В процессе добычи нефти и газа с распределенными источниками сырья возникает проблема контроля за расходами энергоресурсов, необходимых при добыче и дальнейшей транспортировке УВС как до коммерческих узлов сбыта, так и до конечного потребителя, и объемами добычи.

В идеальном случае все добытое сырье должно дойти до конечного потребителя без потерь и с минимальными затратами на электроэнергию, воду, растворы и промывочные жидкости и т.д.

Таким образом, математическая модель процесса добычи УВС представляет собой динамическую систему, входами которой являются ресурсы, затрачиваемые в процессе добычи, а выходами материальные потоки добываемого сырья.

При этом предполагается, что вся система представляет собой граф, в вершинах которого находятся «контрольные узлы», т.е. узлы в которых установлены различные датчики расхода энергии, сопутствующих ресурсов и датчики пройденного через узел объема УВС. Основным допущением при построении модели на данном этапе является то, что датчики выдают достоверную информацию.

Модель будет разделена на произвольное число уровней, но принципиальное отличие будет лишь между первым и вторым. Остальные уровни (их может быть произвольное количество) будут аналогичны 2-ому.

1-ый уровень или уровень базовой информации.

На нем необходимо использовать некоторое балансное уравнение, позволяющее контролировать объем добычи УВС и расхода электроэнергии и других ресурсов. В качестве упрощения можно использовать простые нормативные планы добычи/расхода (по сути – линейные функции объемов добычи/расхода от времени). В дальнейшем необходимо уточнить данную модель путем использования функций, зависящих от характеристик добывающих устройств, месторождения УВС и времени.

Предлагаемая модель баланса добычи – расхода

$$Q_{расч}(t) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i(t) \int_0^t f_i(x) dx,$$

где $Q_{расч}(t)$ - расчетный объем добычи УВС в момент времени t , $a_i(t)$ - коэффициент расхода i -ого ресурса для добычи УВС в момент времени t (для простоты на сначала можно рассмотреть просто a_i без зависимости от времени), $f_i(t)$ - функция скорости расхода i -ого ресурса для добычи УВС.

2-ой уровень или уровень контроля

Представляет собой пункт контроля за низлежащими уровнями. Он ответственен за получение информации с предыдущего уровня, который сообщит о плановом и фактическом объемах добычи/расхода на определенный период времени и сравнение фактического объема на предыдущем узле с тем, что пришло на данный узел по факту. Далее система, расположенная на узле, проанализирует полученную разницу и в случае необходимости уведомит пользователя о недопустимом различии в показаниях, что может свидетельствовать о ЧП или внештатной ситуации.

Все дальнейшие уровни модели будут аналогичны 2-ому и будут производить тот же анализ, но уже на основе данных, полученных от такого же модуля.

Основное предназначение данной модели сводится к тому, чтобы наиболее оперативно обнаружить дисбаланс в системе, который может указывать как на возможные технические неполадки в «контрольных узлах», так и на потери добываемого сырья между ними, перерасход энергоресурсов при добыче или на какую-то иную внештатную ситуацию.

Результатом работы является набор программных средств, который в реальном времени будет выдавать на компьютер управляющего информацию о добыче УВС и своевременно указывать ситуации, которые могут привести к значительным потерям в объемах добычи УВС. Данный пакет для полноценного функционирования потребует объединения всех узлов, задействованных в ней в единую сеть, что ставит проблемы достоверности и конфиденциальности передаваемой между узлами информации.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЗАТРАТ И ДОХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЫ

С.А. Баркалов, А.Р. Бородин, Д.А. Хвастунов
ВГАСУ, г. Воронеж

При планировании деятельности строительного предприятия важную роль играет учет изменения цен на те или иные стройматериалы в процессе реализации проектов. Представим себе предприятие, которое ведет одновременно несколько проектов. При этом начало работ по одному проекту отстает от начала работ по второму на произвольное время. Так же примем что проекты идентичные (например, возведение домов по одному и тому же архитектурному проекту).

В этом случае каждый из проектов проходит одни и те же этапы в смысле получения финансирования, а так же потребности в стройматериалах, но с отдалением по времени друг от друга.

На рисунке 1 показана планируемая динамика поступления денежных средств строительному предприятию в процессе работы над проектами.

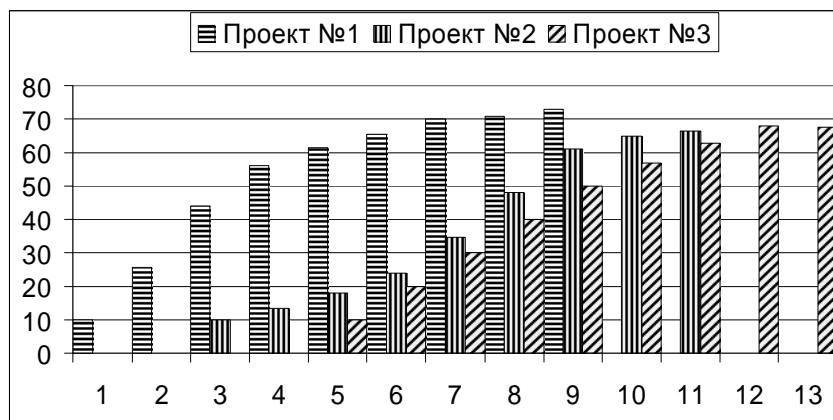


Рисунок 1

Так как проекты ведутся одним и тем же предприятием, то с его точки зрения, суммарное финансирование будет иметь динамику, являющуюся интегральной по отношению ко всем входящим проектам. График на рисунке 2 показывает как будет выглядеть картина суммарного финансирования для проектов, приведенных на рисунке 1.

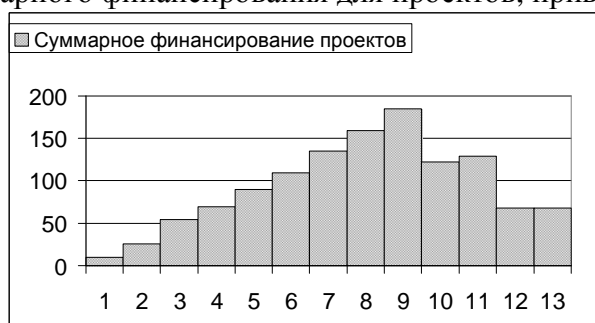


Рисунок 2

Как видно, максимум финансирования приходится на 9-й этап. Максимальный приток средств будет происходить на этапах с 7-го по 11-й.

Так же как и финансирование, потребность в тех или иных стройматериалах на каждом из проектов проходит одни и те же циклы. Пропуская промежуточные расчеты, сразу предполагаем некую кривую суммарной потребности всех проектов одновременно в том или ином виде стройматериалов. Рисунок 3 показывает сравнительную динамику объемов финансирования и потребности в материалах.



Рисунок 3

Используя прогнозы относительно цен на стройматериалы можно выделить оптимальные с точки зрения минимизации затрат периоды закупок.

Таким образом, способность прогнозировать цены на необходимые стройматериалы позволяет значительно снизить затраты на возведение объектов, а значит, приносит

дополнительный доход. Качество прогноза определяется величиной его отклонения от фактически достигаемого значения прогнозируемого показателя (ошибкой прогноза).

Обширный опыт использования методов прогнозирования в прикладных задачах показывает, что не существует универсального метода прогнозирования, предоставляющего достаточно точные прогнозы на длительный промежуток времени для динамических показателей произвольной природы. Однако каждый из имеющихся методов хорошо подходит для прогнозирования определенного класса процессов. Например, существуют методы, ориентированные на анализ и прогнозирование тренда, на анализ сезонных и периодических явлений, а так же методы, дающие достаточно достоверные прогнозы для стохастических процессов и др. [1], [4]

Особенностью социально-экономических процессов является сложность и непостоянство характера их поведения. Вследствие этого зачастую нет возможности настроить какой-то один из имеющихся методов на надежное прогнозирование – и в дальнейшем быть уверенным в качестве результата его работы. Характер изменения таких процессов меняется со временем. И специалист, обеспечивающий прогноз, вынужден каждый раз анализировать особенности поведения процесса за последние несколько отсчетов и принимать решение о выборе того или иного метода прогнозирования. Решение в данном случае выносится на основе личного опыта эксперта либо накопленного и зафиксированного неким образом опыта других экспертов.

Будем представлять себе процесс прохождения информации через нашу систему, и, таким образом, производить выделение функциональных **подсистем** (рисунок 4).

Вход представляет собой одномерный массив численных значений исследуемого процесса, зафиксированных с равными промежутками во времени.

Информация с входа попадает на входы блока равноправных методов прогнозирования. Каждый из них формирует свою версию прогноза.

Далее выходы МП и входные данные подаются на УЭ.

Управляющий элемент (УЭ) – подсистема, на вход которой попадают значений, предсказанные каждым из МП, а так же входные (исторические) значения процесса. На основе анализа всей имеющейся информации, он формирует выходное значение, которое должно удовлетворять всем предъявляемым к системе требованиям.

Выход – одно из значений либо некое взвешенное нескольких значений результатов работы прогнозирующих методов на основе входной информации.

Схема процесса на данном этапе выглядит следующим образом:

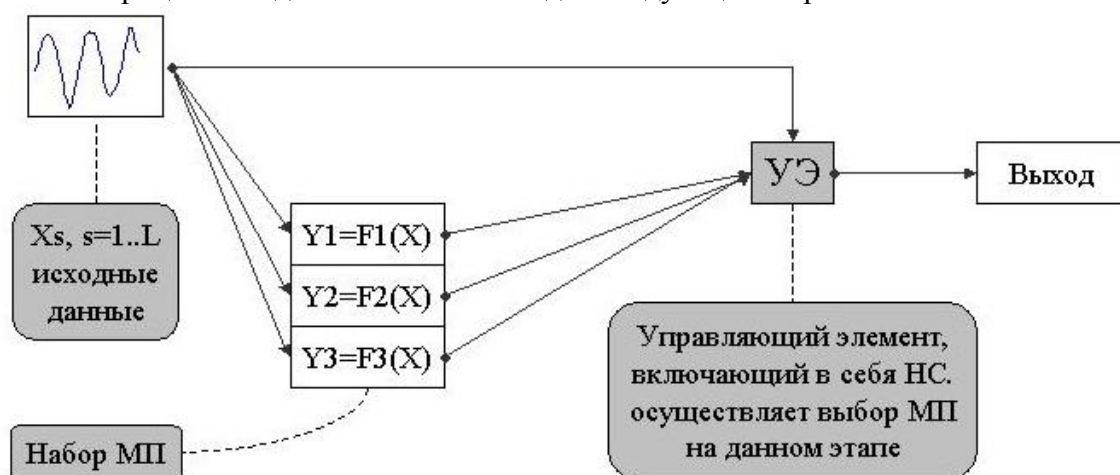


Рисунок 4

Далее нам необходимо провести декомпозицию УЭ с целью выявить его структуру. Мы знаем, что базовым элементом УЭ является модель распознавания образов. Нам так же известно, что такие задачи в настоящее время наиболее успешно решаются при помощи моделей на основе НС. Считая, что сама задача распознавания на базе НС является решенной, построим недостающие звенья модели УЭ.

Известно, что любые модели на базе НС требуют в том или ином виде обучения. Входными данными при обучении НС с целью выявления скрытых закономерностей, являются обучающие массивы входных данных плюс управляющие значения, подаваемые на выход модели. При этом должны быть выполнены условия принципиальной обучаемости конкретной модели НС на имеющихся наборах данных [2].

В нашем случае, входными данными для НС может служить либо массив входных значений всей системы, либо какая-то его производная. Обучающие сигналы должны быть получены посредством анализа качества выходных значений каждого из МП.

Так как выходы НС будут однозначно ассоциированы с выходами методов прогнозирования, то "ответ" НС на реальный входной образ должен в том или ином виде давать нам рекомендацию по использованию значений, полученных от МП.

Следовательно, суть рекомендаций сведется к выбору наиболее подходящего из результатов МП. Так же возможно получить рекомендации по формированию взвешенного результата. За счет синергетики использования нескольких методов, мы можем получить на выходе величину, удовлетворяющую поставленным требованиям больше, чем каждый из результатов работы МП в отдельности [3].

Для рационального использования особенностей различных алгоритмов при решении задач, можно объединить различные по характеру алгоритмы в коллективы, формирующие решение на основе правил, принятых в теории коллективных решений.

Пусть в некоторой ситуации X принимается решение Y . Тогда

$$Y = F(X) \quad (1),$$

где F —алгоритм принятия решения в ситуации X . Предположим, что существует N различных алгоритмов решения задачи, т. е.

$$Y_i = F_i(X), i=1, 2, \dots, N \quad (2),$$

где Y_i —решение, полученное алгоритмом F_i . Будем называть множество алгоритмов $\{F\} = \{F_1, F_2, \dots, F_i\}$ коллективом алгоритмов решения задачи (коллективом решающих правил), если на множестве решений Y_i в любой ситуации X определено решающее правило F , т. е. $Y = F(Y_1, Y_2, \dots, Y_N, X)$. Алгоритмы F_i принято называть членами коллектива, Y_i — решением i -го члена коллектива, а Y — коллективным решением. Функция F определяет способ обобщения индивидуальных решений в решения коллектива Y . Поэтому синтез функции F , или способ обобщения, является центральным моментом в организации коллектива.

В задачах четкого распознавания ситуацией X является описание объекта, т. е. его изображение, а решением Y — номер образа, к которому принадлежит наблюдаемое изображение. Индивидуальное и коллективное решения в задаче четкого распознавания состоят в отнесении некоторого изображения к одному из образов. Интересными коллективами распознающих алгоритмов являются такие, в которых существует зависимость веса каждого решающего правила F_i от распознаваемого изображения. Пример метода с диктаторской схемой имеет вес решающего правила F_i

$$G_i(X) = \begin{cases} 1, X \in B_i \\ 0, X \notin B_i \end{cases} \quad (3)$$

где B_i — область компетентности решающего правила F_i . Веса решающих правил всегда выбираются так, что

$$\sum_{i=1}^N G_i(X) = 1 \quad (4)$$

для всех возможных значений X . Соотношение для G_i означает, что решение коллектива определяется решением того решающего правила R_i , области компетентности B_i которого принадлежит изображение объекта X .

В работе предложен один из возможных способов реализации связи НС с различными алгоритмами прогнозирования для создания системы, динамически выбирающей подходящий для текущего процесса метод. Проведена практическая реализация разработанного алгоритма средствами среды Matlab 6.5. При этом была исследована

возможность применения НС различной архитектуры и принято решение о выборе простого однослойного персептрона.

Результаты работы могли бы найти свое практическое применение в виде системы поддержки принятия управленческих решений по закупкам стройматериалов для строительной фирмы, ведущей одновременно несколько проектов или в других областях, где используются методы прогнозирования с учетом характера самого процесса.

Литература

1. Сулицкий В.Н. Методы статистического анализа в управлении. Москва: Дело, 2002.
2. Картавец В.В. Нейронная сеть предсказывает курс доллара?// Компьютеры + программы - 1993 - N 6(7) - с. 10-13.
3. Чертков М., Грималюк А. Методика валютного прогнозирования.// Одесские деловые новости - 1995 - май N 16 - с. 4.
4. Montgomery, Douglas C. Forecasting and time series analysis. //Douglas C. Montgomery, Lynwood A. Johnson, John S. Gard iner. - 2nd ed. - ISBN 0-07-042858-1.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Т.И. Глотов, П.В. Михин, Т.В. Коротаева, С.Е. Щербинин
ВГАСУ, г. Воронеж

Введение. Основным способом решения оптимизационных задач такого типа является построение комплексной (интегральной) оценки каждого варианта решения. Рассмотрено построение интегральной оценки варианта организационно – технологического решения по производству отделочных работ. Получим оценку следующих технологических вариантов проведения отделочных работ [1, 2]: облицовка стен панелями; жидкие обои; обои; окраска.

Решение задачи. Применении алгоритмов теории нечетких множеств основано на том, что известна функция принадлежности нечеткого множества. Естественно, возникает вопрос о том, как же получить эту функцию. Основная критика метода, базирующегося на использовании нечетких множеств, как раз и использует трудности построения функции принадлежности.

Существует несколько методов построения функции принадлежности. Рассмотрим некоторые из них [3].

В основе всех алгоритмов лежит метод экспертного опроса, то есть значения функции принадлежности получаются после обработки результатов экспертного опроса. Наиболее распространенным является метод парных сравнений.

Каждому эксперту предлагается оценить степень принадлежности элементов к некоторому множеству.

Свои оценки эксперт представляет в виде матрицы парных сравнений, элементы которой a_{ij} показывают степень принадлежности элемента, стоящего в i -ой строке и j -ом столбце, к рассматриваемому множеству по сравнению с элементом, стоящим в j -ой строке и i -ом столбце.

Если эксперт в своих оценках нигде не противоречил, то элементы матрицы будут связаны соотношением $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Если теперь найти собственный вектор λ алгебраической системы уравнений $Aw = \lambda w$ или иначе записанной в виде $(A - \lambda E)w = 0$, где E - единичная матрица, то есть матрица, главная диагональ которой заполнена единицами, а все остальные члены равны нулю. Полученная однородная система алгебраических уравнений (так как правая часть равна нулю) имеет ненулевое решение только тогда, когда определитель матрицы $A - \lambda E$ равен нулю. Таким образом, отыскание собственного значения матрицы сводится к решению алгебраического уравнения степени n относительно λ , где n - число элементов, для которых определяется принадлежность к нечеткому множеству. Найдя λ , вычисляют составляющие собственного вектора w , которые и принимаются в качестве

степени принадлежности рассматриваемых элементов нечеткому множеству. Нахождение собственного вектора сводится к решению однородной системы алгебраических уравнений вида $(A - \lambda E) = 0$, в которую подставили собственное значение λ .

Известно, что в алгебре всегда выполняется соотношение вида $Aw = nw$, отсюда следует, что $\lambda_{\max} \approx n$. Таким образом, чем ближе найденное значение собственного вектора к n , тем точнее будут результаты экспертного опроса, то есть приведенное выше соотношение служит мерой согласованности экспертов при проведении парного сравнения, результатом которого будет являться матрица A . Если это равенство выполняется точно, то матрица A полностью согласована и, следовательно, эксперты в определении степени принадлежности элементов к рассматриваемому множеству нигде не противоречили друг другу.

В качестве примера рассмотрим экспертное оценивание четырех вариантов технологии производства ремонтных работ на. Мнения экспертов о парном сравнении вариантов были сведены в матрицу вида

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 7 \\ 1/4 & 1 & 3 & 4 \\ 1/6 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/7 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

Находим собственный вектор w , для которого выполняется условие $Aw = \lambda w$. Для этого необходимо найти значения λ , при которых определитель матрицы $(A - \lambda E)$ равен нулю. Для рассматриваемого случая запишем

$$\begin{bmatrix} 1-\lambda & 4 & 6 & 7 \\ 1/4 & 1-\lambda & 3 & 4 \\ 1/6 & 1/3 & 1-\lambda & 2 \\ 1/7 & 1/4 & 1/2 & 1-\lambda \end{bmatrix} = \lambda^4 - 4\lambda^3 - 1,687\lambda - 0,133 = 0,$$

решая полученное уравнение 4-ой степени, находим корни:

$$\lambda_1 = -0,782; \lambda_2 = 0,12 - 0,645i; \lambda_3 = -0,12 + 0,645i; \lambda_4 = 4,102.$$

Следовательно, $\lambda_{\max} = 4,102$. Переходим к нахождению компонентов собственного вектора w , соответствующего найденному собственному значению λ_{\max} . С этой целью необходимо решить однородную систему уравнений вида

$$\begin{bmatrix} -3,102 & 4 & 6 & 7 \\ 1/4 & -3,102 & 3 & 4 \\ 1/6 & 1/3 & -3,102 & 2 \\ 1/7 & 1/4 & 1/2 & -3,102 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = 0,$$

которое преобразуется:

$$\begin{cases} -3,102w_1 + 4w_2 + 6w_3 + 7w_4 = 0, \\ 0,25w_1 - 3,102w_2 + 3w_3 + 4w_4 = 0, \\ 0,166w_1 + 0,333w_2 - 3,102w_3 + 2w_4 = 0, \\ 0,142w_1 + 0,25w_2 + 0,5w_3 - 3,102w_4 = 0 \end{cases}$$

при $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$.

Система имеет только нулевое решение, для нахождения собственного вектора w используется замена одного из уравнений условием нормировки. В результате решения системы получаем собственный вектор:

$$w_1 = 0,617; w_2 = 0,224; w_3 = 0,097; w_4 = 0,062 \text{ (при } \lambda_{\max} = 4,102).$$

Проведенная последовательная замена каждого из уравнений условием нормировки показала, что решение исходной системы остаются неизменными. Мера несогласия

экспертов составляет $\lambda_{\max} - n = 4,102 - 4 = 0,102$, что в общем -то показывает достаточно высокую для практики согласованность.

Полученные результаты представляют функцию принадлежности рассматриваемых вариантов технологии возведения объекта к множеству «высокая технологичность». При этом эксперты оценили степень принадлежности первого варианта к этому множеству как 0,617, четвертого - всего как 0,062.

Изучая объект исследования, аналитик зафиксировал общее число случаев n , то есть общее число выполненных работ или сданных объектов. При этом, допустим, в k случаях имел место факт нарушения требований СНиП или договорных сроков. По формуле $p=k/n$ определяем частоту появления изучаемого явления. Полученное значение требуется оценить с помощью лингвистических понятий «редко», «часто» и т. п.

С этой целью на шкале $[0; 1]$ размещают значения лингвистических переменных типа «очень редко», «редко», «средне», «часто», «очень часто» (значения лингвистических переменных могут быть и другими, например «мало», «много» и т. п., на сущность метода построения функции принадлежности это не оказывает никакого влияния).

Предполагается, что по статистическим данным составляется таблица оценки частоты появления изучаемого явления: например, в эту таблицу заносится количество случаев некачественного выполнения работ, зарегистрированных в первом временном интервале, во втором и т. д.. Если же изучается отклонение фактических сроков от директивных или договорных, то можно фиксировать не только сам факт такого отклонения, но и его абсолютное значение ΔT или относительное $\Delta T / \max(\Delta T)$. Полученная таблица преобразуется с использованием свойств функции принадлежности: унимодальность, то есть функция имеет один максимум и гладкие, затухающие до нуля формы. Преобразование включает следующие этапы:

- * удаление явно ошибочных утверждений (критерием служит наличие нескольких нулей в строке данных вокруг элемента);

- * построение матрицы подсказок, представляющей строку, элементы которой вычисляются по формуле: $k_j = \sum_{i=1}^5 b_{ij}$, где b_{ij} - элементы таблицы статистических данных;

- * преобразование таблицы данных по формуле

$$c_{ij} = \frac{b_{ij} k_{\max}}{k_j}, \quad i = 1, \dots, 5, j = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

где m - число интервалов; если $k_j = 0$, то применяется линейная аппроксимация вида $c_{ij} = 0,5(c_{ij-1} + c_{ij+1})$;

- * находится для каждой строки максимальный элемент $c_{i \max} = \max c_{ij}$ для всех j ;

- * вычисляется функция принадлежности по формуле $\mu_{ij} = c_{ij} / c_{i \max}$.

При построении функций принадлежности часто приходится пользоваться тем, что эксперту относительно легко указать на числовой оси три числа: два, которые еще не принадлежат рассматриваемому нечеткому множеству, и одно, степень принадлежности которого равна единице.

Существуют формулы перехода от треугольных термов к S - образным и обратно, использующие понятия конформного [4] отображения. Идея такого перехода основана на том, что S - образные термы можно рассматривать как вырожденные треугольные, у которых одна из величин z_1 или z_3 стремится к бесконечности.

Рассмотрим два терма t и t' с характеристиками (z_1, z_2, z_3) и (w_1, w_2, w_3) соответственно. При параметрическом задании термов связь между ними выражается дробно - линейной функцией вида

$$w = \frac{-\delta z + \beta}{\gamma z - \alpha},$$

коэффициенты которого определяются через заданные параметры термов из соотношений:

$$\alpha = z_1 z_2 (w_1 - w_2) + z_1 z_3 (w_3 - w_1) + z_2 z_3 (w_2 - w_3),$$

$$\beta = w_1 w_3 z_3 (z_1 - z_2) + w_1 w_3 z_2 (z_3 - z_1) + w_2 w_3 z_1 (z_2 - z_3),$$

$$\gamma = z_2 (w_1 - w_3) + z_1 (w_3 - w_2) + z_3 (w_2 - w_1),$$

$$\delta = w_1 w_2 (z_1 - z_2) + w_1 w_3 (z_3 - z_1) + w_2 w_3 (z_2 - z_3).$$

Для перехода к S-образным термам необходимо положить либо $z_1 \rightarrow \infty$, либо $z_3 \rightarrow \infty$ в зависимости от вида вырожденного терма. Тогда коэффициенты преобразования примут вид

для первого случая:

$$\alpha = z_2 (w_2 - w_1) + z_3 (w_1 - w_3),$$

$$\beta = w_2 z_3 (w_3 - w_1) + w_3 z_2 (w_1 - w_2),$$

$$\gamma = w_2 - w_1,$$

$$\delta = w_1 (w_3 - w_2),$$

и для второго случая:

$$\alpha = z_1 (w_1 - w_3) + z_2 (w_3 - w_2),$$

$$\beta = w_1 z_2 (w_2 - w_3) + w_2 z_1 (w_3 - w_1),$$

$$\gamma = w_1 - w_2,$$

$$\delta = w_3 (w_2 - w_1).$$

Заключение. Таким образом, были рассмотрены наиболее распространенные алгоритмы построения функции принадлежности. Следует отметить, что все алгоритмы в той или иной степени используют процедуру экспертного опроса, а следовательно, и достаточно трудоемки, но очень часто при описании трудноформализуемых задач это остается одним из немногих способов алгоритмизации таких задач.

Литература

1. Реклейтис Г. Оптимизация в технике / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсдел. - М: Мир, 1986. - Т. 1,2.
2. Санталайнен Т. Управление по результатам. М.: Прогресс, 1988.-320с.
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений. М.: Мир, 1976.
4. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. - М.: «Финансы и статистика», 2001. - 368 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ КОМПЛЕКСОМ

С.Н. Довбань

ВлГУ, г. Владимир

Использование современных лазерных установок для упрочнения деталей из различного материала и различных форм предполагает использование специализированной системы управления технологическим комплексом. Лазерные комплексы, как правило, включают в себя как минимум 2 компонента, это, генератор лазерного излучения со своей системой управления и координатный стол, или манипулятор луча. Быстрая смена номенклатуры обрабатываемых деталей и растущие запросы потребителей такого рода услуг к качеству обрабатываемых деталей заставляют повышать уровень автоматизации и управления технологическим процессом упрочнения. Тенденции взаимоотношений потребителя и производителя систем управления в большей степени связано с финансовыми вложениями во вновь проектируемое оборудование. При этом эффективность управления

зависит от организационной структуры самой системы управления и степени расширяемости в плане программного обеспечения.

Для решения таких задач и разработана система управления автоматизированным технологическим лазерным комплексом (АЛТК). В данном случае использовался сетевой метод организации информационного обмена различных узлов установки. Для снижения финансовых вложений и в тоже время для повышения эффективности управления и дальнейшего расширения, целесообразно использовать персональную систему управления с открытой архитектурой, реализованной в данном комплексе. При разработке математического обеспечения ЧПУ внедрена технология объектно-ориентированного программирования, без которой создание математического обеспечения в объеме многих мегабайт попросту невозможно. При этом объектно-ориентированный подход, реализованный в АЛТК, используется не только на уровне технологии программирования (для повышения надежности и обзорности математического обеспечения), но и на уровне макропроектирования системы в целом. Последнее означает, что основные прикладные модули системы определены как "вложенные объекты" (embedded objects) со стандартизированным прикладным интерфейсом API (Application Interface). При этом каждый объект-модуль является, как правило, сложной объектно-ориентированной структурой и отражает глобальный объектно-ориентированный подход всей системы управления. Объектно-ориентированная магистраль, реализованная в АЛТК, поддерживает программно-аппаратные коммуникационные протоколы. Это означает, что она служит единым механизмом предоставления объектам-модулям информационных услуг. Такая возможность отражена и в самих интерфейсах объектов-модулей; они могут предоставлять данные, или запрашивать данные, или делать то и другое. Открытая архитектура данной системы ЧПУ, кроме решения необходимых задач управления предоставляет исключительно важные новые функциональные возможности:

- возможность конфигурирования системы у станкостроителя и конечного пользователя;
- возможность встраивания коммерческих программных пакетов;
- возможность непрерывной эволюции системы в условиях максимальной независимости от изменений базовой платформы;
- возможность доступа к информации о состояниях любого программного модуля системы, а также к диагностической информации аппаратуры, приводов и управляемого объекта в целом. Необходимо также отметить, что исходными данными для управления комплексом является сам чертеж обрабатываемой поверхности созданный в одном из коммерческих графических программных пакетов. Посредством прикладного интерфейса (API) осуществляется информационный обмен между средой управления и исходными данными (чертежом). Тем самым достигается простота и скорость при технологической подготовке к производственному циклу.

Таким образом, структурная организация системы управления реализована по архитектуре типа «общая шина» объединяющая управляющую ПЭВМ, 7 контроллеров и систему автоматизированного управления (САУ) лазерной установкой. ПЭВМ обеспечивает, выполнение математических вычислений контроля траектории и соблюдения технологических параметров обработки, т.е. контроль мощности лазерного излучения и скорости траекторного перемещения, а также сбор информации о процессе обработки, используя датчики положения, скорости, температуры. Кроме этого ПЭВМ собирает информацию об энергетическом вкладе в обрабатываемую деталь для последующего анализа и корректировки технологического процесса, используя значения датчиков тока и показания тепловизора. ПЭВМ обеспечивает взаимодействие всех контроллеров в сети посредством разработанного сетевого протокола. Так как САУ лазерной установки достаточно сложная система, она подчиняется главной ПЭВМ посредством дополнительного контроллера, обеспечивающего межпротокольный обмен двух различных систем управления. Таким образом, одна ПЭВМ соединила в себе согласованное управление всех узлов лазерного комплекса.

Применение коммерческих графических программных пакетов, например AutoCAD, Компас, и открытость программной архитектуры системы управления с использованием технологии NET Framework операционной системы последних версий Windows, делает систему управления независимой от аппаратной платформы главной ПЭВМ, и легко расширяемой.

СРЕДСТВО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ WEB-КАМЕРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ БАВ

Д.Н. Жданов, К.Ю. Ворошилов, К.С. Ефросиничев
АлтГТУ, г. Барнаул

Вода является самым распространенным веществом на земле. От состояния воды или водной среды напрямую зависят развитие и жизнедеятельность всех биологических объектов. Одним из параметров контроля состояния водной среды на сегодняшний день является биологическая активность.

Под биологической активностью воды понимается «её свойство пониженного или повышенного (относительно контрольного образца) влияния на процессы жизнедеятельности биологических объектов, приобретенное в результате воздействия внешних факторов».

Наиболее чувствительными методами контроля биологической активности воды к внешним факторам являются методы, с использованием биоиндикаторов. Перспективным направлением является использованием в качестве биоиндикаторов семян растений, например зёрен пшеницы, что обусловлено высокой чувствительностью биоматериала, низкой стоимостью, доступностью и его безопасностью. Суть метода заключается в следующем: сперва воду подвергают, какому либо воздействию (поле или излучение с какими-то определёнными параметрами, химическое вещество различной концентрации), затем данной водой обрабатывают зерна пшеницы. По количеству проросших семян через определенное время судят о БАВ.

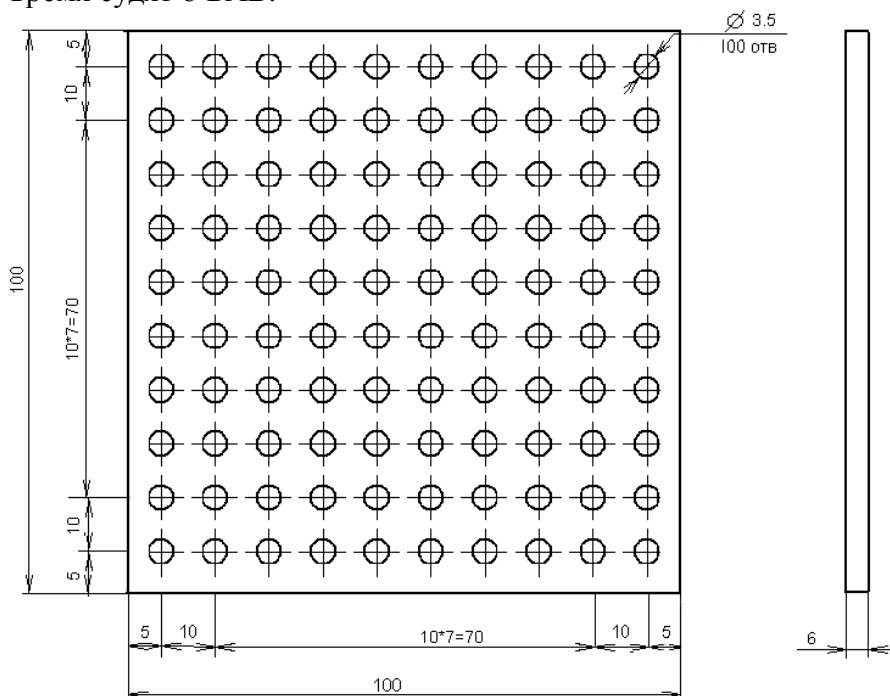


Рисунок 1 – Измерительная матрица

Для точности контроля и достоверности результатов измерений необходима автоматизация метода. Достаточно простой реализацией с низкой погрешностью является создание оптического метода контроля с использованием Web-камеры.

Для удобства счета были спроектированы измерительные матрицы (10x10 ячеек) на 100 зерен (рисунок 1), каждая из которых представляет собой отдельную экспериментальную

выборку для контроля БАВ. Геометрические размеры матрицы составляют (100×100) мм, толщина 6 мм. Ячейки диаметром 3,5 мм располагаются на расстоянии 10 мм друг от друга, что позволяет легко и безошибочно производить оптический подсчет и упрощает определение координат зерна. Матрицы изготовлены из паралона, что создаёт благоприятные условия для роста семян.

Кроме того, для проведения многократных автоматических измерений используется лоток из оцинкованной жести размерами (500×300) мм, в котором располагается 15 измерительных матриц. Лоток изготовлен из оцинкованной жести.

Метод контроля является оптическим, поэтому выбор средства контроля является одним из ключевых. Экспериментальные исследования показали, что для получения картинки исследуемых биообъектов можно использовать Web-камеру. Для реализации съемки нескольких матриц было разработано средство позиционирования камеры над рабочей поверхностью, структурная схема которого имеет вид (рисунок 2).

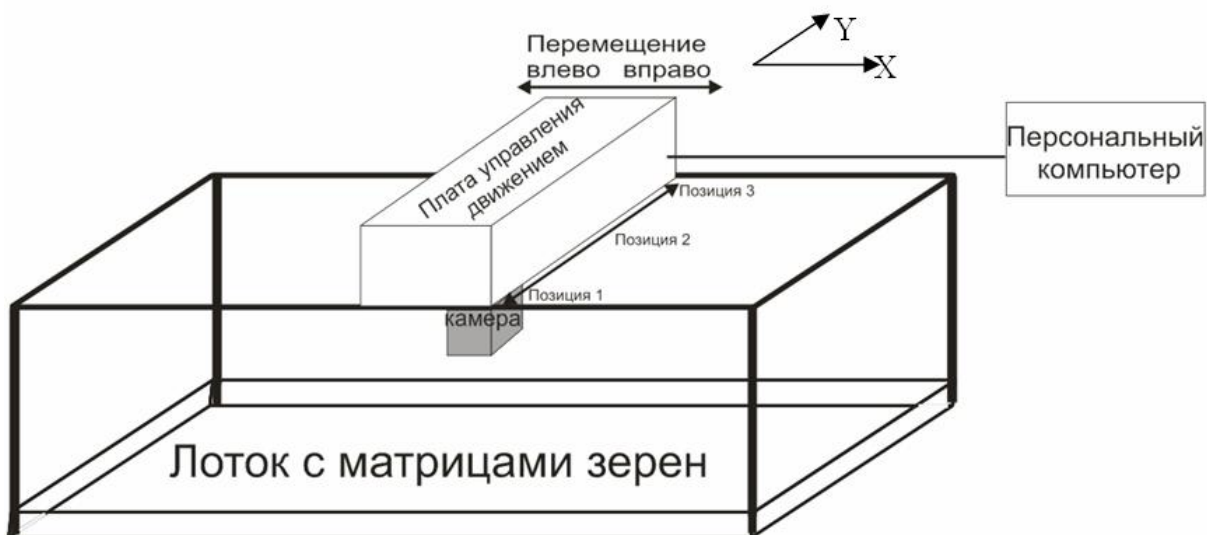


Рисунок 2 – Вид измерительного комплекса

Для перемещения камеры были установлены два шаговых двигателя. Один двигатель перемещал камеру вдоль рабочей поверхности, второй по позициям. В результате камера смогла перемещаться в плоскости параллельной к лотку и производить фотосъемку любой матрицы. Шаговые двигатели обеспечивают точность позиционирования камеры над матрицей и простоту реализации.

Общая схема автоматизированного метода контроля БАВ имеет вид (рисунок 3).

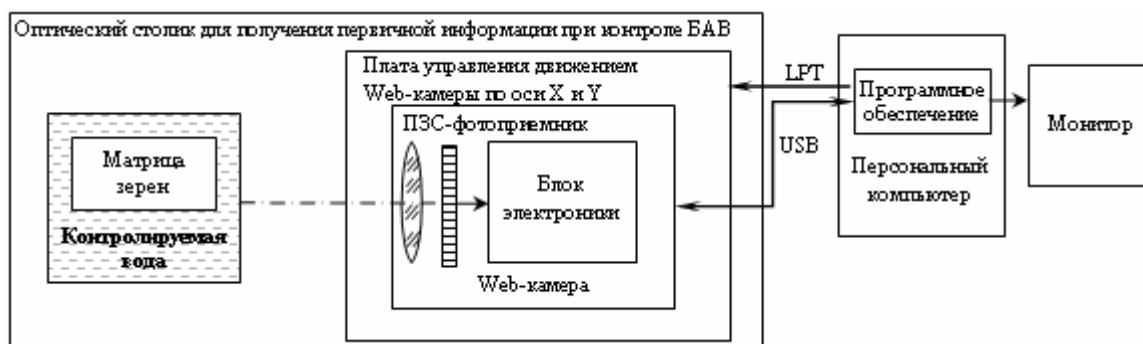
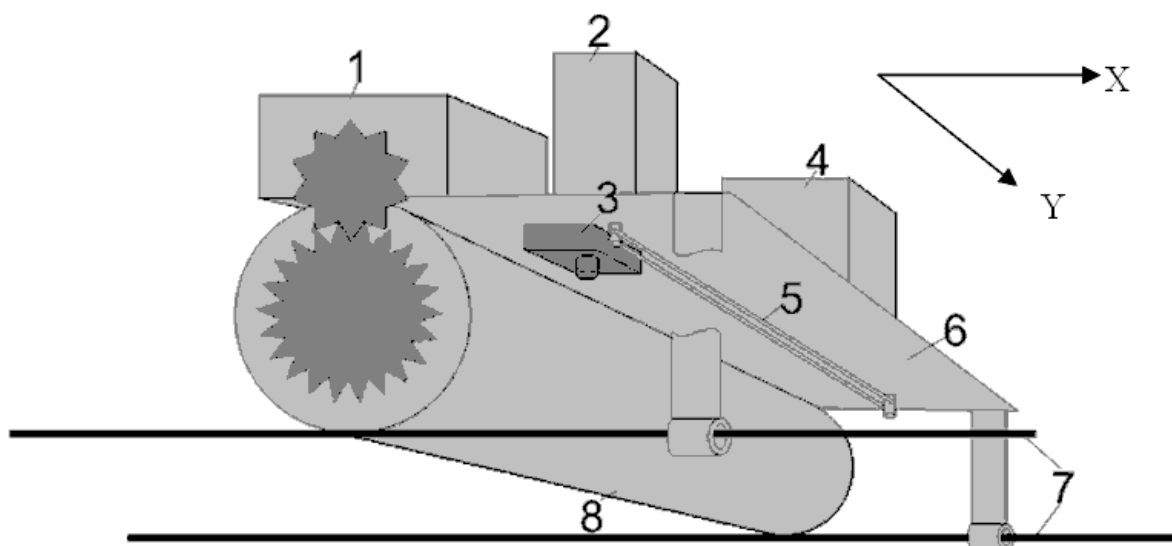


Рисунок 3 – Общая схема автоматизированного метода контроля БАВ

Экспериментальная установка автоматизированного метода контроля биологической активности воды состоит оптического столика, который осуществляет получение первичной измерительной информации, и персонального компьютера, обрабатывающего измерения и выдающего итоговый результат пользователю. Точность определения положения камеры

определяется блоком управления средства позиционирования, схема которого имеет вид (рисунок 4).



Условные обозначения:

- 1 – двигатель, перемещающий установку вдоль рабочей поверхности;
- 2 – двигатель, перемещающий камеру по позициям;
- 3 – Web-камера;
- 4 – трансформатор с сетевым фильтром;
- 5 – ременная передача;
- 6 – плата управления;
- 7 – направляющие;
- 8 – валик.

Рисунок 4 – Блок управления движением камеры

Измерительная установка посредством платы управления движением перемещает Web-камеру по осям X и Y (рисунок 2). С ПК посредством программного обеспечения осуществляется управление измерительной установкой через LPT разъем.

Установка для перемещения камеры использует команды IBM Proprinter XL, которые используются в принтерах для позиционирования головки. Эти команды обеспечивают высокую точность позиционирования головки в принтерах. А так же неизменное их использования в принтерах от модели к модели, говорит об их эффективности.

Перемещение измерительной установки вправо или влево приводится валиком, на котором закреплен, через редуктор, шаговый двигатель. Камера закреплена на устройстве подвеса, которое перемещает ее по позициям шаговым двигателем посредством ременной передачи.

Изначально камера располагается слева у края рабочей поверхности – в нулевой позиции. Командами задаем переход камеры по позициям и производим съемку изображения. Через порт USB осуществляется управление Web-камерой и получение снятых изображений. Полученное при съемке изображение программно обрабатывается: производится обрезание картинки по форме матрицы. Счет проросших зёрен осуществляется по порогу яркости точек изображения. Процедура счета проростков производится по их координатам, которые известны заранее.

Таким образом, реализация средства позиционирования Web-камеры позволила автоматизировать метод контроля БАВ, использование которого стало возможно для проведения длительных и обширных экспериментов.

Использование метода контроля возможно для решения различных задач: экологических (контроль качества водной среды), медицинских (исследование водных растворов) и фармакологических (определение влияния концентраций различных веществ).

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСКАВАТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

В.П. Кочетков, А.В. Коловский, Н.С. Дьяченко, И.С. Рублевский
ХТИ – филиал ФГОУ ВПО СФУ, г. Абакан

Проведен синтез комбинированной оптимальной системы автоматического управления с последовательной коррекцией внутренних координат и оптимальным регулированием внешних координат. Исследованы динамические характеристики электромеханической системы (ЭМС) при сравнительном использовании либо комбинированной оптимальной системы управления либо системы подчиненного регулирования.

Одним из перспективных подходов к синтезу систем управления является применение оптимальных комбинированных систем [1]. Известно, что классические комбинированные системы сочетают регулирование по управлению и возмущению. В отличие от классических, комбинированные оптимальные системы управления сочетают подчиненное регулирование внутренних и оптимальное регулирование внешних координат электропривода.

Сравним комбинированные оптимальные системы управления с коррекцией первой, первой и второй внутренних координат объекта управления и трёхконтурную систему подчинённого регулирования (СПР).

Рассмотрим динамику оптимальных комбинированных систем на примере поворотного механизма экскаватора [2].

Для увеличения быстродействия системы тиристорный возбудитель – генератор – двигатель (ТВ-Г-Д) осуществляем коррекцию питающего напряжения, по методике «технического оптимума». Структурная схема контура питающего напряжения приведена на рисунке 1.

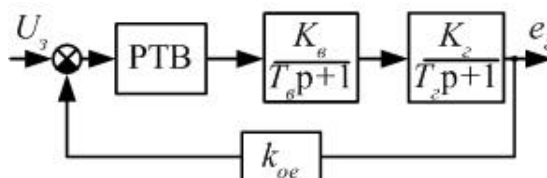


Рисунок 1 – Замкнутый контур питающего напряжения.

Приравнивая желаемую и реальную передаточные функции разомкнутого контура питающего напряжения, определим передаточную функцию регулятора питающего напряжения:

$$W_{PH}(p) = \frac{(T_2 p + 1)}{2T_m k_6 k_2 k_{oe} p},$$

где k_{oe} – коэффициент передачи датчика питающего напряжения; T_m – некомпенсируемая постоянная времени, равная постоянной времени тиристорного возбудителя; k_6, k_2 – коэффициенты усиления тиристорного возбудителя и генератора. Таким образом, для системы ТВ-Г-Д получаем ПИ-регулятор питающего напряжения. Передаточная функция замкнутого контура напряжения

$$W_{3KH}(p) = \frac{1/k_{oe}}{2T_m p + 1}.$$

Пренебрегаем некомпенсируемой постоянной времени замкнутого, передаточная функция примет вид: $W_{3KH}(p) = 1/k_{oe} = k_H$. Математическое описание электромеханической системы (ЭМС) в этом случае имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{di_a}{dt} = -\frac{R_a}{L_a} \cdot i_a - \frac{C}{L_a} \cdot w_1 + \frac{k_H}{L_a} \cdot u_y \\ \frac{dw_1}{dt} = \frac{C}{J_1} \cdot i_a - \frac{1}{J_1} \cdot M_y \\ \frac{dM}{dt} = c_{12} \cdot (w_1 - w_2) + b_{BT} \cdot (\omega_1 - \omega_2) \\ \frac{dw_2}{dt} = \frac{1}{J_2} \cdot M \end{cases} \quad (1)$$

Умножив и разделив все переменные на их базовые величины, получим математическое описание ЭМС в относительных единицах:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -a_{11}x_1 - a_{12}x_2 + bu \\ \dot{x}_2 = a_{21}x_1 - a_{23}x_3 \\ \dot{x}_3 = a_{31}x_1 + a_{32}x_2 - a_{33}x_3 - a_{34}x_4 \\ \dot{x}_4 = a_{43}x_3 \end{cases}, \quad (2)$$

где x_1, x_2, x_3, x_4, u – соответственно ток якорной цепи, скорость двигателя, упругий момент, скорость второй массы и управляющее воздействие в относительных единицах; $a_{11} = \frac{1}{T_a}$,

$$a_{12} = \frac{Cw_0}{L_a I_{a0}}, \quad b_k = \frac{k_H u_{y0}}{L_a I_{ad}}, \quad a_{21} = a_{23} = \frac{CI_{ad}}{J_1 w_d}, \quad a_{31} = b_{BT} \cdot \frac{M_d}{J_1 w_d}, \quad a_{33} = b_{BT} \frac{M_d}{w_d} \cdot \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2}\right),$$

$$a_{43} = \frac{M_d}{J_2 w_d}.$$

На рисунке 2 представлена структурная схема объекта управления с контуром питающего напряжения.

Синтез оптимальных регуляторов будем проводить для одномассового объекта управления. Математическое описание одномассовой ЭМС:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -a_{11}x_1 - a_{12}x_2 + b_k u \\ \dot{x}_2 = a_{21}x_1 \end{cases},$$

где J_Σ – суммарный момент инерции, $a_{21}^o = \frac{cI_{ad}}{J_\Sigma w_0}$.

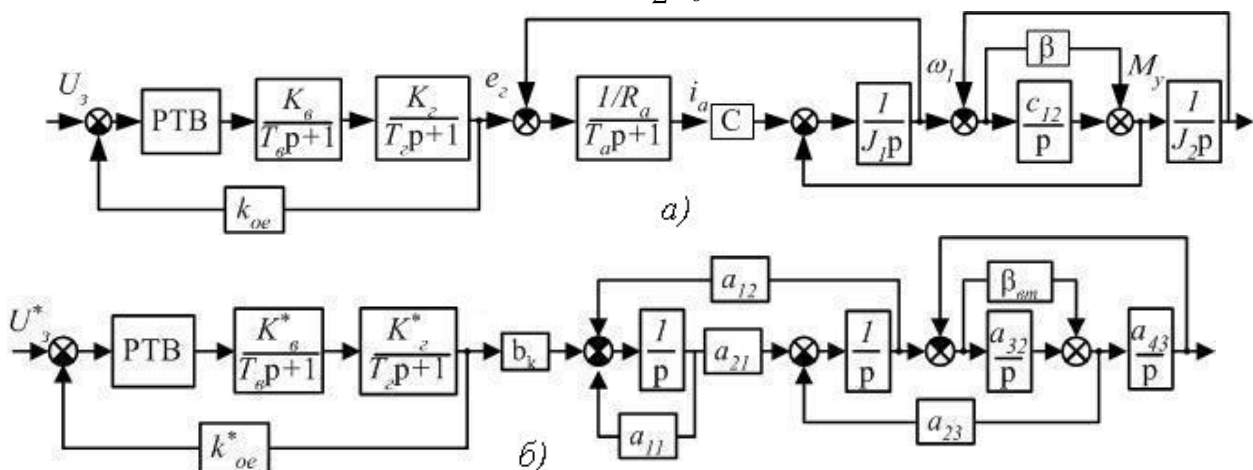


Рисунок 2 – Структурная схема объекта управления а) в абсолютных единицах б) в относительных единицах

Примем в качестве критерия оптимальности минимизацию функционала:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (k_1 x_1^2 + k_2 x_2^2 + u^2) dt.$$

На основании принципа максимума Л.С. Понтрягина определяем аналитически конструируемые оптимальные регуляторы по току якорной цепи и скорости двигателя.

Функция Гамильтона:

$$H = \frac{1}{2} (-k_1 \cdot x_1^2 - k_2 \cdot x_2^2 - u^2) + \Psi_1 (-a_{11}x_1 - a_{12}x_2 + b_k u) + \Psi_2 a_{21}x_1.$$

Приравнявая нулю производную функции Гамильтона по управлению, получим оптимальное управление:

$$u^0 = b_k \Psi_1. \quad (3)$$

Система сопряженных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_1}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = a_{11}\Psi_1 - a_{21}^0\Psi_2 + k_1 \cdot x_1 \\ \frac{d\Psi_2}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = a_{12}\Psi_1 + k_2 \cdot x_2 \end{cases}. \quad (4)$$

На основании (3) и (4) составляем структуру аналитически конструируемого оптимального регулятора (АКОР). Структурная схема электропривода с комбинированной оптимальной системой управления, представляющая внутренний контур напряжения и АКОР по i_a и ω , изображена на рисунке 3, причем система получилась трехконтурной с апериодическим регулятором тока, интегральным регулятором скорости и внутренней пропорциональной обратной связью с регулятора тока на регулятор скорости.

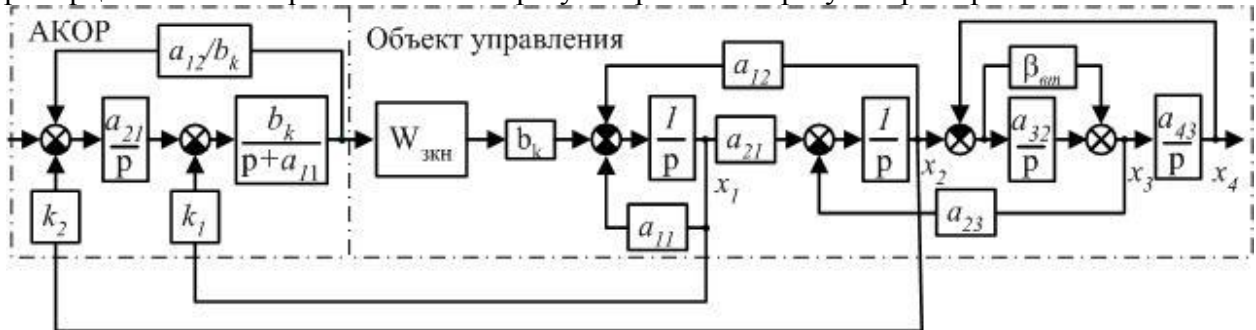


Рисунок 3 – Структурная схема электропривода с контуром питающего напряжения и АКОР по току якоря и скорости двигателя

Вторым вариантом системы будет система с последовательной коррекцией контуров питающего напряжения и тока якоря, и АКОР по скорости двигателя.

Передаточные функции регуляторов напряжения и тока:

$$W_{PH}(p) = \frac{T_e p + 1}{2T_m k_e k_c k_{oe} p},$$

$$W_{PT}(p) = \frac{(T_a p + 1) k_{oe} R_a}{4T_m k_{om} p}.$$

При пренебрежении постоянной времени замкнутого контура тока передаточная функция: $W_{зкт}(p) = 1/k_{om} = k_T$. Аналогично предыдущему случаю рассчитываем регулятор скорости двигателя. Структурная схема комбинированной оптимальной системы с двухконтурной СПР и регулятором скорости двигателя изображена на рисунке 4.

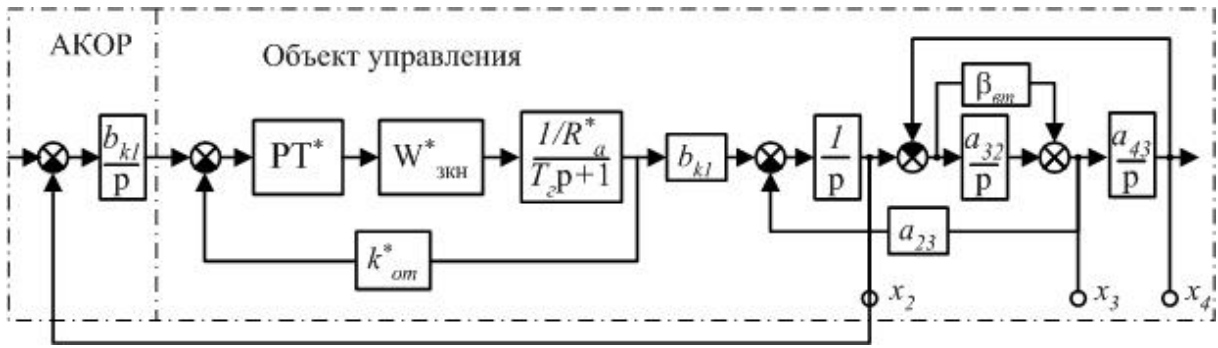


Рисунок 4 – Структурная схема КСУ с двухконтурной СПР и оптимальным регулятором скорости двигателя.

Результаты моделирования представлены на рисунках 5-7.

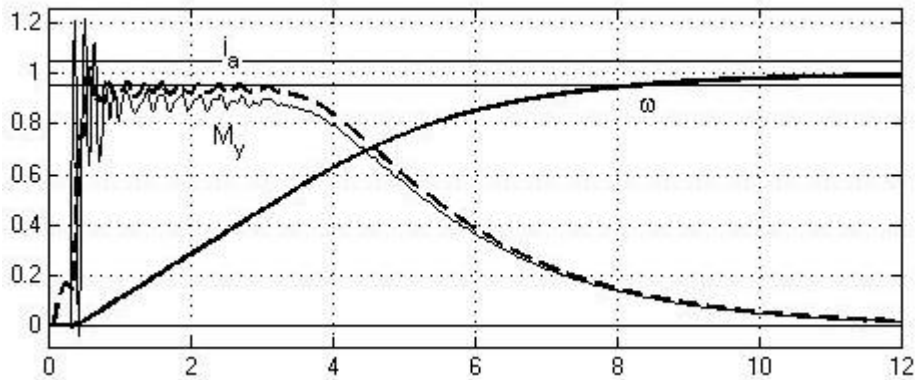


Рисунок 5 – Переходные процессы в КСУ с АКОР тока якоря и скорости двигателя.

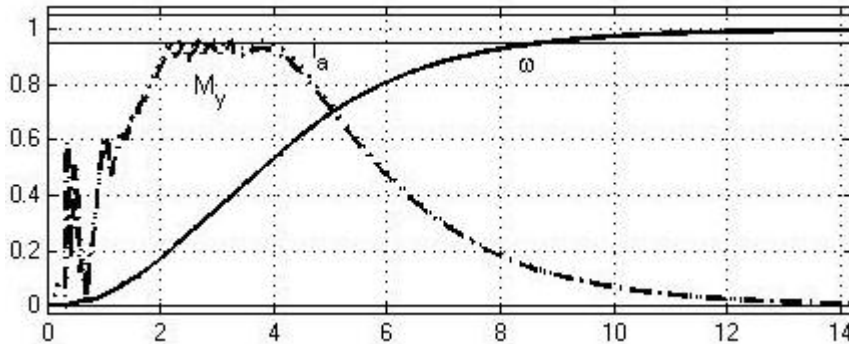


Рисунок 6 – Переходные процессы в КСУ с двухконтурной СПР и регулятором скорости.

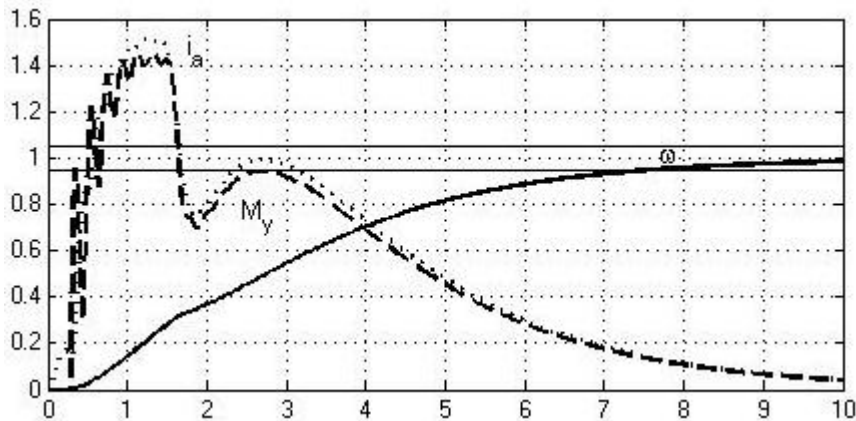


Рисунок 7 – Переходные процессы в трехконтурной СПР.

Из графиков видно, что СПР обладает небольшим выигрышем по времени переходного процесса, а оптимальные системы обеспечивают надежное ограничение бросков упругого момента и тока якорной цепи.

Таким образом, был проведен синтез комбинированной оптимальной системы управления с коррекцией первой, первой и второй внутренних координат ЭМС. Построены и сравнены переходные процессы комбинированных оптимальных систем управления и трехконтурной СПР.

Литература

1. Кочетков, В.П. Основы теории управления. Учебное пособие / В.П. Кочетков. - Абакан: Издательство Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2001. – 264с.
2. Ключев, В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода / В. И. Ключев.- М.: Энергия, 1971.-320с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИПОВЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ КОРПОРАТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ (КСУ) СЕТЯМИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ (АЗК)

Е.Л. Ливеровская
МИЭМ, г. Москва

Быстрорастущий в нашей стране спрос на нефтепродукты (НП) в последние годы обусловил формирование нового сегмента рынка – розничной продажи НП посредством сетей автозаправочных станций (АЗС). Новизна данного сегмента рынка определяется спецификой торговых форматов. Современная АЗС — это не только пункт продажи бензина, но и торговый центр по продаже сопутствующих товаров, станция техобслуживания, кафе и даже гостиница. Разумеется, для обеспечения работы такого весьма специфического предприятия розничной торговли необходимо использовать соответствующие информационные технологии и программные решения.

При реализации проектов построения корпоративных систем управления сети АЗС чрезвычайно актуальной становится задача повышения эффективности проекта автоматизации, что предполагает улучшение качества выполнения проекта, сокращение сроков его выполнения, снижения издержек.

Именно поэтому разработка типовых или «вертикальных» IT-решений, учитывающих отраслевые особенности функционирования предприятий, с одной стороны, и передовую практику в области информационных технологий, с другой стороны, становится одним из ключевых факторов успешности реализации проекта.

Одним из ключевых элементов процесса разработки типового решения является создание репозитория типовых бизнес-процессов для конкретного сегмента рынка. В работе приведены построенные типовые бизнес-процессы предприятия розничного нефтепродуктообеспечения (НПО). Типовые бизнес-процессы разработаны на основе анализа принципов работы сетей АЗК, принадлежащих различным компаниям, и на основании многолетнего опыта компании ИБС по проведению автоматизации сетей АЗК. Модели типовых бизнес-процессов включают в себя:

– диаграммы организационной структуры предприятия, включающие в себя объекты автоматизации (офис, АЗС, магазин и т.д.), ролевые функции сотрудников на каждом объекте, наличие которых необходимо для обеспечения успешной работы КСУ;

– диаграммы основных бизнес-процессов, связанных как с реализацией и учетом НП и обладающих своей спецификой, так и описывающих сопутствующие виды деятельности предприятия НПО. Диаграммы построены с указанием используемых подсистем КСУ, задействованного оборудования, входных и выходных форм документов, ролей сотрудников в каждом процессе.

Модели типовых бизнес-процессов построены с использованием программного продукта ARIS Toolset, входящего в состав инструментального комплекса ARIS, разработанного компанией IDS-Sheer.

Также в работе приведены результаты подготовки диаграмм процессов к проведению функционально-стоимостного анализа с целью их возможной реорганизации. Для проведения функционально-стоимостного анализа процессов для каждой функции, входящей в какой-либо процесс, назначено время выполнения и стоимость выполнения процесса. Время выполнения функции рассчитывалось на основе статистического анализа данных о времени выполнения данной функции на ряде предприятий НПО. Для расчета стоимости и времени выполнения процессов можно использовать функционал инструментального комплекса ARIS – модуль ARIS PCA (Process Cost Analyzer).

На основе разработанных моделей типовых бизнес-процессов предприятия НПО были получены следующие результаты:

– Осуществлена генерация отдельных частей программного кода КСУ. Эти функциональные модули впоследствии можно использовать как составные части при создании программного продукта для автоматизации деятельности предприятия розничного НПО, так и в качестве готовых функций или модулей для расширения функциональности уже существующих подобных программных продуктов.

– Проведена реорганизация существующих бизнес-процессов на предприятиях розничного НПО. Такая реорганизация может проводиться как с целью внедрения автоматизированных комплексов, так и для повышения эффективности работы предприятия.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

М.А. Нечаев, О.С. Качин

ТПУ, г. Томск

В ходе разработки автоматизированного комплекса для диагностики щеточно-коллекторных узлов электрических машин [1] встала задача автоматизированного управления скоростью универсального коллекторного двигателя. Использовать в комплексе промышленно-выпускаемые системы управления не представлялось возможным, т.к. требования к системе достаточно специфические: точность поддержания скорости не хуже 1%, диапазон регулирования скорости от 100 до 60 000 об/мин, управление должно осуществляться по последовательным каналам связи, обратная связь по скорости организуется датчиком синхронизации комплекса, дающим один импульс за оборот вала двигателя.

Эти требования, а также стремление к минимизации размеров устройства и унификации узлов привели к решению разработать микропроцессорную систему управления коллекторным двигателем.

Регулирование скорости универсального коллекторного двигателя наиболее просто реализуется регулятором переменного напряжения. Силовая схема построена на базе оптосимистора МОС3052М и четырехквadrантного симистора МАС16N. Для защиты от перенапряжений параллельно силовому симистору включены RC-цепочка и Transil-диод серии 1.5KE.

Информационная часть системы построена на микроконтроллере Atmega64. Выбор был обусловлен стремлением к унификации узлов (остальные контроллеры системы были также реализованы на базе микроконтроллеров этого семейства), а также наличием необходимой периферии:

- аналоговый компаратор используется для канала синхронизации с сетью;
- 8-битный таймер 0 используется для формирования задержки открытия симистора, организации службы таймеров и шага расчета;
- 16-битный таймер 1 используется для определения скорости по импульсам датчика синхронизации;
- 8-битный таймер 3 с ШИМ-выходом используется для формирования импульсов заполнения;

- USART0 используется для связи с компьютером в автономном режиме работы;
- связь с центральным микроконтроллером в настоящее время осуществляется через USART1, но предусмотрена и возможность использования TWI интерфейса;
- на плате также установлены разъем и фильтр для возможности задания скорости аналоговым сигналом.

Поддержание заданной скорости может обеспечиваться несколькими способами, в том числе ПИ-регулятором. Достаточное быстродействие микроконтроллера позволило написать программу управления в реальном времени на языке С.

Особенностью системы является требование точного поддержания скорости в широком диапазоне. При этом верхняя скорость диапазона может достигать 60 000 об/мин. На высоких скоростях информации о скорости от датчика синхронизации достаточно, но на низких скоростях одного импульса на оборот вала явно не хватает. Установка же стандартного энкодера на вал не возможна, т.к. допустимая скорость этих устройств, как правило, не превышает 10 000 об/мин. Задача решалась алгоритмическими средствами.

Литература

1. Нечаев М.А., Качин С.И. Автоматизированный комплекс для диагностики и испытания узлов токосъема электрических машин. Интеллектуальные электромеханические устройства, системы и комплексы: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 21 окт. 2005 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005. – С. 32-35.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГАРНИСАЖНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АГРЕГАТУ ТИПА СЭР

А.М. Огнев, В.П. Цымал

СибГИУ, г. Новокузнецк

Как показали результаты экспериментов [1, 2], проведенных на опытно-промышленной установке процесса и агрегата типа СЭР (самоорганизующийся струйный эмульсионный реактор), реализация этой технологии практически невозможна без создания надежно функционирующей системы формирования и поддержания гарнисажа. Для решения этих задач была предпринята попытка формирования, так называемого, функционально-градиентного гарнисажа [3] по аналогии с функционально-градиентными материалами, применяющимися в космической технике [4]. Характерной особенностью этих материалов является целенаправленное изменение теплофизических свойств защитного покрытия по его толщине.

Учитывая наличие высокого газосодержания рабочей эмульсии в рассматриваемом процессе и его высокую управляемость, имеется возможность целенаправленного формирования свойств гарнисажа, прежде всего за счет создания достаточно тонкого (порядка нескольких миллиметров) высокопористого (с газосодержанием 80-90%) слоя и динамического постоянно смываемого переходного слоя, контактирующего с газошлаковой эмульсией. Формирование гарнисажа возможно только благодаря системе интенсивного теплоотвода от перегреваемых частей агрегата (футерованных стенок агрегата). При определенном соотношении тепловых и химических процессов, протекающих в агрегате и процессов теплоотвода (охлаждения) становится возможным создание и поддержание оптимального по толщине и химическому составу гарнисажа.

В данной статье основное внимание уделяется разработке программного обеспечения автоматизированной системы охлаждения и формирования гарнисажа. В качестве основного варианта охлаждения агрегата было выбрано циркуляционное охлаждение водой.

Постановка задачи. Проектируемым и автоматизируемым объектом является циркуляционное водяное охлаждение агрегата. Автоматизированная система должна обеспечивать индикацию состояния системы в целом (температурные режимы, расходы и

давления в змеевиках), а также прогнозируемого состояния защитного гарнисажного слоя (теплофизические параметры, толщина гарнисажа).

Основными входными параметрами в блоке расчета состояния объекта являются:

- *давление на входе нагнетающего насоса;*
- *производительность насоса;*
- *параметры изоляционного слоя;*
- *температура входной воды;*
- *длины, диаметры коллекторов, змеевиков;*
- *процент открытия заслонок.*

Основными выходными параметрами является:

- *давления во всех узлах системы;*
- *расходы воды на каждом участке;*
- *температура воды в узлах системы.*

Основные требования к системе. В системе должны быть реализованы следующие блоки:

1. блок расчета гидравлических контуров и определения эквивалентных коэффициентов сопротивления этих контуров;
2. блок комплексного решения гидравлической задачи;
3. блок расчета нагрева воды.

Основные функции АСУ:

1. управление процессом в режимах автомат/ручной;
2. представление полной информации об объекте;
3. диагностика оборудования;
4. распознавание аварийных ситуаций;
5. сигнализация аварийных ситуаций;
6. выдача советов при возникновении аварийных ситуаций.

На основе исходных данных о компоновке технологического объекта (СЭР) гидравлическая сеть должна состоять из трех гидравлических контуров соединенных параллельно в замкнутую циркуляционную сеть. В эту же сеть последовательно с тремя гидравлическими контурами подключены контур теплообменников и гидравлический циркуляционный насос. Каждый гидравлический контур представляет собой параллельно соединенные посредством коллекторов змеевики, на которые установлены заслонки.

Программное обеспечение данной системы было реализовано в среде Delphi 7 с использованием объектно-ориентированного подхода. Различные средства отображения и мнемодоступа к элементам гидравлической схемы, а также собственно сами расчеты с вызовом методов оптимизации были реализованы в виде отдельных модулей, что позволяет легко заменить их на более совершенные, не меняя общей структуры программного обеспечения.

Данная система может быть использована в двух режимах: в режиме проектирования и в режиме управления системой охлаждения и поддержания гарнисажа. Для удобства проектирования с использованием данной программной реализации в рамках последней была разработана и внедрена база данных готовых проектных решений. Для создания исходных таблиц базы данных было использовано приложение IBConsole среды InterBase 6.5.

Клиентское приложение было реализовано в рамках вышеописанной программной реализации на основе IB-компонентов (IBDataBase, IBTransaction, IBTable, IBQuery), BDE-компонентов (TDataSource) и компонентов DataAccess (DBStringGrid).

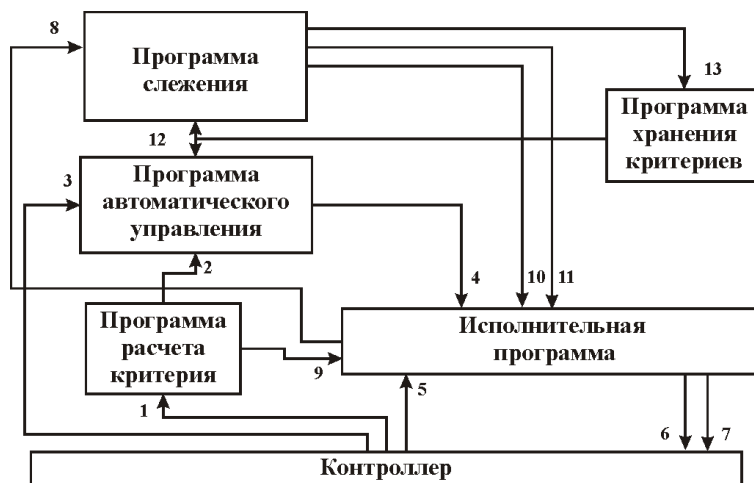
Для реализации функций системы предлагается выделить два компьютера и использовать операционную систему Windows NT в плане совместимости с программным обеспечением предлагаемым в данной работе.

Первый из компьютеров предназначен для реализации функций АРМа по управлению гидравлической системой охлаждения агрегата и для системы, предназначенной для диагностики состояния системы в целом.

Второй компьютер предполагается использовать для автоматического управления системой охлаждения посредством расчета управляющих воздействий в случае выхода параметров системы за заданные пределы.

Функционирование системы, таким образом, должно проходить в двух режимах: ручном и автоматическом.

Блок-схема функционирования автоматизированной системы управления охлаждением представлена на рисунке 1.



1. Текущее состояние системы (параметры для расчета критерия).
2. Сигнал на расчет управления.
3. Текущее состояние заслонок.
4. Рассчитанные программой управляющие воздействия.
5. Текущее состояние заслонок.
6. Пробное 10-ти процентное исполнение рассчитанных управляющих воздействий
7. Полное исполнение рассчитанных управляющих воздействий.
8. Сигнал о неправильной работе программы автоматического управления.
9. Считывание текущего критерия .
10. Сигнал на изменение режима функционирования автоматизированной системы
11. Ручное управление
12. Считывание критерия управления
13. Задание критериев.

Рисунок 1 – Блок-схема функционирования автоматизированной системы управления охлаждением

В автоматизированной системе задаются критерии управления двух уровней:

1. Надконтурный уровень – допустимая разность заданных и фактических температур на выходе контуров.
2. Внутриконтурный уровень – допустимая сумма всех невязок, возникающих в следствии неравенства температур на выходе каждой секции.

Гарнисажное охлаждение используется в разных отраслях промышленности. В частности, при горении плазмы в плазменных реакторах, где выделяется огромное количества тепла, формирование и поддержание гарнисажа является пожалуй единственным вариантом защиты конструкции агрегата. Так же для струйного эмульсионного реактора, рассматриваемого в данной статье, характерны очень высокие температуры (1480 – 1650°С), и необходимость защиты агрегата подтверждена практикой. Сама же защита подразумевает под собой формирование и постоянное поддержание гарнисажа, а также автоматизированную систему слежения и управления этими процессами. Любой сбой, отказ или неправильная работа системы может привести к аварийной ситуации. Возможность реализации, заложенного учеными [2] процесса, целиком и полностью зависит от стабильной

работы системы охлаждения. Поэтому рассмотрение проблемы отказоустойчивости очень важно. Авторы данной статьи считают, что предложенная ими система удовлетворяет вышеперечисленным критериям и может применяться не только для защиты агрегатов данного типа, но так же и для других, базирующихся на использование гарнисажной защиты.

Литература

1. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Айзатулов Р.С. Струйно-эмульсионный процесс и реактор: Новые возможности для миниметаллургии и машиностроения // Электрометаллургия 2002г №5, стр. 10-18.
2. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Падалко А.Г. и др. Автоматизированная система управления технологическими режимами получения металла на опытной установке в ККЦ №2 ОАО "ЗСМК"// Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии. Труды всероссийской научно-практической конференции / Под редакцией С.П. Мочалова / СибГИУ – Новокузнецк, 2001 г.197 с.
3. Калашников С.Н., Цымбал В.П., Казакова Л.Г., Мочалов С.П., Суздальцев Е.В. Модельные исследования и расчеты параметров гарнисажного слоя применительно к струйно-эмульсионному металлургическому реактору //Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии. Труды всероссийской научно-практической конференции / Под редакцией С.П. Мочалова / СибГИУ – Новокузнецк, 2001 г.197 с.
4. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова, А.С. Баланкин, И.Ж. Бунин, А.А. Оксогоев.–М.: Наука, 1994.–383 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКТИРОВКИ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАСЧЕТЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

А.Б.Смыков

ГУ КузГТУ, г. Кемерово

Внедрение в Объединенном диспетчерском управлении энергосистемами Сибири (ОДУ Сибири) электроэнергетической технологии планирования диспетчерского графика (ЭТП ДГ) привело к возрастанию объемов входной информации необходимой для планирования режима работы объединенной энергосистемы (ОЭС). Основная часть технологии ЭТП ДГ построена на основе ПО «Lincog Win» (разработка ОДУ Урала), которая выполняет функции оптимизации режима работы ОЭС по ряду критериев. В качестве входной информации в ПО «Lincog Win» используются файлы формата csv с исходными данными (включенные мощности станций, графики генерации и потребления). Недостатком описанной программы является сложный пользовательский интерфейс, не обеспечивающий быстрое и наглядное редактирование данных для режима. Для облегчения процесса планирования в ОДУ Сибири было разработано ПО «Dragon» (рисунок 1), которое позволяет легко корректировать информацию в исходных csv файлах.

Программа выполняет следующие функции:

- наглядное отображение в табличном виде информации из csv файлов, с подстановкой названий объектов из справочников программы вместо числовых идентификаторов, которые используются в csv файлах;
- проверка входной информации на корректность с помощью алгоритмов, описанных в SQL-запросах, к примеру: проверка на то, что бы значения графика генерации станции лежали в пределах заявленной включенной мощности;
- преобразование входной информации и создание новых csv файлов, отличных по структуре от исходных, на основе SQL-запросов;
- контроль информации при корректировке данных, в случае нарушения заданных условий ячейка с некорректными данными выделяется.

Dragon - (Мак-Линкор)

Файл Вид Правка Сервис Справка

CSV Интегральные ограничения

Режимы Режим(Подробно) РДУ ОАД

Подробные данные по станции Омская ТЭЦ-4 (РГЕ ТГ 4-8) для РЕЖИМА

| Парам. | Время | № | Техн. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------------------------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Rmax ТГ 4-8* | 520 | | | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 |
| Rmin ТГ 4-8* | 520 | | | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Р ТГ 4-8 | 520 | | | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| № ХОП ТГ 4-8 | 520 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Зад. гр. ТГ 4-8 | 520 | | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Сумма Р _{max} блоков | | | | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 |
| Сумма Р _{min} блоков | | | | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Сост. ТГ 4 | 84 | | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Rmax ТГ 4 | 84 | 50 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rmin ТГ 4 | 84 | 8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сост. ТГ 5 | 85 | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rmax ТГ 5 | 85 | 50 | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Rmin ТГ 5 | 85 | 8 | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Сост. ТГ 6 | 86 | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rmax ТГ 6 | 86 | 100 | | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Rmin ТГ 6 | 86 | 10 | | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| Сост. ТГ 7 | 87 | | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Rmax ТГ 7 | 87 | 100 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rmin ТГ 7 | 87 | 10 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сост. ТГ 8 | 88 | | | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| Rmax ТГ 8 | 88 | 100 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rmin ТГ 8 | 88 | 8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Рисунок 1 – Интерфейс ПО «Dragon»

Отличительной особенностью программы является то, что она имеет большое количество гибких настроек, описываемых в конфигурационном XML файле (шаблоне). В шаблоне можно описывать следующие параметры: список файлов с исходной и выходной информацией, вариант отображения данных, алгоритмы проверки информации в процессе загрузки и редактирования, алгоритмы преобразования и формирования новых csv файлов. Благодаря такому подходу программу можно использовать для решения различных задач, связанных с обработкой информации в csv файлах. В данный момент времени в ОДУ Сибири ПО «Dragon» с комплексом других программ используется в технологиях: расчета режима на сутки вперед, планирования режима по технологии ЭТП ДГ и расчета плана балансирующего рынка. При использовании этой программы удалось увеличить скорость проверки и корректировки csv файлов с исходной для режима информацией и значительно снизить количество ошибок, которые могут появиться при ручной корректировке csv файлов.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНТРОЛЛЕРА ЛИНЕЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕРИИ dsPIC

И.С Сыркин
ГУ КузГТУ, г. Кемерово

Обеспечение требуемой точности регулирования электродвигателя – основная задача разработки системы электропривода. В последнее время в системах электроприводов стали использоваться микроконтроллеры и системы на основе промышленных компьютеров. При разработке привода электроэрозионного станка в качестве исполнительного механизма был выбран линейный двигатель (ЛД), как наиболее подходящий для этих целей. Высокая скорость перемещения якоря ЛД (3.6 м/с) и максимальная точность позиционирования (до 0.1 мкм) требуют высокой производительности главного процессора создаваемой системы управления.

Одним из способов управления линейным электродвигателем является широтно-импульсная модуляция напряжения, подаваемого на его обмотки. Датчиком обратной связи служит прибор ЛИР-7 с синусоидальным выходом. Учитывая эти два фактора, в качестве основного микроконтроллера был выбран прибор фирмы Microchip dsPIC30F4011. Данный микроконтроллер относится к семейству цифровых сигнальных процессоров, специально

предназначенных для управления электродвигателями. С помощью модуля MCPWM (Motor Control Pulse Width Modulation) реализуется управление 3-х фазным «мостом» силовых транзисторов, а с помощью модуля АЦП производительностью 1 млн. выборок в секунду обеспечивается ввод данных с датчика положения.

Одной из причин выбора микроконтроллера серии dsPIC было наличие команд, специально предназначенных для цифровой обработки сигналов. Ядро DSP контроллера имеет 40-разрядное АЛУ и поддерживает команды умножения 17x17 за один цикл, имеет два 40-разрядных аккумулятора и 40-битный сдвиговый регистр (позволяет сдвигать данные до 15 бит вправо и до 16 бит влево за один цикл). Набор команд, позволяющих производить умножение с накоплением результата, позволяет реализовать алгоритмы цифровой фильтрации и регулирования за минимально возможное количество машинных тактов. Например, цифровой фильтр с конечно-импульсной характеристикой 5-го порядка будет производить вычисления каждой итерации за 103 машинных такта, а алгоритм стандартного ПИД-регулирования выполняется в течение 30 тактов. Таким образом, один цикл регулирования, обеспечивающий получение данных с датчика, фильтрацию сигнала и вычисление управляющего воздействия для электродвигателя занимает менее 350 тактов, что при производительности микроконтроллера 30 MIPS позволяет вызывать функцию регулирования с частотой более 85 кГц. Этой частоты достаточно для регулирования положения якоря ЛД на максимальных скоростях.

Микроконтроллеры серии dsPIC, предназначенные для управления двигателями, в отличие от МК общего применения, обладают модулем АЦП с четырьмя устройствами выборки-хранения (УВХ). Это позволяет одновременно измерять напряжения на 3-х выходах датчика положения ЛИР-7, и вычислять текущее положение якоря ЛД, не усложняя функцию расчета координаты учетом скорости перемещения.

Связь контроллера двигателя с системой управления высокого уровня может осуществляться по нескольким интерфейсам: UART, SPI, I²C, CAN. В том случае, когда система управления высокого уровня работает одновременно с несколькими контроллерами двигателей, требуется интерфейс связи, поддерживающий адресацию нескольких устройств. Из перечисленных выше шин, этой возможностью обладают I²C и CAN. При реализации системы управления объектом в виде одного модуля, нет необходимости применять полевою шину CAN, для схемотехнической реализации которой требуются дополнительные приемопередатчики. По этой причине выбор шины связи микроконтроллеров был остановлен на интерфейсе I²C.

Большинство микроконтроллеров, в том числе и dsPIC, производства Microchip обладают возможностью отладки программы не только в программном эмуляторе, встроенном в среду разработки, но и непосредственно в реальном устройстве. Для этого разрабатываемое устройство соединяется с ПК через внутрисхемный отладчик ICD2. Необходимость интеграции множества периферийных модулей микроконтроллера в корпусе с малым числом выводов (44 для dsPIC30F4011) привела к тому, что на один вывод «претендуют» несколько устройств. Например, одну пару выводов разделяют модули UART, SPI, I²C, так же эта пара выводов применяется при внутрисхемном программировании и отладке. Следует отметить, что отладка может происходить и по другим парам выводов. При отладке протоколов взаимодействия микроконтроллеров, связанных шиной I²C, требуется электронная коммутация описанной выше пары выводов между программатором и другими устройствами.

На основании проведенных исследований было принято решение использовать микроконтроллер dsPIC30F4011 для разработки контроллера линейным электродвигателем, входящим в систему управления электроэрозионным станком.

Литература

1. Периферийные модули контроллеров цифровой обработки сигналов dsPIC30F. Афанасьев И. // Компоненты и технологии / №6. – 2003.
2. www.microchip.com

ПОДСИСТЕМА «ПОЛИКЛИНИКА» СИСТЕМЫ «ИНФОРМБОЛЬНИЦА»

О.Н. Якушева, Ю.А. Жукова
ГОУ ДПО НГИУВ, г. Новокузнецк

Система «Информбольница» разработана сотрудниками кафедры медицинской кибернетики и информатики Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей и внедрена в двадцати поликлиниках и десяти стационарах Кемеровской области.

Базовый набор включает в себя семь АРМов: «Регистратора», «Экономиста», «Статистика», «Участкового врача», «Врача профпатолога», «Врача иммунолога», «Фармаколога».

С учетом требований сегодняшнего дня каждое посещение больного или здорового пациента в поликлинику с любой целью (лечебно-диагностической, консультативной, профилактической, обращение за справкой, рецептом и прочие) – это заработанные деньги поликлиники при взаиморасчетах со страховыми компаниями по ОМС или ДМС, оказание платных услуг работающим при оформлении договоров с предприятиями или оказание платных услуг непосредственно населению, при оплате услуг в кассу учреждения. Информация о приеме больных в страховые компании требуется подробная и в электронном виде. Для лечебно-профилактических учреждений стоит острая проблема автоматизации.

Основные возможности данной системы:

- работа в едином информационном поле со страховыми компаниями, территориальным фондом медицинского страхования, пенсионным фондом, фондом социального страхования, муниципальными аптеками и информационно-аналитическими центрами здравоохранения;
- простота обращения к данным системы, начиная с регистратора и заканчивая руководителями подразделений и учреждения в целом;
- учет закрепленного населения за участками, динамическое наблюдение за их состоянием и получение различной отчетности по участкам, поликлиникам и лечебным учреждениям в целом;
- реализация национального проекта «Здоровье»;
- организация диспансерных больных по заболеваниям, контингентам особого внимания;
- учет профилактических и дополнительных осмотров по работающим, в том числе в бюджетной сфере и на производствах с вредными условиями труда. Планирование обследований, профилактических мероприятий, определенных курсов лечения по данным группам и слежение за их выполнением, получение необходимой отчетности;
- планирование и слежение за ходом иммунизации прикрепленного населения;
- учет состояния и мониторинг инвалидизации прикрепленного населения;
- учет, отчетность и анализ сведений по родовым сертификатам;
- определение стоимости оказанных услуг с учетом вида оплаты и многое другое.

«Подсистема «Поликлиника» системы «Информбольница» - это локальные сети в каждой поликлинике. Основное преимущество системы – это локальная сеть на территории больницы с центральным больничным сервером и репликация (слияние) баз данных из поликлиник на центральный больничный сервер. Репликация позволяет наладить ведение единого общепольничного регистра закрепленного и обратившегося в лечебно-профилактическое учреждение населения, организовать ведение единого нормативно-справочного фонда. А также, дает возможность работать руководителям учреждения, экономистам, статистикам, врачам за слитой базой по больнице в целом (т.е. получать информацию как по отдельно взятой поликлинике, участку, так и по больнице в целом с компьютеров больничной локальной сети).

О РАСЧЕТЕ НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ

А.Е. Кошелев, Е.Б. Турчанинов, Л.Е. Турчанинов
КузГПА, ОАО «ЗСМК», г. Новокузнецк

Одним из перспективных путей при создании АСУТП, в том числе в конвертерном производстве, является алгоритмизация режимов функционирования технологических систем с совместным определением задающих (в том числе режимных ограничений и уставок) и управляющих (в том числе программных, корректирующих, стабилизирующих) воздействий. При постановке и решении названных задач не следует забывать то обстоятельство, что на практике очень часто возникают задачи гибкого согласования работы "смежных" объектов управления, технологических участков, и, в конечном счете, смежных производств. Поэтому в зависимости от изменяющихся внешних условий, достигаемой точности регулирования отдельных технологических объектов управления (ТОУ-конвертера, сталь-ковша и т.д.), наличия ресурсов по управлению ими, в случаях, когда выходные переменные одного ТОУ являются одновременно входными переменными другого, целесообразно производить совместное оперативное уточнение технологических заданий и соответствующих управляющих воздействий одного или нескольких ТОУ с целью повышения эффективности принимаемых решений по комплексу агрегатов в целом.

В связи с тем, что принимаемые управляющие решения напрямую связаны с используемыми ресурсами, данный подход может быть полезен при решении задач расчета согласованных нормативных показателей в технологической цепи «конвертер-ковш-разливка» и оценивания эффективности принимаемых решений оперативного персонала, а также и сквозной оптимизации технико-экономических показателей по конвертерному цеху и СПП в целом [1].

На основе действующих АСУТП отдельных агрегатов технологической цепи «конвертер – ковш - разливка», следует создавать различные схемы моделирования и расчета рациональных задающих и управляющих воздействий, и с их использованием, наряду с решением задач технологического управления, решать задачи оперативного оценивания отдельных технико-экономических показателей и планирования работы конвертерного цеха в целом.

Развитие АСУ « Плавка стали « в ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» проводилось в направлении создания многовариантной системы совместного определения задающих и управляющих воздействий, и одним из первых шагов явилось комбинированное определение технологических заданий и управляющих воздействий при выпуске металла из конвертера в ковш. В частности, следует отметить такую функцию АСУ « Плавка стали «как оперативное уточнение задания (режимной уставки) на температуру конечного периода продувки с целью компенсации эффектов контролируемых возмущений процесса обработки и прохождения металла после его выпуска из конвертера. В дополнение к обычно применяемым точностным критериям при формировании рациональных управляющих воздействий проводились исследования таких показателей качества управляющих решений, как приращение количества годной стали, снижение удельного расхода чугуна и себестоимости стали, а также уменьшение возможного числа переназначений из одной марки стали в другую.

Оперативная оценка эффективности управляющих решений на основе существующих традиционных технико-экономических показателей затруднена известными обстоятельствами (требования больших периодов усреднения, использования в них плохо контролируемых или совсем неконтролируемых в динамике параметров). Поэтому был осуществлен переход к использованию разностного критерия эффективности, например, к определению расчетного изменения прибыли при производстве одной тонны готовой стали под влиянием совместных изменений задающих и управляющих воздействий. В конечном счете, отыскиваются такие варианты изменений (приращений) входных и выходных величин объекта управления, при которых разностный (по приращениям) критерий эффективности

принимает условно-экстремальное значение (с выполнением необходимых ограничивающих условий).

Для исключения влияния на результаты моделирования динамично меняющихся цен на сырье и готовую продукцию в различные периоды работы комбината осуществлен переход к относительным единицам оценивания разностного критерия эффективности управляющих решений для условно-образцовых режимов. При этом вычислялось отношение абсолютного значения разностного критерия к его максимально возможному изменению, причем если в качестве критерия принимается разностный показатель прибыли, то плюсовое $(\delta Q)_{\max}$ соответствует максимально возможному увеличению прибыли за счет рациональных изменений управляющих и задающих воздействий; если же критерием служит разностный показатель себестоимости продукции, то минусовое $(\delta Q)_{\max}$ есть максимально возможное снижение себестоимости. Численное значение $(\delta Q)_{\max}$ оценивается для конкретных временных интервалов с учетом фактического денежного курса.

Конкретизируем соответствующий подход на примере разработки алгоритмов расчета нормативных показателей при производстве конвертерной стали на базе АСУ ТП технологического комплекса «конвертер – выпечная обработка».

Схема расчета предполагает выполнение следующих операций:

1. Анализ, после окончания каждой плавки стали, ее показателей и отбраковка аномальных плавки с проверкой выполнения ограничений на технологические переменные.
2. Распознавание принадлежности плавки стали к той или иной группе производственно-технических условий.
3. Определение условно-образцовых режимов в сопоставлении с фактически реализованной (натурной) плавкой, осуществляемое посредством поисковой оптимизации на основе пересчетного моделирования с вариацией определяющих факторов.
4. Уточнение разностного критерия эффективности, проверка его на значимость и запоминание в БД либо параметров фактически реализованных режимов анализируемой плавки стали, если критерий незначим, либо параметров условно-образцовых режимов плавки, если его значения существенно, в лучшую сторону, отличаются от порогового значения.
5. Корректировка базовых значений основных факторов, определяющих комплекс производственно-технических условий по запоминаемым параметрам плавки стали.
6. Средневзвешенный расчет по прошедшим плавкам стали (с учетом возможных корректировок фактически реализованных режимов) согласованных технических показателей работы конвертеров и агрегатов выпечной обработки металла (расходные коэффициенты, другие нормативные показатели и их предельно допустимые значения).
7. Адаптация технических показателей и ограничений по ним с учетом новых значений первичных величин или других расчетных показателей ТООУ.
8. Прогнозный выбор нормативов по техническим показателям для конкретных условий функционирования ТООУ.

Предлагаемый подход к расчету нормативных показателей представляется более перспективным по сравнению с традиционными способами их расчета, т.к. напрямую и в большей степени учитывает комплекс производственно-технических условий и динамику их изменения при производстве конвертерной стали.

Литература

1. Кошелев А.Е. Нормативные модели для оценки эффективности труда в сталеплавильном производстве. / В.И. Соловьев, А.Е. Кошелев./ Сталь. 1985. – № 10. – С. 78-81.
2. Турчанинов, Е.Б. Развитие автоматизированной системы конвертерной плавки стали с совместным определением задающих и управляющих воздействий.- Дис. канд.техн.наук – Новокузнецк, Сибирская Государственная Горно-Металлургическая Академия, 1997. – 145с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛАССА НЕЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ УПРАВЛЯЮЩИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ *

В.Г. Харитонов¹, Л.П. Мышляев, Е.И. Львова,
А.С. Белокрылова, В.В. Воробьев

¹Шахта «Заречная», СибГИУ

г. Новокузнецк

Современные возможности построения систем автоматизации управления позволяют охватывать все более сложные по структуре промышленные объекты, характеризующиеся наличием нелинейных координатных и параметрических взаимосвязей, распределенных управляющих воздействий, число которых превосходит число выходных воздействий, и оказывающих различное динамическое влияние на параметры, состояние и выходные переменные объекта.

Примеры таких объектов встречаются в различных областях промышленности. Например, наиболее ярким типопредставителем объектов с распределенными управлениями в металлургической промышленности является зона вторичного охлаждения (ЗВО) машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), основной целью которой является обеспечение необходимого теплового режима охлаждения слитка.

Своеобразие рассматриваемого объекта заключается в том, что изменение управляющих воздействий по предыдущим каналам регулирования оказывает влияние не только на изменение выходной величины объекта, но и на изменение коэффициентов передачи последующих каналов. Структура математической модели объекта может быть выбрана в виде

$$\dot{y}(t) = k_w \cdot w(t - t_0) + \sum_{j=1}^J k_j(t - t_j) \cdot u_j(t - t_j),$$
$$k_j(t) = a_{0j} + a_{1j} \cdot u_{j-1}(t - (t_{j-1} - t_j)),$$

где u_1, u_2, \dots, u_j – управляющие воздействия (расход воды в каждой из трех секций ЗВО и скорость вытягивания слитка); w – внешнее контролируемое воздействие (марка и начальная температура разливаемой стали); $\dot{y}(t)$ – рассчитанное по модели выходное воздействие объекта (температура слитка на выходе ЗВО); t_j – время чистого запаздывания; $k_j(t)$ – коэффициент влияния $u_j(t)$ на $y(t)$; a_{0j}, a_{1j}, k_w – постоянные коэффициенты (в частном случае может быть $k_w = 1$).

Примером такого класса объектов в угледобывающей промышленности являются шахтные вентиляционные сети (ШВС), представляющие собой систему соединенных подземных выработок шахты, обеспечивающих направленное движение воздуха для их проветривания и включающие в себя главные вентиляторы, вентиляционное сооружение, пути утечек воздуха [1]. ШВС – чрезвычайно сложный нелинейный объект с распределенными параметрами, со случайно изменяющимися во времени и пространстве внутренними и внешними возмущениями, значительно усложняющими его математическое описание.

Особенность объекта заключается в том, что изменение угла поворота регулирующего органа в предыдущей лаве влияет не только на изменение расхода воздуха, но и на изменение коэффициента передачи в последующих лавах. Поэтому структуру математической модели объекта по каналу «изменение угла поворота регулирующего органа – изменение расхода воздуха» можно представить в виде

* Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042.

$$\begin{cases} x_j(t) = w(t) + \sum_{j=1}^N k_j(t - \tau_j) \cdot u_{0j}(t - \tau_j), \\ k_j(t) = k_{0j} + a_j \cdot \sum_{l=1}^{j-1} u_{0l}(t - \tau_l) + b_j \cdot \sum_{m=j+1}^N u_{0m}(t - \tau_m). \end{cases}$$

где u_{0j} - угол поворота регулирующего органа в j -ой лаве, % хода; $j = \overline{1, N}$; t_j - время чистого запаздывания, сек; k_j - коэффициент передачи канала регулирования «изменение угла поворота регулирующего органа в j -ой лаве – изменение расхода воздуха», $(\text{м}^3/\text{сек}) \cdot \%$; a_j, b_j - настраиваемые коэффициенты модели; w_j - приведенное возмущение; x_j - расход воздуха на j -ую лаву, $\text{м}^3/\text{сек}$; $l = \overline{1, N}$; $m = \overline{2, N}$.

Также этот объект отличает еще и то, что изменения количества воздуха, подаваемого на участок, вызывают переходные газодинамические процессы, зачастую нежелательные, особенно при резком и значительном изменении расхода воздуха. Скачкообразные изменения количества воздуха нередко вызывают на первой стадии переходного процесса «всплески» концентрации метана, причем такого же знака, что и знак изменения расхода.

Математическую модель объекта управления по каналу «изменение расхода воздуха – изменение концентрации метана» можно представить в виде

$$\begin{cases} y(t) = y_B(t) - y_{\Pi}(t), \\ T_1 \frac{dy_{\Pi}(t)}{dt} + y_{\Pi}(t) = K_{IQ} \cdot x(t - t_1), \\ y_B(t) = \frac{dv_2(t)}{dt}, \\ T_2 \frac{dv_2(t)}{dt} + v_2(t) = v_1(t - t_2), \\ T_1 \frac{dv_1(t)}{dt} + v_1(t) = K_B \cdot x(t - t_1). \end{cases}$$

где y - концентрация метана на выходе объекта; y_{Π} - концентрация метана, обусловленная газовойделением в лаве; y_B - концентрация метана, обусловленная газовойделением в выработанном пространстве; K_{IQ}, T_1, t_1 - коэффициент передачи по каналу «изменение расхода воздуха – изменение концентрации метана», постоянная времени и время чистого запаздывания, обусловленные газовойделением в лаве; v_1, v_2 - промежуточные переменные; K_B, T_1, T_2, t_1, t_2 - коэффициент передачи, постоянные времени и времена запаздывания, обусловленные газовойделением в выработанном пространстве; x - расход воздуха на входе объекта.

Идентификация таких сложных объектов не укладывается в известные традиционные схемы, поскольку существующие способы идентификации путем регистрации данных нормального функционирования объекта, либо путем проведения экспериментов с нанесением тестирующих воздействий, применимы в основном для объектов, во-первых, вне контура управления и, во-вторых, задаваемых, как правило, линейной структурой модели. Поэтому особенность идентификации таких объектов заключается в объединении итеративно повторяющихся инженерных процедур формирования информативных исходных данных с планированием эксперимента специальным образом и их последовательной обработки.

Известный подход с составлением матрицы планирования эксперимента и решением полученной системы уравнений требует в данном случае проведения достаточно большого количества экспериментов, что для реальных действующих технологических объектов зачастую не только не приемлемо, но и может привести к чрезвычайным ситуациям для взрывоопасных производств.

В связи с этим разработан метод идентификации [2] объектов с распределенными управляющими воздействиями, сущность которого заключается в том, что сначала идентифицируют один из каналов регулирования, характеризующийся отсутствием параметрических связей и наименьшим запаздыванием, а затем - все остальные каналы. Для формирования исходных данных используют метод идентификации [3] с нанесением испытательных воздействий на прогнозируемые траектории рабочих режимов управления, а учет взаимосвязи каналов регулирования осуществляют путём расчетного исключения эффектов управляющих воздействий по каналам, математические модели которых уже известны.

Работоспособность предлагаемого метода идентификации доказана полученными результатами исследований, в ходе которых для зоны вторичного охлаждения МНЛЗ получены диапазоны изменения коэффициентов и времени запаздывания по трем секциям в зависимости от изменения скорости вытягивания слитка [4]. Использование результатов идентификации в системе автоматического регулирования ЗВО МНЛЗ позволило повысить точность регулирования примерно на 10%.

Для шахтной вентиляционной сети с использованием математической модели были построены переходные процессы, иллюстрирующие динамические свойства объекта, на основании которых была выявлена достаточно важная, с точки зрения безопасности, особенность: при резком изменении задания происходит такое же резкое изменение расхода воздуха во всех лавах, которые вызывают так называемые «всплески» концентрации метана на исходящей струе.

Литература

1. Рудничная вентиляция: Справочник/Н.Ф. Гращенков, А.Э. Петросян, М.А. Фролов и др.; Под ред. К.З. Ушакова. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1988,-440 с.
2. Способ идентификации распределенного объекта / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, В.И. Лебедев, А.Н. Колганов // Электронные средства и системы управления: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Томск: Изд. Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. - С. 177 - 180.
3. Идентификация объектов в системах управления / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, С.Ф. Киселев, С.Я Иванов // Изв. вузов. Чер. металлургия.- 2001.- № 12.- С. 32 - 35.
4. Мышляев Л.П. Идентификация каналов регулирования зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок / Л.П. Мышляев, Е.И. Львова, С.Л. Плотников // Электронные средства и системы управления: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 400-летию г. Томска. – Томск: Изд. Института оптики атмосферы СО РАН, 2004. - Часть 3. – С. 110 – 114.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИИ АГЛОМЕРАЦИОННО-ДОМЕННОГО КОМПЛЕКСА

Д.Х. Девятов, И.Е. Прохоров, Ю.В. Кочержинская

МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Анализ различных методов получения первичного железа и мировых тенденций их развития показывает сохранение высокой конкурентоспособности доменного процесса. Одним из направлений повышения технико-экономических показателей доменной плавки является стабилизация хода процесса на основе прогнозирования изменений и упреждающее (своевременное) регулирование.

Работа в условиях частой смены технологии агло-доменного комплекса, как правило, вызванной изменениями сырьевой базы, требует своевременных мер, обеспечивающих стабилизацию доменной плавки. При выборе решения могут использоваться как существующие алгоритмические экспертные системы, например [1], так и упреждающие расчеты на математической модели [2]. Недостатками использования детерминированных систем является их жесткая привязка (адаптация) к конкретным объектам, при этом в настоящее время не предвидится создание “универсальной” модели из-за резких отличий хода доменной плавки на различных печах даже в одинаковых сырьевых условиях. Одним из выходов может явиться разработка экспертных систем, с внедрением обучаемых нейросетевых моделей.

Применение нейросетевых моделей имеет ряд преимуществ:

1. Увеличение объема данных ведет к улучшению сходимости модели, делает её прогнозы более достоверными.
2. Имитационные модели, в основе которых лежат опытные данные позволяют предсказывать процессы, производить оптимизацию управления, принимать меры по снижению или исключению случаев нарушения технологии.
3. Нейронная сеть при правильном обучении становится нечувствительной к определённому уровню шума, чем превосходит математические модели.

Перцептроны достаточно примитивны для решения сложных задач, поэтому для реализации поставленной задачи более подходят мощные многослойные сети.

Для обучения нейросетевых моделей идеально подходят базы технологических показателей, накопленные за многие годы на металлургических предприятиях. Присутствие в них данных, собранных при работе не только в штатном режиме, но и в чрезвычайных ситуациях, даёт возможность при помощи обобщений оценить риск их повторения и принять упреждающие меры.

Выбор алгоритма обучения при той сложности, которую подразумевает моделирование агло-доменного производственного комплекса, является наиболее ответственным этапом работы. Каждый из существующих алгоритмов обладает своими положительными и отрицательными характеристиками. Кроме того, поскольку сеть работает “как человеческий мозг” в определенных случаях она также может ошибаться и необходимо предусмотреть такие ситуации, поскольку ошибка при внедрении на производстве может дорого стоить многим людям как в прямом, так и в переносном смысле.

Использование нейросетевых моделей не подразумевает полного отказа от существующих детерминированных систем, так как большинство математических моделей прекрасно адаптированы к локальным производственным процессам и хорошо прогнозируют некоторые ситуации. Представляется, что рационально использовать совместно как уже имеющийся опыт по работе с математическими моделями, так и нейросетевое моделирование. В частности, свойства конечных доменных шлаков не определяются лабораторно, в то же время они необходимы для управления доменной плавкой и позволяют прогнозировать содержание серы в чугуне. В этом случае целесообразно на основании известных предстоящих изменений состава железорудной шихты проводить расчет свойств шлаков по детерминированной модели, например [3], с последующим вводом результатов расчета в базы данных нейросетевых моделей.

При современном развитии технологии нейронных сетей нет возможности утверждать, что одна только нейросетевая модель может заменить существующие экспертные системы искусственного интеллекта, но, очевидно, при разработке мощной экспертной системы они могут играть ведущую роль, что совместно с разработанными математическими моделями позволит предоставить каждой из частей решать поставленные перед ними задачи наилучшим образом и обеспечить высокий уровень надёжности.

В масштабе агло-доменного комплекса на основе нейросетевых моделей совместно с математическими моделями и применением систем искусственного интеллекта, возможно формирование решений обеспечивающих сохранение стабильности доменной плавки и качества конечного продукта за счет подбора корректирующих воздействий.

Литература

1. Информационные системы в металлургии /Н.А. Спирин, Ю.В. Ипатов, В.И. Лобанов, В.А. Краснобаев, В.В. Лавров, В.Ю Рыболовлев, В.С. Швыдкий, С.А. Загайнов, О.П. Онорин. Учебник для вузов. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001.—617 с.
2. Дмитриев А.Н., Шаврин С.В. Разработка комплекса двумерных математических моделей доменного процесса // Математическое моделирование доменного процесса. Научные доклады Института металлургии УрО РАН, - Екатеринбург: Изд. УрО РАН, 1994. - С.3-5.
3. Методика расчета вязкости конечных доменных шлаков. Э.В. Дюльдина, Ю.В. Кочержинская, И.Е. Прохоров, М.А. Шерстобитов. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: 7-й Российский семинар. Тезисы докладов. Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2004. – С. 91-92.

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

В.Ю. Островлянчик, П.Г. Белоусов, В.А. Кубарев

СибГИУ, г. Новокузнецк

Шахтная подъемная установка (ШПУ) представляет собой достаточно сложный электромеханический комплекс, система технологической автоматики и защит (СТА и З) которого, является одной из самых сложных и содержит в себе элементы, которые, кроме того, например, имеются в системах управления электроприводами прокатных станов. Шахтные подъемные установки играют одну из важнейших ролей в обеспечении нормального функционирования шахты. Авария на подъемной установке часто приводит к нарушению рабочего процесса шахты и может быть причиной тяжелых несчастных случаев. Наиболее распространенными видами аварийных ситуаций на шахтных подъемных установках являются: подъем сосуда выше конечного положения (переподъем), а также жесткая посадка подъемного сосуда, которые происходят из-за превышения допустимой скорости движения сосуда, несвоевременного срабатывания системы технологической автоматики и защит (СТАиЗ), управляющей подъемной установкой, а также ошибок оператора ШПУ. И это неудивительно, так как большая часть подъемных установок находится в эксплуатации более двадцати лет [1], их системы выработали свой ресурс. Поэтому в настоящее время взят курс на модернизацию если не всего оборудования ШПУ, то его отдельных частей, таких как система автоматического регулирования, система технологической автоматики и защит и система сигнализации.

Современное состояние систем управления за последние 10-15 лет претерпело, коренные изменения в части элементной базы создаваемых систем. В настоящее время происходит переход от релейно-контактных схем и схем с жесткой логикой серий «И», «ИТ», на программируемые системы управления и регулирования, и системы технологической автоматики. В части же методов проектирования подобных систем, несмотря на то, что делаются попытки обобщить и систематизировать методы [2, стр. 7-11], коренных изменений не наблюдается. Поэтому системы логического управления часто создаются и выпускаются недостаточно проработанными с точки зрения системного подхода. При этом система логического управления электропривода шахтной подъемной установки, является более сложной системой, чем система автоматического регулирования скорости (САР), так как в задаче САР входит лишь поддержание постоянства выходной величины, а система логического управления является связующим звеном между всеми системами установки (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1 система логического управления посредством определенных параметров и сигналов («АВ» — аварийные сигналы, «ГТ» — сигналы готовности системы, «РОП» — сигнал отправления, «ПТ» — сигнал на снятие/наложение предохранительного тормоза, «РР» — режим работы), связана со всеми системами подъемной установки, являясь

её базой, поэтому разработке СЛУ должно уделяться не меньше внимания, чем разработке САР. В данной статье делается попытка показать методика исследования и синтеза СЛУ.

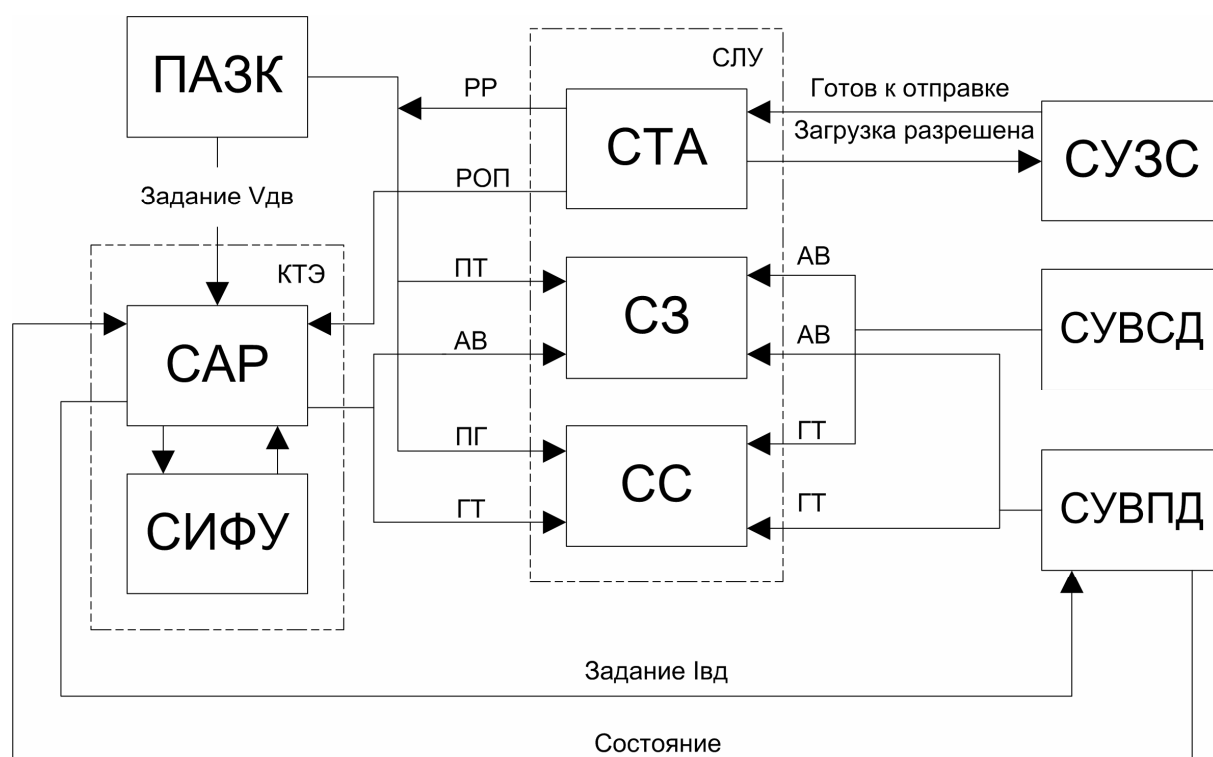


Рисунок 1 – Место СЛУ в системе управления электроприводом и её взаимосвязи

Систему управления электроприводом подъемной установки можно разбить на шесть асинхронно взаимодействующих систем (рисунок 1): 1. Системы логического управления (СЛУ), состоящей из: 1.1 Системы технологической автоматики (СТА); 1.2 Системы защит (СЗ); 1.3 Системы сигнализации (СС). 2. Программируемого аппарат задания контроля движения и технологических защит (ПАЗК). 3. Системы управления загрузкой скипа (СУЗС). 4. Комплектного тиристорного электропривода (КТЭ), включающего в себя: 4.1 Систему автоматического регулирования скорости, которая поддерживает постоянство скорости подъема сосуда (САР). 4.2 Систему импульсно-фазового управления (СИФУ.) 5. Системы возбуждения подъемного двигателя (СУВПД) 6. Системы управления возбуждением синхронного двигателя (СУВСД). Метод исследования СЛУ включает в себя следующие этапы [3, стр. 83]: 1. Производится функциональный анализ системы управления, целью которого является выделение отдельных функционально автономных блоков системы. 2. Составляется обобщенный граф работы каждой из подсистем. 3. Составляется детальный граф работы каждой из подсистем, характеризующий переходы подсистем из одного состояния в другое и сигналы событий, передаваемые от одной подсистемы другой. 4. На основе составленных графов и проведенного анализа определяется оптимальный граф. 5. На основе оптимизированного графа составляется математическое описание каждой подсистемы. 6. На основе математического описания, составляется код управляющей программы контроллера.

Ниже представлены графы функционирования основных логических подсистем системы управления подъемной установки. Точками обозначены состояния подсистем, сплошными линиями – переходы из состояния в состояние, пунктирными линиями – сигналы событий, передаваемые от одной подсистемы к другой.

Как видно из рисунка 2 в общем случае система технологической автоматики может находиться в четырех состояниях: 1. «Не готов» — Отсутствует аварийная ситуация, система работоспособна и ожидает команды на переход в режим «Готовность»; 2. «Готовность» — Система ожидает команду пуска машины для перехода в режим «Работа»; 3. «Работа» — Машина запущена, идет циклическое отслеживание состояния процесса «Подъем»;

4. «Авария» — зафиксирован критический сбой, происходит аварийное прерывание процесса «Подъем», цикл подъема сосуда прекращается, система ожидает вмешательства оператора.

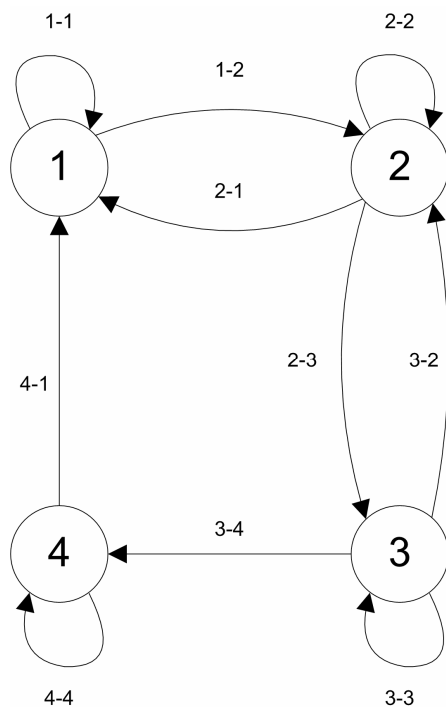


Рисунок 2 – Обобщенный граф работы ШПУ

После составления обобщенного графа работы всей системы в целом, определения ее состояний и параметров, воздействующих на переход из одного состояния в другое, составляются графы подсистем, которые в будущем преобразуются в отдельные функции управляющей программы.

Представим граф работы системы технологической автоматике, системы защит и системы сигнализации (рисунок 3).

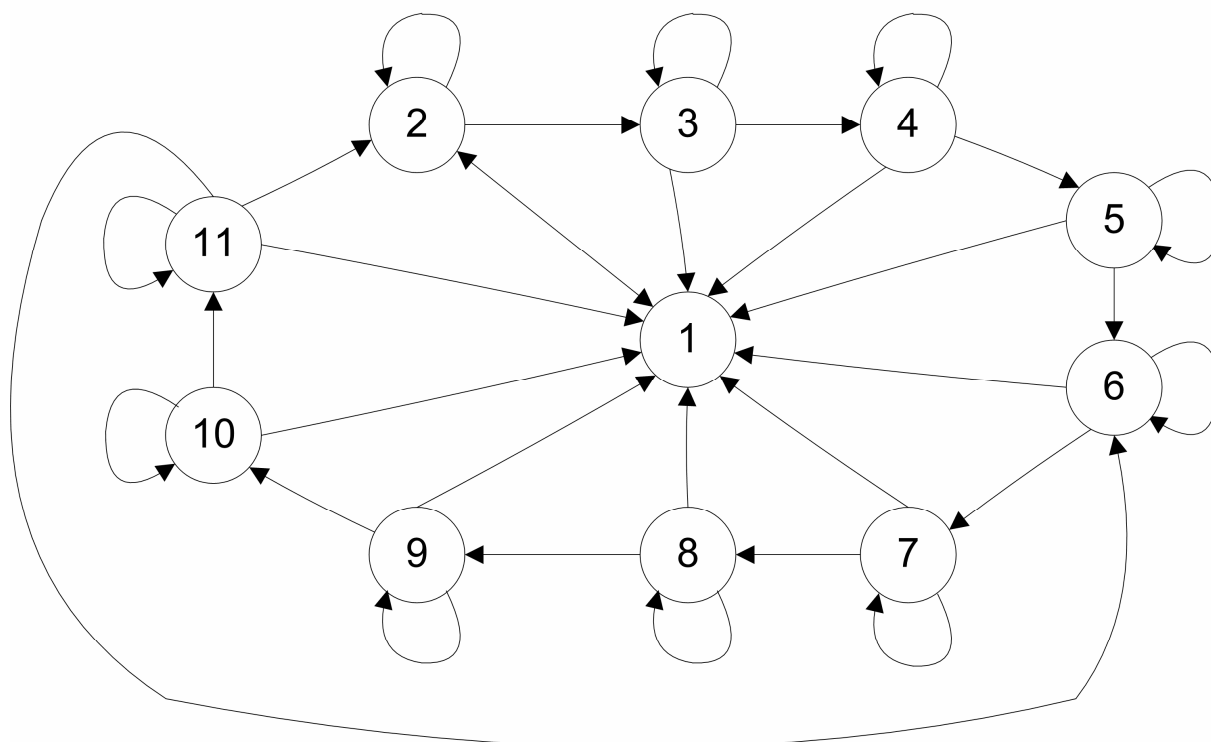


Рисунок 3 – Граф работы системы управления ШПУ

На рисунке 3 обозначены следующие состояния системы: 1. «Авария» — критический сбой. 2. «Не готов» — Ожидается включение ВАБ, масляных выключателей и цепи предохранительного торможения (ТП). 3. Проверка готовности систем автоматики 4. Включение ВАБ 5. Сбор цепи ТП; 6. Готовность к отправке. 7. Разрешение работы САР. 8. Ожидание тока растормаживания; 9. Растормаживание 10. Отслеживание параметров процесса «Подъем». 11. Разгрузка скипа — переход на узел 6.

Далее подобным же образом составляются графы всех оставшихся подсистем (СУЗС, СУВПД, СУВСД), на их основе составляется развернутый объединенный граф всей системы управления, производится оптимизация по используемым переменным и связям, составляется математическое описание.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование представлений процессов управления в виде графов и структур позволяет четко отслеживать топологию и структуру взаимодействия каждой подсистемы как части единой системы.

Литература

1. Ерофеев Г. С., Завгородний В. И. Проблемы безопасности шахтных подъемов Кузбасса [Текст]. // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях: Труды Третьей Всероссийской научно-практической конференции / Под. Ред. В. Ю. Островляничика, П. Н. Кунина, Новокузнецк, 2006 г. - 300 стр.

2. Шалыто А. А. SWITCH-технология. Алгоритмизация и программирование задач логического управления [Текст]. - СПб.: Наука. - 628 с.

3. Островляничик В. Ю., Кубарев В. А. Принципы построения систем логического управления технологическим процессом [Текст]. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды Пятой всероссийской научно-практической конференции. - Новокузнецк, 2005 г. — 480 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АГРЕГАТОВ И ПРОИЗВОДСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Е. Шендриков^{*}, С.П. Мочалов^{*}, В.В. Павлов^{}**

^{}СибГИУ, ^{**}ОАО «НКМК», г. Новокузнецк*

В настоящее время в условиях работы промышленных предприятий при ограничениях на материальные и энергетические ресурсы возникает необходимость реализации широкого спектра задач по мониторингу и оптимизации технологических и технико-экономических показателей работы агрегатов и производств. Для этого необходима разработка и внедрение соответствующих по функциональным возможностям информационных систем.

Целью создания и комплексного внедрения таких систем в металлургии и других отраслях промышленности является обеспечение режимов оптимального функционирования объектов и решение задач прогнозирования основных показателей.

Для достижения таких целей предлагается комплексно использовать технологическую, технико-экономическую информацию, а также возможности и технические средства математического моделирования и прогнозирования основных закономерностей поведения объектов.

Целесообразность данного подхода объясняется сложностью технологических процессов, необходимостью анализа больших потоков информации и важной ролью оперативного комплексного представления результатов для персонала, который осуществляет основные функции в технологических операциях, принятии решений при исследовании, управлении процессами, производствами и проектами.

Поэтому совместно с работой автоматизированных систем управления технологического (материального, рабочего) назначения должны функционировать,

связанные с ними автоматизированные системы информационного назначения, обеспечивающие реализацию задач мониторинга и оптимизации показателей работы агрегатов и производств. Особенно актуальным является применение таких систем при внедрении новых технических и технологических решений. Предлагаемая схема двухконтурного взаимодействия перечисленных систем представлена на рисунке 1.

Контур технологического управления включает в себя на низшем уровне комплекс технологических процессов с их АСУ ТП, управляемых и координируемых с помощью соответствующих систем управления производством, являющихся системами второго уровня. Замыкает цепочку третий уровень управления - система управления предприятием. Информация, поступающая на входы X и получаемая на выходах Y систем прозрачна и доступна системам вышестоящего уровня путем хранения в общезаводской информационной базе данных предприятия.

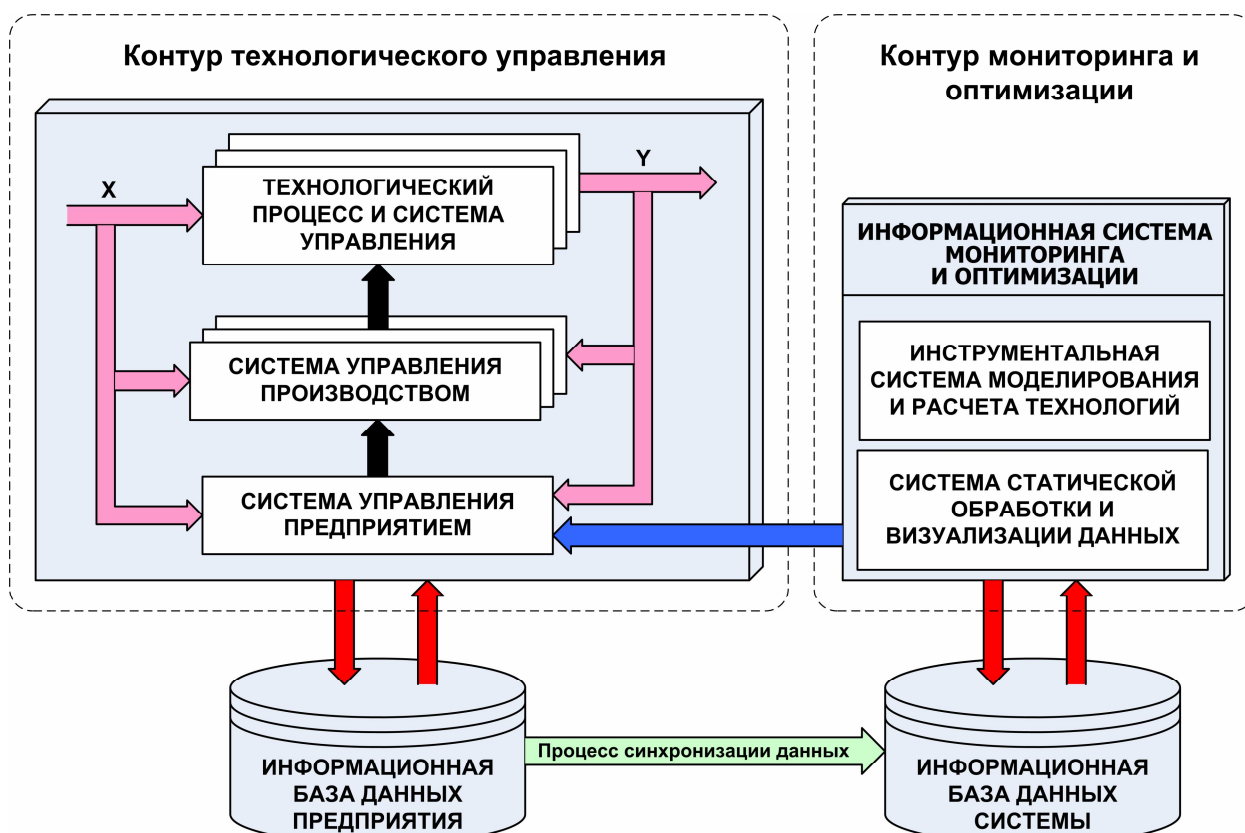


Рисунок 1 – Взаимосвязь технологического и информационного контуров управления

Поскольку применение информационных систем мониторинга и оптимизации показателей работы агрегатов и производств, применительно к металлургическим предприятиям, должно быть направлено на реализацию следующих задач:

1. Сквозной анализ и прогнозирование материальных и энергетических потоков, показателей работы агрегатов, цехов, производств и комбината в целом.
2. Расчет и анализ себестоимости, расходных коэффициентов и удельных энергетических по производству и основным технологическим агрегатам на необходимых интервалах времени.
3. Моделирование и определение причинно-следственных связей и закономерностей.
4. Согласование параметров и режимов технологических процессов и операций.
5. Оптимизация базовых технологических режимов.
6. Сокращение сроков освоения и потерь производства при применении новых технических и технологических разработок, смене сырья и сортамента марок стали,

то контур мониторинга и оптимизации представляет собой информационную систему, в основе которой выделены две основные подсистемы: система статистической обработки и визуализации данных и инструментальная система моделирования и расчета технологий.

Целевые критерии и задачи информационной системы мониторинга и оптимизации отражены на рисунке 2. Универсальность системы заключается в том, что она позволяет не только вести расчет, анализ и прогноз:

1. себестоимости, расходных коэффициентов, удельных энергетических затрат по производству и основным технологическим агрегатам;
2. материальных и энергетических потоков, показателей работы агрегатов, цехов, производств и комбината в целом;

но и помогать находить причинно-следственные связи и закономерности, а также повышать эффективность базовых технологических режимов на основе согласования параметров и операций технологических процессов путем их моделирования и оптимизации.

Обмен информацией между контуром технологического управления и контуром мониторинга и оптимизации осуществляется на основе механизмов синхронизации соответствующих баз данных.



Рисунок 2 – Целевые критерии и задачи создания системы

Базовые модули подсистемы статистической обработки и визуализации данных имеют функциональные назначения, сгруппированные по соответствующим модулям.

Модуль предварительной обработки данных необходим для формирования рабочей выборки данных в соответствии с заданными условиями, обработки пропущенных значений, корректировки выборки, исключения или добавления наблюдений, отбора подвыборки по задаваемым логическим условиям, генерации искусственных выборок, расчета основных статистических характеристик переменных и показателей.

Модуль символьной и графической визуализации данных обеспечивает вывод выборки в любой форме, получение информации о текущей выборке (объем, условия отбора,

имена переменных, номера переменных и наблюдений в выборке и их соответствие номерам в базе), построение гистограмм, диаграмм, корреляционных полей, временных рядов, совокупностей графиков и т.д., формирование выходных документов.

Модуль экспериментально-статистической обработки данных необходим для решения задач классификации, обнаружения закономерностей, многомерного анализа и обработки результатов исследований и текущих наблюдений.

Модуль планирования и обработки результатов экспериментов необходим для формирования и обработки результатов активных экспериментов, а также расчета и обработки процедур последовательного планирования.

Программная среда и инструменты системы моделирования и расчета технологий ориентированы на специалистов предметной области. Это достигается применением при создании следующих принципов и возможностей:

- обеспечение удобного взаимодействия с системой (описание, набор модели и задачи; наблюдение и управление процессом решения; изменение параметров и режимов работы);
- использование различных инструментов работы (численные методы, средства диалога и конструирования задач, различные формы отображения информации);
- обеспечение условий выполнения процедур решения задач (вычислительный эксперимент, идентификация, исследование особых свойств, нахождение оптимальных режимов);
- создание условий для хранения и манипулирования данными (технологическая информация, технико-экономические данные, результаты экспериментов) и знаниями (модели, задачи, методы, закономерности, оптимальные режимы).

Для анализа и расчета технологических процессов на уровне входных и выходных материальных и энергетических потоков используется методика и программное обеспечение, которое позволяет реализовать решение следующих задач:

- расчет материальных и тепловых балансов различных процессов;
- решение задач планирования производства на основе создаваемых в системе математических моделей;
- оценка предельных энергетических возможностей процессов;
- определение термодинамических границ существования и условий взаимодействия компонентов в агрегатах;
- выбор оптимального набора компонентов входного потока с целью разработки вариантов технологических схем переработки исходного сырья;
- оптимизация соотношений параметров в рамках заданного технологического набора компонентов входных потоков с целью получения требуемого состава готового продукта.

Общая схема последовательности и взаимосвязи этапов функционирования системы, видов решаемых задач и возможных получаемых при этом результатов представлена на рисунке 3.

Постановка и решение оптимизационных задач направлено на нахождение оптимальных значений различных критериев (себестоимость продукции; производительность агрегата, удельные и сквозные энергетические затраты; удельные расходы материалов и др.) при выполнении условий:

- на диапазоны изменения расходов и параметров компонентов входных и выходных потоков;
- соблюдение закона сохранения массы на уровне потоков, веществ и элементов;
- соблюдение закона сохранения энергии;
- выполнение ограничений на диапазоны изменения по остальным целевым критериям.



Рисунок 3 – Взаимосвязь этапов функционирования инструментальной системы

ФРАГМЕНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЙ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНЫМ ПРОЦЕССОМ

В.И. Вережкин, Е.Б. Турчанинов, А.Е. Турчанинов
ОАО «ЗСМК»

В соответствии с программой автоматизации сталеплавильного производства ОАО «ЗСМК» Инженерный центр комбината продолжает работу по модернизации АСУ конвертерной плавкой. Научную основу модернизированной системы составляет программно-фрагментальный подход к формированию управляющих воздействий. Актуальность, перспективность и методика программно-фрагментального управления кислородно-конвертерным процессом ранее рассматривалась в ряде работ, в том числе в публикациях [1, 4-5]. В частности, работа [1] посвящена стратифицированному структурному анализу программ управлений в пространстве типопредставителей. Как показывает практика, определенную трудность при разработке систем фрагментального управления представляет процесс структуризации программных фрагментов, как на стадии анализа фактически реализованных управлений, так и на стадии синтеза рациональных вариантов таких фрагментов.

Анализ и синтез требует знания логической обусловленности, связи между отдельными типопредставителями (ТП), из которых и состоит каждый программный фрагмент. Связь отражает логическую целесообразность и физико-химическую предопределенность таких временных многомерных последовательностей управлений. Например, в случае необходимости по ходу плавки известь в конвертер подается не одной дозой, а разбивается на ряд небольших порций. В частности, это позволяет предотвратить переохлаждение плавки с провоцированием последующих выбросов газо-шлако-металлической эмульсии. За время плавки обычно реализуется несколько подобных программных фрагментов. Причем отдельные программные фрагменты управления (в том числе, по извести) зачастую оказываются связанными между собой единым сценарием.

В ходе разработки системы программного управления выделено два вида программных фрагментов управлений. Общий фрагмент состоит из некоторого количества,

выполняющих определенную относительно самостоятельную функцию, более мелких программно-фрагментальных составляющих. Иначе говоря, нужно структурировать общий программный фрагмент (ОПФ) не по элементам ТП, а по элементарным программным фрагментам (ЭПФ).

Последний представляет собой некоторый базовый вариант программного фрагмента (ПФ), адаптированный к конкретным условиям как данного, так и прогнозируемого состояния. То есть, n -й базовый фрагмент, приведенный к условиям всего периода его реализации. Причем период может начинаться при одних условиях, а продолжиться при других. Следует отметить, что если влияние условий нелинейно, то и само приведение может быть неоднозначным.

Кроме того, следует учитывать, что само начальное условие может проявляться не только в самом начале кислородно-конвертерного процесса, но и в течение определенного времени его протекания. Таким образом, оно может выполнять функцию переменного краевого условия.

Для того, чтобы принять правильное управляющее решение, необходимо предварительно определиться с тем периодом времени, на который имеет смысл, в условиях данной системы, прогнозировать ее состояние. Именно, исходя из этого периода времени, в системе управления с прогнозированием имеет смысл выстраивать свою тактику управления. В первом приближении такой период времени можно определить, исходя из инерционности каналов регулирования, эффективной длительности переходных процессов по отдельным каналам. Однако ЭПФ может включать в себя управления не по одному, а по нескольким каналам регулирования. Таким образом, время завершения переходного процесса на выходе объекта будет определяться временем эффективного завершения переходных процессов от управлений по, содержащемуся в ЭПФ, наиболее инерционному каналу.

При подобном подходе учитывается первичный эффект управления. Можно предположить, что для нелинейных объектов, обладающих свойством самоорганизации, определенные виды ЭПФ могут вызывать последующие (вторичные, третичные и т.д.) эффекты, связанные с возбуждением объекта, провоцированием его на дальнейшее изменение своего состояния. Время действия и эффект от таких последствий может многократно превышать длительность переходного процесса и численные оценки первоначального эффекта. Одна из причин такого явления заключается в многозвенности последствий. Одни процессы последовательно инициируют протекание других.

Дополнительную трудность структуризации программ управлений кислородно-конвертерной плавки в программном элементарно-фрагментальном базисе (ЭФБ) несут проявления существенной нелинейности между элементарными программными фрагментами. Взаимосвязь ЭПФ зависит от условий наложения либо следования их друг за другом. При этом структура и параметры одного элементарного программного фрагмента оказывают влияние на вид и сдвиг по времени реализации соседнего или параллельно действующего на объект ЭПФ.

На конвертерный процесс влияют различные начальные условия: горячее, нормальное или холодное начало, наличие подогрева плавки, наличие «болота», состояние фурмы, состояние футеровки и др. Сценарием развития этих условий является, например, динамика поведения конвертерной ванны. Так, в целом, если на ближайшей предыстории наблюдались выбросы (переливы) газо-шлако-металлической эмульсии, то естественно ожидать остаточное переокисление ванны. Как результат – ее повышенная чувствительность к даже небольшим управлениям, увеличивающим скорость окисления расплава. В этом случае нелинейность процесса проявляется в понижении устойчивости системы управления в направлении, способствующем дальнейшему окислению ванны.

Если на ближайшей предыстории наблюдалось сворачивание шлака и выносы (выплески) жидкого металла, то, в целом, чувствительность объекта к управлениям, способствующим увеличению скорости окисления расплава, падает.

Приведенные типовые организационно-технологические ситуации дополняются множеством условий развития процесса. Так при холодном начале плавки, провоцируемом

низким химическим теплом чугуна, кремния и марганца в садке недостаточно. В первый период плавки экзотермические реакции их окисления не дают достаточного количества тепла. Из общего количества необходимого на плавку тепла, на первый период приходится меньший процент. Как следствие снижения массовой скорости окисления кремния растет доля кислорода, запасаемого газо-шлако-металлической эмульсией. Ее чувствительность к управлениям, увеличивающим скорость окисления расплава, дополнительно возрастает. Эти особенности поведения кислородно-конвертерного процесса достаточно хорошо изучены [2, 3].

Распознавание ЭПФ можно производить различными процедурами. Хорошие результаты обеспечиваются при использовании автоматизированной процедуры классификации следующего вида.

Формирование базы знаний:

1) проанализировать действия оперативного управленческого персонала, и, прежде всего, машинистов дистрибутора по управлению выплавкой стали в кислородных конвертерах. С использованием опытных экспертов выделить ЭПФ и сформировать перечни признаков динамических ОТС;

2) составить базу знаний в виде таблицы соответствий «Признаки динамической ОТС – Класс ОТС – ЭПФ».

Анализ временной последовательности ЭПФ:

1) по предыстории описать траектории изменения во времени полного перечня необходимых информативных признаков динамической ОТС;

2) спрогнозировать траектории изменения во времени предписаний: условий, заданий, ограничений, связей;

3) по спрогнозированным траекториям изменения во времени предписаний оценить траектории изменения во времени информативных признаков динамической ОТС. Дополнить этими траекториями кривые по п.1;

4) на кривых изменения во времени информативных признаков динамической ОТС по п.3 в оконном режиме в направлении оси времени производить идентификацию класса последовательностей ОТС. При идентификации полезно использовать масштабные преобразования и формальные представления в базе Шаудера [4, 5].

В результате формируется некоторый временной ряд динамических ОТС. В идеале каждая ОТС «привязана» к определенному моменту времени и отнесена к конкретному классу. Каждому классу ОТС поставлен в соответствие типовой программный фрагмент. Предпосылкой такого метода классификации является непересекаемость подмножеств ОТС, соответствующих разным классам.

К сожалению, реальность такова, что один и тот же элементарный программный фрагмент может использоваться для разных классов ОТС. И, наоборот, для одного и того же класса могут применяться различные ЭПФ. То есть, подмножества пересекаются! Этот факт усложняет как классификацию ОТС и ЭПФ, так и использование построенного классификатора. Исчезает столь удобный в силу простоты процедурный детерминизм. В то же время, решение достаточно просто находится с использованием детерминированно-статистического метода классификации.

Разработан алгоритм распознавания классов в зоне их пересечения. В ней с целью расширения списка информативных признаков факторным анализом исследуются статистические связи контролируемых факторов с данным типом ОТС и ЭПФ. При наличии значимой связи, выявленные дополнительные факторы включаются в состав признаков ОТС. При пониженной значимости коэффициентов модели проводится вторая фаза эксперимента на математической модели. Если эта и последующие фазы не дают положительного результата, то в рамках фиксированного окна предыстории при одной и той же ОТС предпочтение отдается тому ЭПФ, частота использования которого оказалась выше. Размеры окна устанавливаются экспертным опросом.

Учитывая структурно различный характер программ управления, построение их классификатора на вероятностной основе не имеет смысла. Основное внимание было

уделено эвристическим и вариационным алгоритмам автоматической классификации. Основу первых составляют интуитивные соображения выделения изолированных групп точек. В нашем случае – это, прежде всего, некоторые структурно-типологические образы поведения временной последовательности. Более точные постановки задачи автоматической классификации связаны со второй группой алгоритмов. Их основу составляет поиск экстремума некоторого функционала, зависящего от разделения исходного множества точек на компактные группы.

При идентификации в качестве базового метода классификации использовали кластер-анализ, то есть автоматической классификации без учителя. Алгоритм распознавания подробно описан в работе [6].

Основным методом борьбы с условным характером элементарных программных фрагментов является использование их мелкого дробления на классы и группы классов. В то же время, исследование взаимовлияния ЭПФ в программных реализациях управлений позволило выделить ряд комплексов, состоящих из нескольких относительно тесно связанных ЭПФ. Это дало возможность учесть при назначении управлений конвертерной плавкой стали наиболее значимые и сложные нелинейности взаимовлияния ЭПФ. Такой подход позволяет решить вопросы, связанные с нарушением аддитивности при структуризации программ управления кислородно-конвертерным процессом.

Литература

1. Турчанинов, А.Е. Стратифицированный структурный анализ программ управлений в пространстве типопредставителей [Текст] / А.Е. Турчанинов // Сб. трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии», посвященной 25-летию кафедры «Информационные технологии в металлургии». – Новокузнецк: СибГИУ, 2006. – С. 354-358.

2. Чернятевич, А.Г. О механизме образования выбросов из кислородного конвертера с верхней продувкой [Текст] / А.Г. Чернятевич, Е.Я. Зарвин, Ю.Н. Борисов, М.И. Волович // Известия вузов. Черная металлургия. – Новокузнецк, 1976. – № 10. – С. 54-59.

3. Кудрин, В.А. Теория и технология производства стали [Текст]: учебник для вузов. – М.: Мир ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528с.

4. Ананян, М.А. Генераторы функций в технике цифровой связи [Текст] / М.А. Ананян. – М.: Связь, 1976. – 56с.

5. Веревкин, В.И. Детерминированное структурно-параметрическое представление программ управления в функциональном базисе [Текст] / В.И. Веревкин, А.Е. Турчанинов, А.Г. Падалко // Сб. трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии», посвященной 25-летию кафедры «Информационные технологии в металлургии». – Новокузнецк: СибГИУ, 2006. – С. 305-309.

6. Веревкин, В.И., Прецедентный метод формирования корректирующих программных фрагментов для кислородно-конвертерного процесса [Текст] / В.И. Веревкин, А.Е. Турчанинов, С.В. Веревкин. // Сб. научных трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Современная металлургия начала нового тысячелетия», Часть 5. – Липецк: ЛГТУ, 2006. – С. 34-39.

ИМИТАЦИЯ ПРЯМОГО И КОСВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

А.Ш. Любанова, Л.И. Гришина, О.А. Толстых
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

На сегодняшний день одним из самых актуальных направлений исследований является создание энергосберегающих технологий. Проблеме энергосбережения посвящено множество разработок.

Одними из самых энергоемких потребителей и преобразователей энергии являются

электроприводы, широко используемые во всех отраслях народного хозяйства. В связи с этим вопросы повышения эффективности их работы имеют особенно большое практическое значение. Оптимизация управления электроприводами переменного тока позволяет снижать потери электроэнергии при работе двигателя. Это подтверждает актуальность изучения таких задач и создания программного обеспечения для их решения.

Целью настоящей работы является разработка алгоритмов и создание программных приложений, имитирующих прямое и косвенное векторное управление асинхронным двигателем в условиях квазиустановившегося режима.

Математическая модель управления асинхронным двигателем представляет собой задачу минимизации потерь электроэнергии, выражаемых функционалом

$$P = \int_0^T \left(m |\bar{I}_a|^2 r_0 + m \Delta U_{\text{ш}} |\bar{I}_a| \right) dt \rightarrow \min, \quad (1)$$

при условиях

$$\begin{cases} u_{1x} = R_1 (i_{1x} + T_{1x} \frac{di_{1x}}{dt}) \\ u_{1y} = R_1 (i_{1y} + T_{1y} \frac{di_{1y}}{dt}) \end{cases}, \quad (2)$$

$$i_{1x}|_{t=0} = i_1^0, \quad i_{1y}|_{t=0} = i_2^0, \quad (3)$$

$$\bar{I}_1 \equiv (i_{1x}, i_{1y}) = T \cdot \bar{I}_a, \quad (4)$$

$$i_{1x} \geq 0, \quad i_{1y} \geq 0, \quad u_{1x} \geq 0, \quad u_{1y} \geq 0. \quad (5)$$

где $\bar{I}_a = (I_\alpha, I_\beta, I_\gamma)$, m - масса установки, r_0 - активное сопротивление фазы обмотки при расчетной температуре, $\Delta U_{\text{ш}}$ - падение напряжения в скользящем контакте, \bar{I}_a - вектор силы тока, u_{1x} , u_{1y} - составляющие напряжения управления, T_{1x} , T_{1y} - постоянные времени, i_{1x} , i_{1y} - составляющие вектора тока статора \bar{I}_1 , T - матрица преобразования трехфазной в двухфазную систему.

В квазиустановившемся режиме скорость вращения поля статора ω постоянна. Следовательно, $\frac{d\omega}{dt} = 0$ и согласно уравнению равновесия

$$\bar{M}_d - \bar{M}_c = J \frac{d\omega}{dt}, \quad t \in (0; T),$$

момент двигателя \bar{M}_d равен моменту сопротивления \bar{M}_c , т. е.

$$\bar{M}_d = \bar{M}_c. \quad (6)$$

Момент двигателя пропорционален векторному произведению магнитного потока $\bar{\Phi}$ на вектор силы тока \bar{I}_a , а именно:

$$\bar{M}_d = K \cdot (\bar{I}_a \times \bar{\Phi}), \quad (7)$$

где K - коэффициент трансформации ЭДС. Тогда в силу (6)

$$|\bar{I}_a| = \frac{|\bar{M}_c|}{K \cdot |\bar{\Phi}| \cdot \sin(\bar{I}_a, \bar{\Phi})}. \quad (8)$$

Потери в щеточных контактах

$$\int_0^T m \Delta U_{\text{ш}} |\bar{I}_a| dt$$

незначительны и постоянны, поэтому главной задачей является оптимизация потерь в обмотках, т. е. задача минимизации функционала

$$P_1 = \int_0^T m |\bar{I}_a|^2 r_0 dt.$$

Подставляя выражение (8) для вектора силы тока в функционал потерь P_1 , получим

$$P = \int_0^T \left(\frac{mr_0 |\bar{M}_c|^2}{K \cdot |\bar{\Phi}|^2 \sin^2(\bar{I}_a, \bar{\Phi})} \right) dt.$$

Поскольку все величины, входящие в функционал P_1 , кроме $\sin(\bar{I}_a, \bar{\Phi})$, известны, из выведенных соотношений видно, что минимум потерь достигается при такой стратегии управления, при которой в каждый момент времени

$$\sin(\bar{I}_a, \bar{\Phi}) = 1. \quad (9)$$

В этом случае электромагнитный момент будет максимальным.

Таким образом, задача выработки оптимальной стратегии сводится к задаче управления (2) – (5), (9), которая заключается в $U = (u_{1x}, u_{1y})$ поддерживающих электромагнитный момент на максимальном уровне, т.е. при условии (9).

Для расчета управляющих воздействий были использованы известные схемы прямого и косвенного векторного управления из [1]. На основе данной математической модели и схем прямого и косвенного управлений были созданы компьютерные имитаторы прямого и косвенного векторного управления асинхронным электродвигателем.

Расчет управляющих воздействий в случае прямого векторного управления осуществляется следующим образом: по значению нагрузки, определяемой моментом сопротивления, рассчитывается действующее значение силы тока при постоянном магнитном потоке. Это значение раскладывается на составляющие вектора силы тока, по которым осуществляется расчет управляющих воздействий, поддерживающих электромагнитный момент на максимальном уровне и тем самым обеспечивающих минимальные потери электроэнергии.

Имитация нагрузки осуществляется с учетом (6) и того факта, что для устойчивой работы двигателя ее значение не должно превышать номинального момента:

$$\bar{M}_c(t) \equiv K(t) \cdot \bar{\omega}(t) \leq M_{\text{ном}},$$

где $K(t)$ - нагрузочный коэффициент, $\bar{\omega}(t)$ - вектор скорости вращения поля статора, $M_{\text{ном}}$ - номинальный момент двигателя.

Для расчета управляющих воздействий определяется значение действующего тока из соотношения (8):

$$|\bar{I}_a| = \frac{|\bar{M}_c|}{K \cdot |\bar{\Phi}|}.$$

Полученное значение разлагается на составляющие по формулам

$$\begin{aligned} I_a &= |\bar{I}_m| \cdot \sin \omega \cdot t = \sqrt{2} \cdot |\bar{I}_a| \cdot \sin \omega \cdot t, \\ I_b &= |\bar{I}_m| \cdot \sin(\omega \cdot t + 120^\circ) = \sqrt{2} \cdot |\bar{I}_a| \cdot \sin(\omega \cdot t + 120^\circ), \\ I_c &= |\bar{I}_m| \cdot \sin(\omega \cdot t + 240^\circ) = \sqrt{2} \cdot |\bar{I}_a| \cdot \sin(\omega \cdot t + 240^\circ). \end{aligned}$$

Схема прямого векторного управления трехфазным асинхронным двигателем предусматривает преобразование переменных и формирование управляющих сигналов в направлении от выходных переменных двигателя к переменным системы управления и их воздействию на преобразователь частоты. При этом величина магнитного потока $|\overline{\Phi}|$ измеряется с помощью встроенных вблизи воздушного зазора двигателя датчиков Холла, которые расположены на ортогональных осях эквивалентного двухфазного двигателя.

При косвенном векторном управлении отсутствуют регуляторы тока, скорости и момента. Обратная связь в электроприводе осуществляется через электрический угол поворота j_1 вектора потокосцепления (магнитного потока).

Скорость ротора асинхронного двигателя в схеме косвенного векторного управления не измеряется, а вычисляется на основе модели. Получается так называемая «бездатчиковая» система векторного управления, в которой отсутствуют машинные датчики, и вся информация, необходимая для функционирования системы, обеспечивается электрическими датчиками, измеряющими мгновенные значения напряжений и токов в выходных фазах преобразователя частоты.

В отличие от прямого управления здесь имитация нагрузки осуществляется за счет изменения нагрузочного коэффициента $K(t)$ при постоянной скорости вращения поля статора:

$$\omega_{\text{НОМ}} = \frac{2\pi \cdot n_{\text{НОМ}}}{60}.$$

По номинальной скорости вращения рассчитывается номинальное значение электромагнитного момента:

$$M_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{НОМ}}}.$$

Затем также как при прямом управлении, в силу (6) нагрузка задается из условия

$$M_c \equiv K(t) \cdot \omega_{\text{НОМ}} \leq M_{\text{НОМ}}.$$

По значению номинального момента определяется величина магнитного потока:

$$|\overline{\Phi}| = \frac{M_{\text{НОМ}}}{I_{\text{НОМ}}}.$$

Далее с помощью полученных значений величины магнитного потока и момента сопротивления по схеме косвенного векторного управления [1] находятся управляющие напряжения, обеспечивающие соблюдение условия (6). Расчет управляющих воздействий производится в предположении, что $\overline{\Phi} \equiv \overline{U}$, где \overline{U} - вектор напряжений. Имитация нагрузки во времени происходит за счет изменения нагрузочного коэффициента $K(t)$.

Тестирование имитаторов проводилось на характеристиках двигателя 4A280S6, который используется для работы бурового станка. Зависимость скорости вращения от нагрузки (момента) предполагалась линейной, что отвечает реальному изменению скорости бурового станка. Результаты численного эксперимента представлены на рисунке 1. Сравнение имитации зависимостей амплитуды напряжения от времени и потерь электроэнергии от тока с графиками реальных закономерностей показало их полное соответствие друг другу.

Программы-имитаторы векторного управления асинхронным электродвигателем планируется использовать для курсового и дипломного проектирования по специальностям электротехнического и металлургического профиля, а также для моделирования работы промышленного электродвигателя.

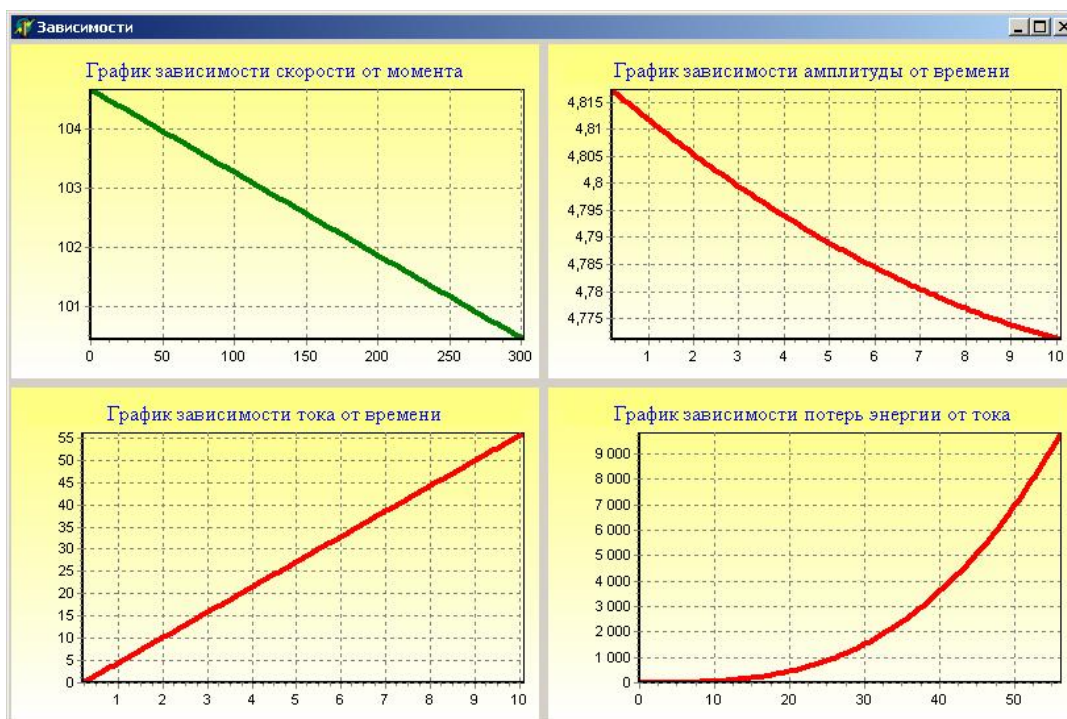


Рисунок 1 – Графики основных зависимостей
Литература

1. Фигаро Б.И. Теория электропривода [Текст]: учебное пособие / Б.И. Фигаро, Л.Б. Павлячик – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2004. 527с.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ МЕТАЛЛОГРАФИИ

А.Ш. Любанова, Л.А. Меломед, А.А. Шведова
Сибирский федеральный университет, Красноярск

Одной из важных проблем, возникающих при решении различных технологических задач, является количественная оценка геометрических параметров графических объектов. Современные технологии решения таких задач опираются на методы теории вероятностей, регрессионного анализа, теории распознавания образов, методы интерполяции.

Целью данной работы является разработка информационной системы для решения задач определения среднего размера микрочастиц сплавов и удельной поверхности раздела между фазами в многофазных сплавах с неориентированной структурой.

Методы количественной оценки микростроения металлов и сплавов получили значительное распространение в металлографической практике, что объясняет актуальность и целесообразность поставленной задачи.

В простых металлах или в однофазных сплавах микрочастицы одного и того же состава и внутреннего строения, непосредственно соприкасаясь гранями, заполняют рассматриваемый объем металла полностью. Если число структурных составляющих равно двум и более, микрочастицы одной из них, полностью разобщенные или частично соприкасающиеся (при этом образуются общие грани), более или менее равномерно распределены в объеме сплава.

Форма микрочастиц весьма разнообразна: они могут быть довольно простыми и геометрически правильными (шары, кубы, цилиндрические стержни и т. п.), но в то же время могут встречаться микрочастицы чрезвычайно сложных пространственных очертаний (например, друзы графитовых пластинок в сером чугуна). Размеры и число микрочастиц каждой структурной составляющей колеблются в весьма широком диапазоне. Так число

микрочастиц в 1 мм^3 сплава может составлять от долей одной микрочастицы до десятков миллионов.

Все многообразие форм, размеров, числа, расположения и ориентации микрочастиц качественно и количественно отражается на плоскостной микроструктуре, которую можно рассматривать как разрез пространственной структуры. Иногда для получения правильного представления о пространственном строении необходимо рассмотреть не одно, а несколько плоских сечений, различно ориентированных в пространстве. В отдельных случаях только построение моделей микрочастиц методом многократных переполировок и фотографирования позволяет выявить истинную пространственную форму микрочастиц данного типа.

В настоящее время для получения изображений шлифа активно используются компьютерные технологии, которые позволяют преобразовывать изображения в растровые файлы. Их обработка для решения задач металлографии требует создания соответствующих программных средств, что объясняет актуальность и целесообразность поставленной задачи.

При компьютерной обработке изображений возникает ряд проблем, связанных с особенностями растровой графики и спецификой задач металлографии. Прежде всего, следует отметить, что использование изображения шлифа, полученного непосредственно с микроскопа, неэффективно при нахождении геометрических параметров из-за размытости границ и цветовой неоднородности графических объектов. Эта проблема решается путем преобразования исходных изображений в черно-белые растровые файлы (рисунок 1). Во всех существующих программных средствах функция преобразования растровых файлов в черно-белые изображения реализуется с помощью вероятностных методов распознавания границ графических объектов. Следовательно, геометрические параметры фигуры на черно-белом изображении являются статистическими оценками соответствующих геометрических параметров исходного графического объекта.

Кроме того, микроскопическая структура представляет собой практически бесконечное множество однотипных микрочастиц и их структурных элементов. Однако в объеме исследуемого металла едва ли найдутся хотя бы две микрочастицы, полностью тождественные по форме и размерам. Линейные размеры, площадь поверхности, объем микрочастицы являются случайными. Поэтому можно говорить только об использовании статистически средних величин геометрических параметров.

Еще одна трудность связана с точечной структурой растрового изображения. Диаметр, периметр и прочие геометрические параметры графического объекта в этом случае вычисляются только приближенно, что может приводить к существенной систематической погрешности полученных величин.

Таким образом, микроскопическая структура, представляющая практически бесконечное множество однотипных микрочастиц и их структурных элементов представляет собой чрезвычайно благоприятный объект для применения к нему статистических методов расчета количественных параметров графических объектов и анализа надежности полученных статистических оценок.

В данной работе использованы два метода С. А. Салтыкова [1], а именно: метод случайных секущих для измерения абсолютной удельной поверхности и связанный с ним метод обратных диаметров для определения количества микрочастиц. Метод случайных секущих является математически строгим, выведенным без каких-либо произвольных допущений и ограничений о форме, расположении и ориентации поверхностей в пространстве. Он является универсальным и позволяет с достаточной точностью определять суммарную площадь поверхностей зерен и по измерениям, проводимым на плоском сечении (на поверхности шлифа).

Эти методы предполагают построение на плоскости изображения шлифа системы секущих линий. Границы микрочастиц образуют систему измеряемых линий. Обязательным условием применимости данного метода является то, что из двух систем линий – измеряемой системы линий и системы секущих линий – по крайней мере, одна должна быть изометрической, то есть неориентированной. Это обеспечивает равную вероятность всех

возможных значений угла встречи секущей с линией измеряемой системы. Поскольку границы шаровидных микрочастиц образуют изометрическую систему линий, в качестве секущих была выбрана система взаимно параллельных линий, отстоящих друг от друга на равном расстоянии.

На основе созданного алгоритма были созданы программные приложения для решения поставленных задач, позволяющие преобразовывать исходный файл в черно-белое изображение, производить очистку изображения от шумов, все необходимые расчеты, а так же создавать архивы результатов численных расчетов. На основе полученных данных пользователь может формировать отчет, содержащий информацию, хранящуюся в архиве по данному образцу.

Литература

1. Салтыков С.А. Стереометрическая металлография. М.: Metallurgia, 1970.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИБЫЛЬНОСТИ КАПИТАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.И. Мусатова, Л.Г. Валишевская

СибГИУ, г. Новокузнецк

Одной из важнейших задач оптимизации финансово-хозяйственной деятельности предприятия является эффективное функционирование его производственной системы (ПС), которая обеспечивается совокупностью взаимосвязанных технических, технологических, материальных, кадровых и финансовых ресурсов для своевременного выпуска, реализации продукции и получения максимальной прибыли.

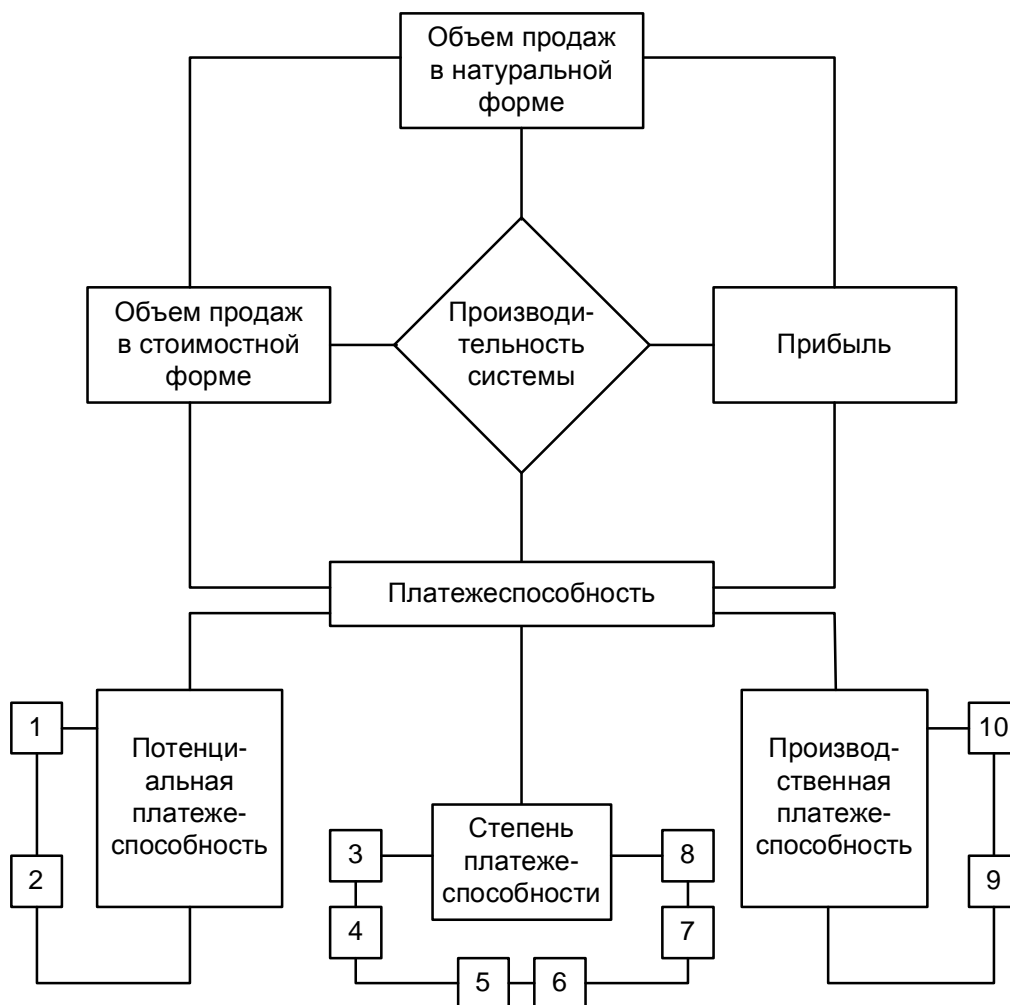
Производительность ПС является одним из главных показателей при определении объема продаж в натуральной форме (объема производства) и стоимостной форме (выручки). Выручка зависит от основных факторов:

$$V = f(P, k_{\text{тр}}, \Phi В, Ц),$$

где P - производительность ПС; $k_{\text{тр}}$ - коэффициент трудности продукции; $\Phi В$ — фонд времени работы ПС; $Ц$ - рыночная цена продукции.

Производительность ПС связана (через объем производства) с такими показателями, как производительность труда, себестоимость, прибыль и рентабельность. Производительность ПС изменяется в зависимости от сортамента выпускаемой продукции, от возникающих производственных ситуаций, связанных с технологией, техникой, качеством сырья и материалов, с маршрутами материальных потоков, с количеством работающего оборудования на каждом участке. Поэтому при планировании необходимо их учитывать, причем, в каждой ситуации возможны варианты ее реализации. Характерные факторы и взаимосвязи между производительностью и финансовыми показателями работы ПС показаны на схеме (рисунок).

Из рисунка видно, что производительность ПС оказывает влияние не только на технико-экономические показатели, но и на финансовую устойчивость, ликвидность, платежеспособность и оборачиваемость (деловую активность) предприятия, которые оцениваются следующими показателями: коэффициентами задолженности, автономии, обеспеченности собственными и оборотными средствами, внутреннего долга; степенью платежеспособности; рентабельностью (оборотного капитала и продаж). На степень платежеспособности оказывают влияние задолженности по кредитам банков и займов, других организаций, по фискальной системе и внутреннему долгу, которые определяются через коэффициенты, соответствующие вышеперечисленным видам задолженности (рисунок, блоки 4,...7).



1 – ликвидность активов; 2 – ликвидность предприятия; 3 – степень платежеспособности;
 4 – коэффициент задолженности по кредитам банков и займов; 5 – коэффициент задолженности другим организациям; 6 – коэффициент задолженности фискальной системе;
 7 – коэффициент внутреннего долга; 8 - степень платежеспособности по текущим обязательствам; 9 – коммерческая маржа; 10 – коэффициент трансформации

Рисунок – Взаимосвязи производительности ПС с результатами финансово-хозяйственной деятельности

В стремлении к успехам промышленным предприятиям приходится решать дилемму финансового менеджмента: рентабельность или ликвидность? В попытках совместить динамичное развитие с наличием достаточного уровня денежных средств и высокой платежеспособностью зачастую приходится «жертвовать» либо одним, либо другим. Дело в том, что ликвидные затруднения могут свидетельствовать не о платежеспособности, а динамичном развитии предприятия, о бурном наращивании объема производства и продаж, о быстром освоении рынка. Таким образом, чтобы решить данную дилемму необходимо определять посылные для предприятия темпы прироста оборота (выручки). Наращивание выручки за счет самофинансирования возможно, если вся чистая прибыль остается нераспределенной и структура капитала меняется в пользу источников собственных средств. В этом случае темп прироста объема продаж и выручки ограничивается уровнем чистой рентабельности активов. Может происходить наращивание оборота за счет сочетания самофинансирования заимствованиями, если конкретный темп прироста оборота превышает

возможный темп прироста собственных средств, тогда приходится привлекать дополнительное внешнее финансирование.

Предприятия на всех этапах развития должны выбрать решение: либо производственно-финансовая деятельность рентабельна, либо она приносит достаточный уровень ликвидных средств. На практике совместить это трудно, но путем моделирования можно найти оптимальное значение (границу) объема производства и продаж, при котором не будет дефицита ликвидных средств.

Проведенные исследования и анализ финансово-хозяйственной деятельности метизного предприятия выявили ряд недостатков в его работе, главными из которых являются нерациональная организация производства, отсутствие анализа логистических схем для различного уровня спроса на продукцию, неэффективное планирование и оперативное управление, отсутствие обоснованных нормативных показателей производственной системы, а также отсутствие расчетов о ликвидных затруднениях предприятия в случае увеличения объема производства. Анализ загрузки основных агрегатов показал, что производственная мощность используется только на 30%. Опираясь на разработанные нормативные значения производительности агрегатов, можно сделать вывод, что для удовлетворения спроса на продукцию необходимо увеличить загрузку оборудования до 78%.

Возможны два пути повышения эффективности работы предприятия - повышение объема выпускаемой продукции и увеличение загрузки производственных мощностей агрегатов. Их реализации должно предшествовать изучение спроса на металлопродукцию и прогноз его динамики. Проведенные маркетинговые исследования позволили сформировать таблицу возможных (прогнозируемых) вариантов уровня спроса на продукцию метизного производства и разработать для каждого из этих вариантов рациональные ситуационные планы выпуска проволоки. Эти планы учитывают сортамент продукции (диаметры проволоки), коэффициенты использования производственной мощности агрегатов, количество одновременно работающих агрегатов и их возможные технологические режимы. В качестве критериев оптимальности плановых решений использовали прибыль и рентабельность товарной продукции. Количество ситуаций, обусловленное прогнозируемым изменением вышеперечисленных факторов, может достигать нескольких десятков. Из них в качестве наглядного примера выбраны следующие четыре варианта рациональной работы метизного производства.

Вариант 1. Спрос на термически обработанную проволоку остается на уровне предыдущего года, то есть плановый выпуск продукции соответствует базовому варианту.

Вариант 2. Спрос на термически обработанную проволоку увеличился на 40% по сравнению с базовым вариантом, соответственно увеличивается плановый выпуск продукции.

Вариант 3. Спрос на термически обработанную проволоку увеличился в 1,6 раза по сравнению с базовым вариантом, что потребует соответствующего роста планового выпуска продукции.

Вариант 4. Спрос на термически обработанную проволоку по сравнению с базовым вариантом увеличился в 1,7 раза, соответственно увеличивается плановый выпуск продукции.

По варианту №1 прирост активов не наблюдается. При рассмотрении трех последующих вариантов нужно отметить, что предприятие будет вынуждено наращивать объем производства и продаж только за счет самофинансирования. В этом случае вся чистая прибыль остается нераспределенной и структура пассивов меняется в пользу источников собственных средств. Тогда темп прироста объема производства и выручка от реализации продукции (при данных ценах) должны быть ограничены уровнем чистой рентабельности активов. Вследствие этого объем активов предприятия увеличивается на ту же величину (при условии неизменной структуры пассива темпы прироста выручки применимы к темпам прироста объема текущих активов).

Рассмотренные варианты спроса выпускаемой продукции (таблица) дают возможность прогнозировать финансовые последствия принимаемых решений в зависимости от

изменения объема производства (продаж). При увеличении спроса на 48% и 60% в год выявлено, что профицит ликвидных средств составит 17% и 3%, то есть у предприятия будет достаточно полученной прибыли для покрытия прироста активов. При увеличении спроса на 70% в год (по варианту №4) вместо прежнего излишка по двум предыдущим вариантам будет дефицит ликвидных средств в сумме 73 млн. руб или 4%.

Таблица – Расчет достаточности ликвидных средств по вариантам

| Наименование показателей | Единицы измерения | Значения показателей по вариантам | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------------|---------------------|------|------|------|
| | | базовый | прогнозные варианты | | | |
| | | | №1 | №2 | №3 | №4 |
| 1. Коэффициент прироста объема производства | - | 1,0 | 1,0 | 1,48 | 1,6 | 1,7 |
| 2. Объем продаж | млн. руб | 3420 | 3420 | 5062 | 5472 | 5814 |
| 3. Экономическая рентабельность | % | 22 | 23 | 27 | 27,5 | 28 |
| 4. Прибыль до налогообложения | млн.руб | 752 | 787 | 1367 | 1505 | 1628 |
| 5. Прирост текущих активов | млн.руб | - | - | 1166 | 1458 | 1701 |
| 6. Коэффициент покрытия | - | - | - | 117 | 103 | 96 |
| 7. Излишки (дефицит) ликвидных средств | % | - | - | 17 | 3 | -4 |

Таким образом, метизному предприятию нужно учесть, что увеличение объема производства термически обработанной проволоки свыше 60% по сравнению с базовым вариантом чревато ликвидными затруднениями. В этом случае предприятие не сможет достичь полного покрытия необходимого прироста текущих активов, так как дефицит составит 4%. Возможно наращивание объема продаж за счет сочетания самофинансирования с заимствованиями денежных средств.

ВЫБОР ТИПА ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Р.Ю. Мясищев, А.И. Половикина, В.В. Шульгин
ВГАСУ, г. Воронеж

Кризис – это острая фаза конфликта, характеризующаяся переломом, быстрым, скачкообразным изменением состояния взаимоотношений между субъектами. Само изменение может быть любым – как «от хорошего к плохому», так и «от плохого к хорошему». Противоположность кризиса – лизис [1]. Это тоже изменение состояния взаимоотношений, но не скачкообразное, а постепенное, плавное. Если обратиться к философским категориям, то кризис – это качественное изменение, качественный скачок, а лизис – количественное изменение, не затрагивающее качество. С формальной точки зрения лизис – это как бы «размазанный по времени» кризис, а кризис – это как бы «спрессованный в точку» лизис.

Любые взаимоотношения со сколь угодно большим числом параметров, в каждый момент времени могут быть описаны некоторой матрицей – а точнее, тензором [2]. Обозначим его s – «состояние». Функция от состояния и времени – «ситуация». Обозначим ее через S , то есть

$$S = F(s, t), \quad (1)$$

где t – время.

Производная от ситуации – «тенденция»:

$$T = dS/dt. \quad (2)$$

Производная от тенденции, как и любая производная, есть скорость ее изменения $V = dT/dt$. Разумеется, скорость тенденции есть вторая производная (ускорение) ситуации, то есть.

$$V = d^2S/dt^2. \quad (3)$$

Но, поскольку при анализе динамики взаимоотношений, с которыми приходится иметь дело в кризисной практике, это тенденция, то именно T берется за аргумент, а ситуация S и состояние s за заданный интервал времени $[t_0, t_k]$ рассматривается как результат тенденции, то есть

$$S = \int_{t_0}^{t_k} T dt, \quad s = \int_{t_0}^{t_k} T dt. \quad (4)$$

Вторая производная от тенденции T – это, как и любая вторая производная, есть ускорение (то есть ускорение тенденции):

$$\alpha = dV/dt = d^2/dt^2. \quad (5)$$

Таким образом, лизис – медленное или быстрое, но плавное изменение скорости изменения взаимоотношений V или, что тоже, ускорение процесса. Кризис же – точка разрыва первого рода, то есть скачкообразное изменение переменной V – скорости тенденции, или неопределенное значение ускорения α . Только в таких точках переменная T может скачком поменять свой знак с «+» на «-» или наоборот. Во всех остальных случаях прежние взаимоотношения должны быть сначала заморожены (до $V = 0$), и только затем можно постепенно развертывать другие, нужные взаимоотношения в необходимом направлении.

Соответственно понятиям «кризис» и «лизис», можно выделить кризисные и лизисные технологии управления в экономических системах.

Кризисная технология – это комплекс мер, предусматривающих быстрые, скачкообразные изменения взаимоотношений с целью прекращения прежних и запуска новых отношений между участниками конфликта. Иначе говоря, кризисная технология – это программа намеренного создания «кризиса» в смысле «перелома».

Отметим основные особенности кризисных технологий, существенные с точки зрения их практической реализации.

Первая особенность – быстрота перехода от одних тенденций к другим. Так, перейти от депрессии во взаимоотношениях к их развитию в масштабах производственного объединения можно если не за месяц-два, то по крайней мере за три-четыре месяца (подчеркнем, что речь, разумеется, идет не о коренных изменениях в структуре взаимодействия «центр-предприятие», а лишь о тенденциях).

Вторая особенность – качественный характер изменений, влекущий за собой надежность и устойчивость результатов. То есть, если в результате реализации кризисной технологии достигнута стабилизация взаимоотношений, то можно быть уверенным, что она не прекратится через месяц-два и не сменится дестабилизацией. Следствием быстроты и качественного характера изменений является необратимость проводимых мероприятий. С одной стороны, это недостаток – как только мероприятия проведены, вернуть ситуацию обратно либо очень трудно, либо невозможно. Но с другой стороны, это же – и достоинство. Если что-то сделано, то можно быть уверенным – сделано надежно.

Третья особенность – кризисные технологии обычно запускают процессы очень большой скорости. Это достоинство: если улучшение взаимоотношений – так уж улучшение, но это же и недостаток: если ухудшение – так уж ухудшение.

Четвертая особенность – кризисные технологии не очень чувствительны к ресурсам: временным, информационным, финансовым и другим, в том смысле, что, будучи короткими по своей продолжительности, они опираются в основном на имеющиеся или близлежащие ресурсы.

Пятая особенность – кризисная технология принципиально требует для своей реализации единого замысла и единого плана. Она должна разрабатываться и проводиться в

жизнь единой командой под централизованным руководством специалиста по управлению кризисами (так называемого «кризисника» – не путать с «антикризисным управляющим», это разные профессии).

Шестая особенность – кризисные технологии всегда уникальны в том смысле, что выработанный комплекс мер характерен только для данного и никакого другого кризиса взаимоотношений. Попытки подражательства здесь не только неуместны, но и вредны. Поэтому практическая реализация любой кризисной технологии требует не только сильной политической воли, но и готовности идти на нестандартные не апробированные шаги.

Седьмая особенность кризисных технологий заключается в том, что они негативно воспринимаются в трудовых коллективах вне зависимости от их направленности и содержания. По всей видимости, это обусловлено российским менталитетом. Дело в том, что новейшая российская история не знает положительных кризисов, то есть быстрых качественных изменений к лучшему. Все последние кризисы были только отрицательными. Поэтому даже сама постановка вопроса о решительных мерах, направленных на быстрое качественное изменение взаимоотношений, вызывает негативные ассоциации.

Лизисная технология – это комплекс мер, предусматривающих плавные, постепенные изменения кризисных взаимоотношений, которые столь же плавно тормозят прежние и, постепенно, запускают новые процессы урегулирования взаимоотношений. Эта плавность и есть основное отличие лизисной технологии от кризисной, а по своим целям и задачам они идентичны.

Отметим основные особенности лизисных технологий, важные с точки зрения их практической реализации.

Во-первых, лизисные технологии, как правило, достаточно хорошо типизируются, и по своей сути представляют собой комбинацию известных ранее апробированных мер, подстроенных (адаптированных) под конкретную проблему. Поэтому решиться на реализацию такой технологии гораздо легче, чем кризисной.

Во-вторых, лизисные технологии по своей природе не только весьма продолжительны по сравнению с кризисными, но и обратимы на любом этапе их воплощения. С одной стороны – это достоинство, поскольку существует возможность исправить допущенные ошибки (что невозможно в случае применения кризисных технологий), а с другой стороны – недостаток, прежде всего, из-за ресурсных ограничений по времени.

В-третьих, длительные сроки ведут к неустойчивости лизисных технологий, поскольку за период их реализации могут существенно измениться условия внешней обстановки. А если за это время произойдет внешний или внутренний кризис, меняющий ситуацию – тогда лизисная технология, рассчитанная на прежние условия, «поплывет» и ее придется корректировать в экстренном порядке. Собственно говоря, именно эта неустойчивость наблюдается в нашей повседневной жизни: экономическое падение заходит глубже, чем прогнозировалось; стагнация происходит дольше, чем хотелось бы; положительные тенденции развиваются медленнее, чем ожидалось.

Выбор типа технологии. Если не учитывать ресурсных ограничений, то одна и та же цель теоретически может быть достигнута с помощью технологии как кризисного, так и лизисного типа. Поэтому первое, что необходимо сделать – это определить тип будущей технологии преодоления кризиса. От этого выбора зависит практическое наполнение технологии, и хотя цели могут оставаться одинаковыми, но мероприятия, при помощи которых они достигаются, получаются различными. Соответственно разнятся сроки, взаимосвязи и остальные параметры планируемых мероприятий.

Разумеется, реальные технологии выхода из кризиса в своем практическом воплощении – комбинированные. В них кризисные и лизисные части чередуются по целям, времени, направлениям и способам действий. Здесь важно определиться с первым шагом, при помощи которого делается переход от кризисных к нормальным взаимоотношениям. Если этот шаг кризисный, то вся технология относится к кризисному типу, даже если последующие меры чисто лизисные. Если же первый шаг планируется сделать лизисными

методами, то вся технология относится к лизисному типу, даже в том случае, если далее планируются кризисные переломы.

Обязательное требование к первому изменению – оно может быть небольшим, но непременно должно быть положительным (в смысле конечного эффекта), причем как при лизисном, так и при кризисном подходе. Иными словами, начинать практическое воплощение любой технологии выхода из кризиса с отрицательного результата нельзя ни при каких условиях.

Итак, выбор кризисной технологии переломного типа означает, что: гарантируется достижение расчетных результатов (разумеется, при корректных расчетах); первые последствия проявятся достаточно быстро; риск в том, что допущенные ошибки исправить достаточно трудно. Выбор лизисной технологии плавного типа означает, что: любые ошибки могут быть исправлены; даже самые первые результаты будут ощутимы не сразу; риск в том, что достижение результатов не гарантируется, так как в процессе реализации технологии могут произойти неожиданные внешние события, делающие программу невыполнимой.

Литература

1. Дегтярева О.Н. Поиск компромиссов во взаимоотношениях «центр-предприятие». – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2006.
2. Новосельцев В.И., Голиков В.К., Демин Б.Е., Тарасов Б.В. Теоретические основы системного анализа / Под ред. В.И.Новосельцева/ – М.: Майор, 2006.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВ РАБОТНИКОВ

Паршина В.С.

УрГУПС, г. Екатеринбург

Вопросам оценки персонала посвящено большое количество исследований. Однако в отечественной литературе не выработана общая идеология, системный подход и методология проведения оценок персонала для разных случаев. В практике работы большинства организаций эта проблема также не решена. Как правило оценка работников проводится только в период их аттестации с целью распределения по разрядам, рангам для обоснования должностных окладов.

Необходимость решения задач оценки современных руководителей демонстрируют результаты исследований, проведенных нами на предприятиях железнодорожного транспорта. Опросы показали, что на практике при приеме на работу, выборе кандидата на вакантное место или включения в резерв чаще оцениваются не реальные результаты действий работников и их качества, проявленные в процессе работы, а формальные характеристики: возраст, стаж работы в отрасли, образовательный уровень, проживание в определенной местности.

Возникает задача измерения качественных характеристик работника управленческого труда. По общему признанию эта оценка представляет сложное действие. Анализ литературных источников позволил выявить имеющиеся в настоящее время отечественные и зарубежные методические подходы к оценке персонала. Однако четкая их классификация представляет трудность, так как существует множество модификаций, вариантов оценок, зависящих от их цели и понимания значимости этого подхода к управлению персоналом. Условно все применяемые методы оценки разделим следующим образом - по результатам труда и по качествам работника, а последние, в свою очередь, на описательные и количественные.

Что касается количественных методов, то исследователи в последнее время откликнулись на продиктованные временем запросы предприятий и в литературе появились разделы, посвященные соответствующей оценке персонала. Однако, с нашей точки зрения, остаются непроработанными вопросы формирования актуального состава качеств и нормативных значений отдельных компонент, разграничения состава качеств по операциям жизненного цикла

работника (при приеме, продвижении, отправлении на учебу работников и т.п.) и принципам оценки (трудоустройство индивида или проявляющийся уровень качества), количественное их выражение, а также обеспечения объективности процедуры оценки работников.

Проанализировав основные зарубежные и отечественные методики оценки руководителей, нами была разработана и апробирована авторская методика. Новизна ее заключается в количественной оценке качества работников относительно сформированного образа руководителя определенного уровня.

Целью предлагаемой разработки является создание специального программного средства, позволяющего оценить уровень компетентности работника для определения степени его принадлежности к определенному профессиональному уровню, а также потенциал работника для формирования резерва кадров. На основе созданного программного обеспечения создан компьютерный вариант количественной оценки качества работников.

Оценка принадлежности работника к определенному профессиональному уровню в общем случае требует учета большого количества параметров. Нахождение степени соответствия работника сформированным требованиям соответствующих рабочих мест становится, таким образом, работой в многомерном пространстве признаков, что вызывает необходимость привлечения дополнительной математической модели и реализующих ее программных средств. Для осуществления оценки работников на основе большого количества параметров нами применен метод распознавания образов. Для этого, прежде всего, формируются эталонные значения характеристик работника, которые создают образ объекта оценки в виде числовых значений требуемых качеств. Особенностью предлагаемого подхода является формирование нормативных (эталонных) качеств на двух уровнях, отражающих максимальные и минимальные требования к работнику. Далее по каждому из оцениваемых объектов производится сравнение его фактических качеств с нормативными (максимальными и минимальными требованиями) и установление степени близости к тем и другим. При таком подходе высокие качества отражают нормативные требования рабочего места и ориентируют работника на их достижение.

Данная компьютерная программа предусматривает использование следующего количества значений:

- максимальное количество оцениваемых параметров – 35;
- максимальное количество экспертов – 20;
- количество квалификационных классов для руководителей каждого уровня – 2.

Программная реализация системы оценки. В комплекс оценки входит специальная разработанная нами компьютерная программа "УСПЕХ", зарегистрированная во ВНИИЦ [1]. Система построена по принципу диалога с набором меню, обеспечивающих удобные средства создания и корректировки признаков, ведение баз данных экспертов и оцениваемых, печать документов, удобный сервис. Для реализации действий программа включает следующие подпункты «База параметров», «Ввод эталонных значений» и «Ввод фактических значений». Пункт «О системе» содержит справочный характер.

Предлагаемая методика оценки руководителей включает четыре этапа (рисунок 1).

Основные условия, реализованные в предлагаемом программном продукте:

- руководители дифференцированы по трем уровням: высшему, среднему и низшему;
- оценка выполняется относительно нормативной (эталонной) выборки, сформированной путем опроса до 20 экспертов;
- эксперты формируют для каждого уровня работников максимальные и минимальные требования путем проставления числовой оценки от 1 до 10 баллов;
- экспертами могут быть как привлеченные, так и собственные специалисты предприятия;
- программа позволяет проводить оценку работников по произвольному количеству параметров, что позволяет оценивать конкретного работника достаточно широко с точки зрения требований занимаемого им рабочего места;

- в результате обработки данных программа оценки уровня компетентности работника выдает количественную информацию (в процентах), насколько работник соответствует занимаемому или вышестоящему рабочему месту;
- наглядная информация об отклонениях оценки работника от эталонных значений может быть представлена в виде диаграммы.

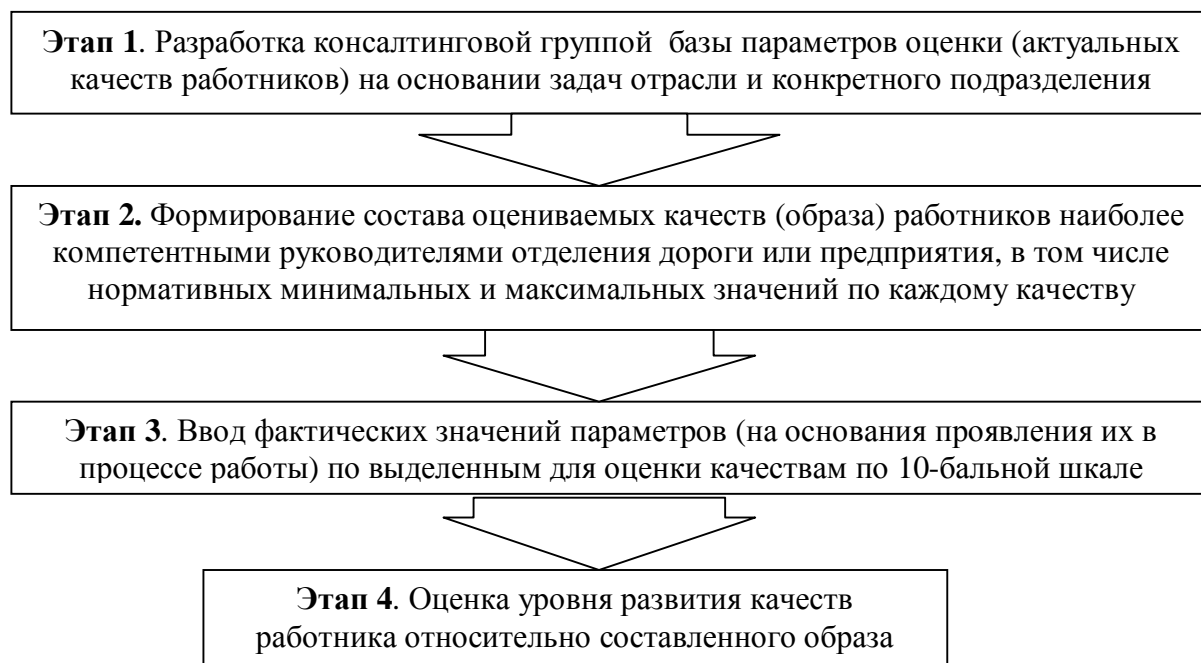


Рисунок 1 – Этапы оценки руководителя

Предлагается проводить комплексную оценку работника по показателям, объединенным в четыре блока, каждый из которых дает возможность охарактеризовать определенные критерии его производственной деятельности и деловых качеств. Данные блоки сформированы нами при проведении исследования по аттестации командиров среднего звена и опубликованы в отраслевом документе [2]. На основе опросов ведущих руководителей отрасли расставлены приоритеты при оценке тех или иных качеств. Особенно широко представлен блок 3 – профессиональная характеристика, состоящий из 7 разделов, включающих 21 элемент. Такая мелкая градация предпринята для простоты идентификации проявляющихся качеств работника относительно требуемых на определенном рабочем месте. При проведении оценки количество показателей может быть сокращено и оценка выполнена только по некоторым из них.

Наглядным средством отображения уровня соответствия отдельных качеств оцениваемого, реализованным программой, является график. В верхней части рисунка представлены названия параметров, по которым производится оценка работника. Если установить при помощи мыши курсор на какую-либо выделенную точку, то возле нее появится формулировка, соответствующая микрорейтингу работника. На графике фактические оценки работников показываются в виде столбиков. Ломаными цветными линиями отображаются эталонные оценки экспертов. Расшифровка цвета каждой линии представлена в справочном окне, находящемся на рисунке справа.

Графическое отображение результатов оценки работника позволяет наглядно показать данные по каждому параметру, то есть слабые и сильные стороны профессионального развития работника в виде отклонения фактического значения от эталонного. Можно определить недостатки в отдельных востребованных производством качествах и положительно выраженные признаки. На основе данной оценки служба управления персоналом может сделать соответствующие выводы относительно сохранения работника на рассматриваемом рабочем месте, продвижения или обучения.

Разработанная методика предусматривает самооценку работника по той же схеме. Включение непосредственно работника в процедуру оценки укрепляет его уверенность в объективности оценки.

Таким образом, разработанная нами методика оценки персонала предприятий ЖДТ обеспечивает научный подход к оценке административно- управленческого персонала и позволяет охватить все существенные качества. Основные преимущества предложенной методики в сравнении с Типовым положением по аттестации персонала приведены в таблице 1.

Реализация нового подхода к оценке, прежде всего, руководителей позволит оптимизировать их работу, повлиять на повышение трудовой мотивации, интенсивности труда, трудовой активности в различных ее проявлениях. Предлагаемая авторами технология оценки персонала позволяет создать на предприятии условия, стимулирующие работников к повышению квалификации, развитию деловой и общественной активности.

Таблица 1 - Сравнение возможностей оценки по действующей и предлагаемой методике

| Критерии для сравнения | Оценка на основе Типового положения | Оценка по предложенной методике |
|--|--|--|
| 1. Модель оценки | Нет | Есть |
| 2. Субъект оценки | Руководитель | Экспертная комиссия |
| 3. Математический аппарат | Отсутствует | Оценка в количественной форме с применением теории распознавания образов |
| 4. Возможности методики оценки | Оценка формальных характеристик | Оценка проявившихся качеств, оценка потенциала |
| 5. Цель оценки | Аттестация для определения разряда работника | Соответствие работника занимаемой должности, выдвижение в резерв, определение недостающих качеств, организация карьеры |
| 6. Виды оценок а) количественная в) описательная | Нет Есть | Есть Есть |
| 7. Объективность оценки | Высокая возможность субъективной оценки | Субъективизм сведен к минимуму |
| 8. Уровень механизации процедуры | Ручная обработка данных | Компьютерная программа оценки |
| 9. Трудоемкость процедуры | Высокая | Низкая (относительно объема получаемой информации) |
| 10. Состав оцениваемых качеств | Стабильный состав качеств | Гибкий, варьируемый состав качеств в соответствии с ситуацией |
| 11. Технологичность процедуры | Низкая | Высокая |
| 12. Самооценка | Отсутствует | Наличие самооценки |
| 13. План мероприятий по устранению недостатков | Рекомендации общего характера | Конкретные действия |
| 14. Направленность оценки | Корректировка заработной платы | Широкая |
| 15. Является основанием развития работника | Нет | Да |
| 16. Эффект | Отсутствует | Мотивационный |

Предложенный подход имеет широкие возможности при использовании его для оценки руководителей всех уровней и специалистов любой сферы деятельности.

Литература

1. Бельков С.А., Паршина В.С. и др. Программа оценки уровня соответствия персонала рабочему месту (УСПЕХ).– М.: Российское агентство по патентам и изобретениям. Свидетельство о регистрации № 2003611473, выдано 19.07.2003.

2. Паршина В.С., Бурносов Н.М. и др. Методика аттестации руководителей среднего звена предприятий железнодорожного транспорта.– М.: Проектный и внедренческий центр организации труда МПС РФ, 2002. – 46 с.

ГИДРОЦИКЛОННАЯ УСТАНОВКА КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ¹

С.С. Шумилин^{*}, С.Ф. Киселев^{**}, А.А. Линков^{**}, Д.Г. Березин^{**}, А.В. Долженко^{**}

^{*} Компания "INTERTECH", г. Москва;

^{**} Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк

В современной практике обогащения полезных ископаемых значительная роль отводится гидроциклонам. Основными преимуществами гидроциклонов являются: высокая производительность, четкое разделение руды при обогащении на фракции, увеличение выхода полезного продукта заданного качества за счет увеличения выхода классов флотационной крупности, простота конструкции.

Гидроциклон представляет собой несложное устройство без вращающихся деталей. Подача пульпы в гидроциклоны из зумпфа осуществляется посредством шламового насоса под давлением. Вследствие конструктивной особенности гидроциклона (конусообразной формы нижней части) подведённая пульпа, скользит по внутренней стенке вниз к нижней насадке с центробежным ускорением. Более крупные и тяжелые зерна направляются к вершине конуса и разгружаются через насадку, а более легкие – перемещаются в противоположном направлении, проходя через сливную трубку. Более подробно технологический процесс представлен в соответствующих монографиях [1, 2].

Однако вопросам именно автоматизации управления до сих пор не уделялось должного внимания или чаще всего ограничиваются (как на отечественных предприятиях, так и за рубежом) созданием локальных САР уровня заполнения зумпфа пульпы, давления пульпы, подаваемой на гидроциклоны, уровня заполнения зумпфа песков, плотности пульпы в зумпфе песков.

Рассмотрим задачу управления процессом гидроциклонирования на примере одного из вариантов гидроциклонной установки (рисунок 1).

Объект управления включает:

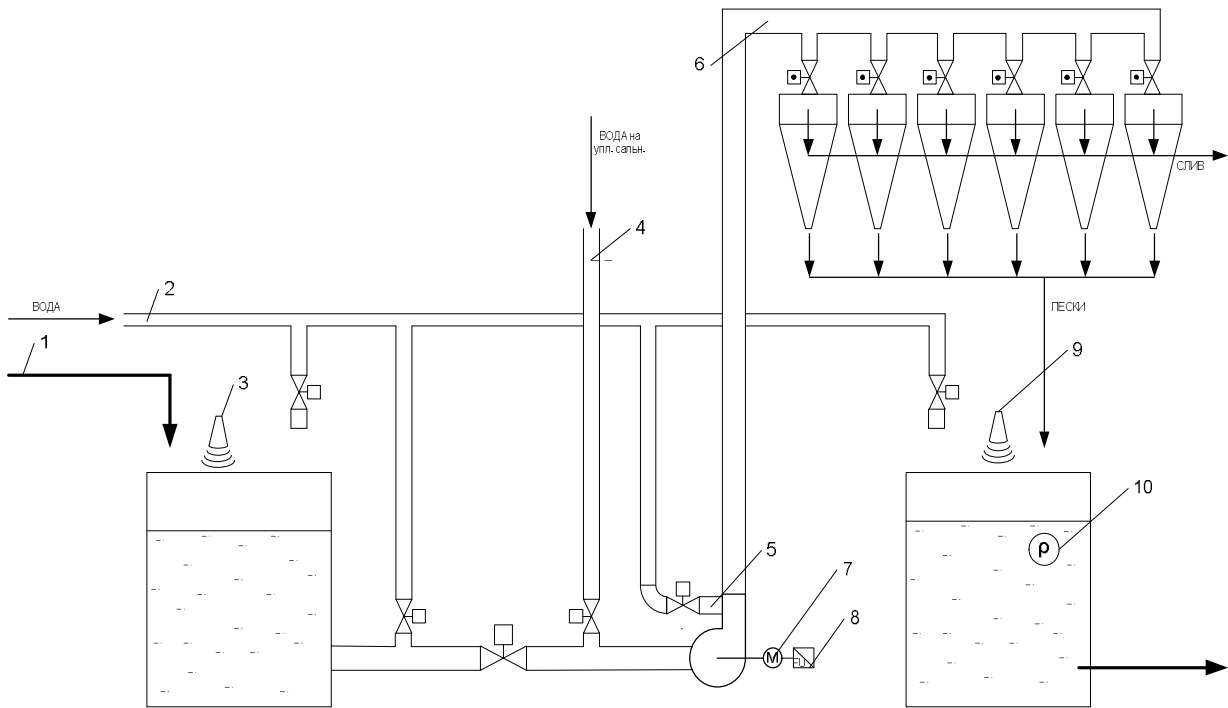
- 1) шесть двухпродуктовых гидроциклонов с задвижками, оснащенными электроприводом;
- 2) зумпф пульпы и зумпф песков;
- 3) шламовый насос с частотным преобразователем;
- 4) клапаны промывки насоса и размывки зумпфа с электроприводами;
- 5) шламовая задвижка с электроприводом;
- 6) регулирующие клапаны на подаче воды в зумпф пульпы и зумпф песков;
- 7) водоводы подачи воды на гидроциклонную установку и запорной воды на уплотнение сальников вала насоса.

Следует обратить внимание на такую особенность объекта как возможность целенаправленного изменения его структуры, а также сложная взаимосвязь режимных параметров.

Вследствие непостоянства подачи сырья в гидроциклоны (останов/запуск мельниц, изменение уровня в зумпфе пульпы и др.) возникают ситуации, когда требуются структурные управляющие воздействия в виде изменений количества гидроциклонов, включенных в работу, путем открытия или закрытия запорных шиберов, меняя и производительность насоса, подающего пульпу в гидроциклоны.

Координатное управление процессом гидроциклонирования осуществляется, в основном, посредством изменений уровня заполнения H_1 зумпфа пульпы, давления P на входе гидроциклонов, уровня заполнения H_2 и плотности пульпы ρ зумпфа песков. Все остальные параметры процесса гидроциклонирования (диаметры разгрузочных отверстий, длина сливной трубки и т.д.) оперативным изменениям недоступны, их регулировка осуществляется при наладке и настройке гидроциклонной установки.

¹ Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042



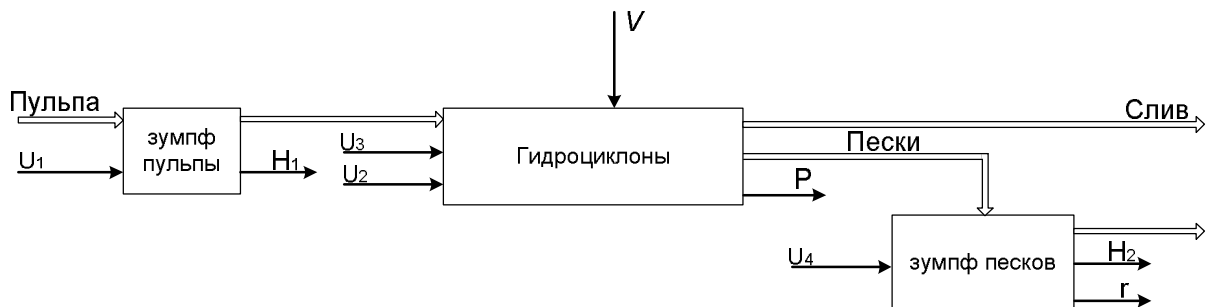
1 – датчик нагрузки; 2 – датчик давления; 3 – датчик уровня ультразвуковой; заполнения зумпфа песков, 4 – датчик давления; 5 – датчик протока; 6 – датчик давления; 7 – датчик температуры обмоток статора; 8 – частотный преобразователь; 9 – датчик уровня; 10 - датчик плотности

Рисунок 1 – Технологическая схема гидроциклонной установки

Регулируемая подача воды в зумпф пульпы предотвращает "сухой" ход насоса и поддерживает уровень пульпы в заданном диапазоне. Уровень пульпы в зумпфе измеряется ультразвуковым датчиком и регулируется изменением расхода воды, подаваемой в него. Аналогично осуществляется регулирование уровня заполнения в зумпфе песков. Помимо этого в зумпфе песков осуществляется контроль и регулирование плотности пульпы.

Неконтролируемые возмущающие внешние воздействия в процессе гидроциклонирования представляют собой совокупность оперативно неконтролируемых изменений нагрузки на мельницы, минералогических характеристик породы и прочих факторов, оказывающих влияние на процесс гидроциклонирования.

Функциональная схема гидроциклонной установки представлена на рисунке 2.



H_1 - уровень заполнения зумпфа пульпы; P - давление пульпы, подаваемой на гидроциклоны; H_2 - уровень заполнения зумпфа песков; r - плотность пульпы в зумпфе песков; U_1, U_2, U_4 - координатные управляющие воздействия на изменение расхода воды в зумпф пульпы, давления питания на входе гидроциклонов, расхода воды в зумпф песков соответственно; U_3 - структурное управляющие воздействие на изменение количества включенных в работу гидроциклонов v - неконтролируемые возмущения

Рисунок 2 – Функциональная схема гидроциклонной установки

В число основных задач управления гидроциклонной установкой входят:

- 1) автоматическое измерение, оценивание и контроль параметров технологического процесса и состояния оборудования;
- 2) оптимизация (управление) работой установки путем формирования заданий на режимные параметры процесса гидроциклонирования в согласовании с режимами работы смежных технологических установок;
- 3) реализация заданий на режимные параметры процесса:
 - регулирование давления пульпы, подаваемой на гидроциклоны, изменением производительности шламового насоса;
 - регулирование уровня заполнения зумпфа пульпы изменением расхода воды;
 - регулирование уровня заполнения зумпфа песков изменением расхода воды в зумпф;
 - регулирование плотности пульпы в зумпфе песков изменением расхода воды в зумпф пульпы и изменением количества включенных в работу гидроциклонов;
- 4) программно-логическое управление комплексом оборудования гидроциклонной установки в соответствии с требованиями технологического регламента:
 - плановый пуск и останов оборудования установки;
 - аварийный останов;
 - блокировка с оборудованием смежных технологических комплексов.

Таким образом, управляя гидроциклонной установкой в целом, необходимо решать не только задачи реализации и согласования режимных параметров, но и их совместного влияния на технико-экономические показатели процесса гидроциклонирования. Это достигается изменениями соответствующих координатных управляющих воздействий U_1 , U_2 , U_4 . Однако возможна ситуация, когда ресурса регулирующего воздействия просто не хватит. Это связано с тем, что управляющие воздействия U_1 , U_4 на изменение расхода воды в соответствующие зумпфы ограничено уровнями заполнения зумпфов. Чтобы обеспечить возможность дальнейшего регулирования, необходимо создать дополнительный ресурс для управления, что достигается соответствующими структурным управляющим воздействием U_5 – изменением количества включенных в работу гидроциклонов.

В этих условиях особое значение приобретает проблема безударного (плавного) перехода с одного режима на другой с учетом динамики изменения нагрузки на технологических агрегатах гидроциклонной установки. Решение ее важно с точки зрения сохранности и безопасности эксплуатации технологического оборудования, сокращения длительности переходных процессов и, в конечном итоге, повышения производительности гидроциклонной установки.

С учетом изложенного выше очевидно, что для создания эффективной системы управления процессом обогащения в гидроциклонах требуется применять алгоритмы управления гидроциклонной установкой как объектом с распределенным управлением и целенаправленно изменяемой структурой.

Литература

1. Акопов М.Г. Основы обогащения углей в гидроциклонах / М.Г. Акопов – М.: Недра, 1967. – 178 с.
2. Бастунский М.А. Основы теории и расчета систем автоматического регулирования процесса обогащения углей в тяжелых суспензиях / М.А. Бастунский, В.Е. Богин, Л.Г. Мелькумов – М.: Недра, 1969. – 113 с.

СЕКЦИЯ 3

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СЕКЦИЯ 3. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В КОМПЬЮТЕРНОЙ АУДИТОРИИ

Т.А. Атавин, О.М. Тимирбулатова, С.В. Седых

КузГПА, г. Новокузнецк

Для визуального сопровождения занятий и обеспечения наглядности могут использоваться плакаты или заменяющие их слайды. Существует цифровой вариант таких слайдов – графические фреймы, то есть файлы или сегменты с изображением этих слайдов. При использовании нескольких слайдов, их объединяют в презентации. Слайды презентации визуализируются (выводятся на экран) последовательно. Переход слайдов синхронизируется с рассказом, для чего необходимо управлять визуализацией. Для показа презентации большой аудитории необходимо или применение большого экрана (проектора, демонстрационного дисплея и т.д.) или ее визуализация одновременно на нескольких экранах. Большие экраны относительно дороги. Альтернатива – использование для управления имеющихся в компьютерных аудиториях локальных сетей. Однако, существующие средства разработки и визуализации презентаций (например, Microsoft Power Point) сетевой режим не поддерживают. Хотя сетевая загрузка файлов, в том числе презентаций, поддерживается Microsoft Windows, но управлять визуализацией дистанционно нельзя. Для решения названной задачи был разработан пакет из двух приложений, поддерживающих управление визуализацией презентации по сети.

Презентация состоит из разделов, разделы из подразделов, а подразделы – из файлов. Это позволяет в одной презентации хранить иллюстрации ко множеству занятий по разным темам и для различных потоков. Используется ресурсный способ хранения презентации на диске. Каждый слайд представляется отдельным файлом и на все слайды есть ссылки в специальных файлах ссылок. Кроме того, серверное приложение может загружать планы подразделов, на которые также имеются ссылки. Для отображения структуры такой презентации операционной системой каждый раздел и подраздел оформлен в виде каталога, но планы подразделов располагаются в каталогах разделов. Дополнительно поддерживается цифровая указка – псевдокурсор, перемещаемый по полноэкранному окну клиентского приложения под управлением с сервера – положение указок повторяет положение действительного курсора мыши на сервере относительно окна слайда. Для того чтобы можно было показывать одну презентацию на нескольких компьютерах, слайды и команды их перехода должны передаваться в клиентское приложение по сети. Но задача разработки единого прикладного протокола для передачи графических данных, координат и состояния видимости курсора достаточно сложна. Это обстоятельство могло бы замедлить процесс разработки пакета. Для упрощения программ был использован базовый протокол передачи файлов – клиенты просто читают каждый слайд из подкаталогов второго уровня сетевого каталога. Вместо команд перехода клиентам передаются ссылки на файлы по прикладному протоколу передачи текстовых строк. Но этот протокол сложно сочетать с протоколами передачи координат и флагов состояния в двоичной форме. Поэтому цифровую указку поддерживает отдельный прикладной протокол. Для создания прикладных протоколов использованы компоненты ServerSocket и ClientSocket пакета компонент из компилятора Borland Visual C++ 6.0 Enterprise. Для отправки и приема текстовых строк используются функции SendText и ResiveText, а для отправки и приема координат и состояния указки – SendBuff и ResiveBuff. Получение данных происходит при обработке события OnClientRead. Координаты и состояние указки передаются в виде переменной специального типа с двумя целыми полями и одним флаговым. При отсоединении клиента от сервера он автоматически

закрывается по событию OnClientDisdonnect. На сервере имеются выпадающие списки для управления презентацией и таблица страниц, на одной странице которой располагается текущий слайд, а на другой – план подраздела.

Планируется расширение функциональных возможностей названных программ. Для использования звука и цифрового видео будет добавлена поддержка звуковых и видеофайлов. Хотя в файлах ссылок указываются только имена файлов и каталогов без расширений и путей, в клиентское приложение передается полное имя файла с относительным путем и расширением. Это позволяет автоматически определять тип каждого файла при приеме ссылки на него и соответственно переключать модули поддержки. Серверу будет достаточно перебирать типы по фиксированному списку и проверять наличие в каталогах файлов каждого типа. Клиентское приложение будет анализировать тип фрейма по полученной ссылке и загружать его в соответствующий модуль поддержки. В качестве таких модулей будут использоваться дочерние окна стандартных классов Windows TImage и TMediaPlayer. Первые версии уже используют окна класса TImage в качестве модулей поддержки визуализации статического фрейма.

На рисунке 1 приведен внешний вид окна второй версии сервера, в которой

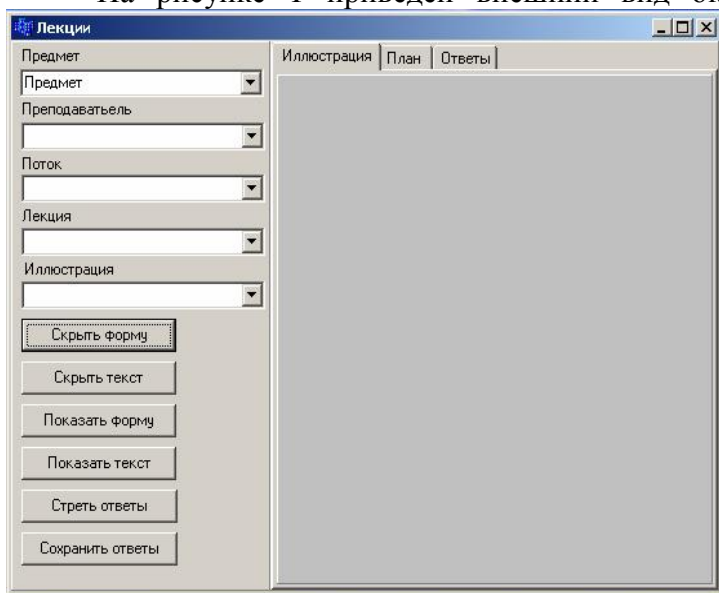


Рисунок 1 – Начальное состояние окна сервера

дополнительно реализована возможность управлять режимом отображения окна клиентского приложения (скрывать его и снова показывать на экране) и текстовая обратная связь в режиме однонаправленного текстового чата. Текст передается по протоколу передачи текстовых строк, но в обратном направлении – из клиентского приложения в сервер, для чего в клиентском приложении предусмотрено специальное окно текстового ввода, которое можно скрыть, когда оно не нужно.

На рисунок 2 показано окно сервера с загруженным фреймом во время его демонстрации в окнах экземпляров клиентского приложения.

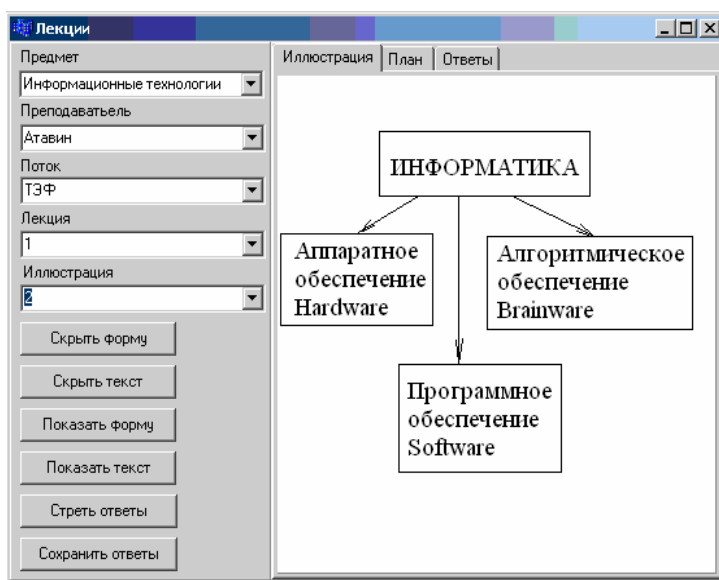


Рисунок 2 – Окно сервера в демонстрационном режиме

Кнопка «Скрыть форму» позволяет централизованно скрыть клиентское приложение на всех ведомых компьютерах. Кнопка «Показать форму» восстанавливает ведомые окна на экранах. Кнопка «Показать текст» включает режим обратной связи, а кнопка «Скрыть текст» – выключает этот режим и «прячет» окно текстового ввода в ведомых окнах. Кнопки «Сохранить ответы» и «Стереть ответы» предназначены для сохранения в файл и удаления из оперативной памяти и с экрана присылаемых сообщений. Окно с этими сообщениями располагается на вкладке «Ответы».

ДЕЛОВАЯ ИГРА «ДЕЛЬТА» В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕНИЧЕСКОЙ КОМПАНИЕЙ

Н.Н. Веревкина, Т.А. Атавин, О.М. Тимирбулатова
КузГПА, Гимназия № 10, г. Новокузнецк

Управление ученическими предприятиями (УП) в условиях формирующегося рынка товаров и услуг осложняется недостаточной квалификацией их руководства, сложностью привлечения для консультаций специалистов широкого профиля, а также отсутствием достаточных средств для формализованного принятия решений. Поскольку главной целью УП является развитие у учащихся экономического мышления, навыков организации и управления реальным предприятием, в качестве перспективного направления формализации управленческих решений в ученической фирме предлагается использовать компьютерные деловые игры.

В последние годы в ряде стран мира, в том числе, и в России широкое применение получила одна из разновидностей метода анализа конкретной ситуации – метод кейс-стади (Case-Study). Он широко используется в вузовском и послевузовском образовании за рубежом [1]. Сущность его заключается в проблемном изложении знаний с последующей организацией самостоятельной работы студентов.

Метод Case-Study в свое время был предложен в Гарвардском университете. Отличительной особенностью метода является то, что он дополнен достаточно мощным инструментарием – системой поддержки принятия решений. В результате обучающие имеют дело с единым информационным комплексом, облегчающим как анализ, так и синтез решения. В качестве исходной посылки в CASE-методе задается типичная проблемная ситуация, взятая из жизни и реально возникшая на действующем объекте. В анализе ситуации, а также причин ее возникновения принимают участие все присутствующие. В методе с фиксированием ролей каждый из участников ролевой игры наделяется своими правами и обязанностями. Конечной игровой целью является нахождение коллективом участников игры рационального управляющего решения в каждой создавшейся ситуации. Инструментарий игры подталкивает участников к поиску рационального решения направленными вопросами, позволяющими лучше понять и оценить ситуацию. Таким образом, имеющийся в арсенале инструментария набор вопросов, а также последовательность их постановки, позволяют участникам приблизительно определить «сектор» рациональных решений поставленной проблемы. В результате студенты предлагают несколько вариантов решения в пределах найденного «сектора». Последующее обсуждение предложенных вариантов позволяет окончательно обосновать одно коллективное рациональное решение.

В отличие от известного метода мозгового штурма, в данной игре вопросы задаются не спонтанно, а целенаправленно. Методически обоснованная и проверенная на практике программа следования вопросов создает направление поиска решения. Реализуется алгоритм системы поддержки принятия решений, способствующий постепенному сужению участниками игры области поиска. Длительность процесса существенно сокращается. Одновременно участники игры учатся и осваивают логику направленного нахождения ответа.

В техническом отношении программно-технический комплекс деловой игры совместно с командой ее участников и педагогов-наставников образует информационную систему менеджмента (ИСМ). С точки зрения обеспечения эффективного функционирования ученической компании ИСМ формирует для ее менеджеров рациональные решения по развитию ученического предприятия. В предлагаемом обучающем комплексе деловая игра выполняет функции «мозгового центра», системы поддержки принятия решения (СППР). Подобные системы нашли широкое применение в современных корпоративных информационных системах промышленного назначения. Например, известная информационная система

«Галактика», включающая развитую СППР, к настоящему времени установлена и успешно работает более, чем на 1200 предприятий средней мощности [2].

Немецкий фонд Хайнца Никсдорфа обеспечил бесплатное широкое продвижение компьютерной деловой игры (ДИ) «Дельта» в отечественные учебные заведения. Поэтому в настоящее время следует признать, что эта деловая игра в российских учебных заведениях является наиболее распространенной. Естественно, что в качестве системы поддержки принятия решения в УП целесообразно применить именно деловую игру «Дельта». Однако в существующем варианте данная игра не предназначена для выполнения этой функции.

Было предложено произвести корректировку деловой игры «Дельта» для приобретения ей широких возможностей метода Case-Study. Отдельно отметим, что ДИ «Дельта» относится к закрытым системам. Поэтому первоначально авторами настоящей работы был решен вопрос с правообладателем о внесении в программы игры соответствующих изменений. В целом же произведенные изменения в игре коснулись как самих программ, так и подготовки и введения исходной информации:

1. В модуле руководителя учтено льготное налогообложение УП.
2. В модулях руководителя и участника применительно к УП сняты ограничения отчислений на рекламу, сервис и исследования.
3. Обеспечен ввод в модуль участника фактического стартового капитала для УП и предполагаемых капиталов фирм-конкурентов.
4. Обеспечен ввод в модуль руководителя реальных границ цен на продукцию.
5. В модуле руководителя предусмотрена отмена автоматического кредитования при перерасходе средств.
6. В модуле руководителя обеспечена возможность исключения транспортных расходов и расходов на соцобеспечение.
7. Обеспечен ввод в модуль руководителя фактически используемых и перспективных групп оборудования.

При подготовке исходной информации к игре: 1. Анализируется существующее состояние рынков спроса и предложения. 2. Изучаются потенциальные возможности расширения сферы сбыта продукции. 3. Изучаются потенциальные возможности изменения номенклатуры производимой продукции.

Перед началом игры производится настройка оперативных параметров игры:

1. В модуль участника вводится фактический стартовый капитал для УП и предполагаемые капиталы фирм-конкурентов. Из исходной суммы исключаются расходы на неучтенные в программе игры затраты.
2. В модуль руководителя вводятся фактические кривые спроса и предложения.
3. В модуль руководителя вводятся перечень фактически производимых и перспективных товаров.
4. В модуль руководителя устанавливаются реальные границы цен на продукцию.
5. В модуле руководителя задаются фактически используемые и перспективные группы оборудования.
6. В модуль руководителя вводится з/п основных и вспомогательных рабочих, затраты на оборудование.

Опробование модернизированной деловой игры «Дельта» показало достаточно высокое качество рекомендуемых управленческих решений. Можно рекомендовать данную игру в качестве системы поддержки принятия решения учебными предприятиями, в том числе, школьными и студенческими компаниями.

Литература

1. Велесько Е.И., Быков А.А., Неправский А.А. Стратегический менеджмент. Деловая игра «Дельта». Пособие. – Мн.: БГЭУ, 2001. – 268 с.
2. Устинова Г.М. Информационные системы менеджмента: Основные аналитические технологии в поддержке принятия решений/Учеб. пособие. – СПб: Изд-во «ДИАСофтЮП», 2000. – 368 с.

СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

С.А. Веревкин

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Принципы сервис-ориентированного подхода являются, по сути, расширением принципов объектно-ориентированной декомпозиции предметной области в программировании. С нарастанием сложности информационных систем возникла объективная необходимость в распределении вычислительных мощностей, используемых для обслуживания таких систем.

Наиболее распространенный принцип разбиения информационных систем основывается на декомпозиции по предоставляемым услугам (сервисам). В этом методе используется принцип выделения независимых частей (сервисов), способных обмениваться результатами работы по единому протоколу (в едином формате). Эти независимые части укрупненно являются аналогами классов в объектно-ориентированном программировании (ООП). Еще более полной аналогией является технология СОМ (компонентная модель), которая является промежуточной стадией при переходе от ООП к сервис-ориентированному программированию (СОП). Использование этой технологии очень напоминает ООП, отличие в присутствии технологии обмена данными между процессами (маршаллинг) и между компьютерами (DCOM – Distributed COM).

Как в ООП, так и в СОП одним из преимуществ декомпозиции является возможность проектирования взаимодействия классов и ограничения доступа к инкапсулированной информации и методам. В СОП такое ограничение получает еще большее развитие, поскольку теперь взаимодействие между сервисами более регламентировано, что позволяет допускать меньшее число ошибок проектировки системы.

Можно с уверенностью утверждать, что это функциональное разнесение является одним из главных преимуществ сервис-ориентированного проектирования. Это позволяет создавать гибкие гетерогенные архитектурные решения с использованием различных платформ, их вычислительных преимуществ и имеющихся библиотек. Сервисы, создаваемые с использованием специализированных платформ разработки, именуются серверами приложений (Application server). Их использование позволяет ограничить доступ к серверам баз данных и другим внутренним ресурсам, поскольку все операции с внутренними ресурсами регламентируются доступными операциями на сервере приложений.

Предлагаемая схема (рисунок 1) была использована при построении системы дистанционного обучения и тестирования.

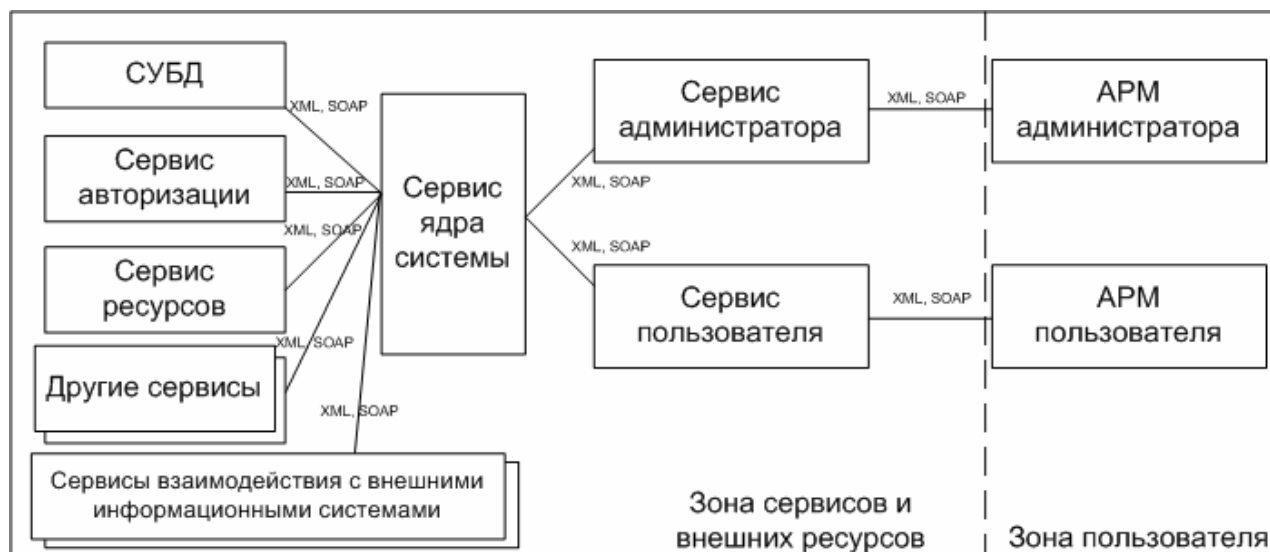


Рисунок 1 – Схема сервис-ориентированного построения информационной системы

Каждый сервис состоит из ряда компонентов и даже отдельных сервисов. Внутренняя организация каждого компонента (сервиса) может зависеть от его реализации. Каждая подсистема обладает следующими основными функциями.

- СУБД. Этот сервис состоит из двух составляющих компонентов: SQL-сервиса, который принимает SQL-запросы и, независимо от платформы, СУБД (системы управления базами данных), работающей с использованием SQL, к которой SQL-сервис обращается. В ООП аналогичен интерфейскому классу и сущности хранения.

- Сервис авторизации. Состав сервиса авторизации может быть сколь угодно сложным. Функциональность может включать в себя как авторизацию по имени и паролю, так и с использованием ключевого носителя и на основании проверки сертификата открытого ключа пользователя. В ООП аналогичен управляющему классу.

- Сервис ресурсов. Предназначен для хранения и представления ресурсов в нужном формате. Внутренняя организация может позволять использование распределенных хранилищ. В ООП аналогичен управляющему классу.

- Другие сервисы, необходимые для выполнения функций ядра системы.

- Сервисы взаимодействия с внешними информационными системами, необходимые для получения и передачи информации при взаимодействии с системой учета обучающихся, групп пользователей, результатов.

- Сервис ядра системы, в котором собрана вся функциональность системы. Доступ к интерфейсу ядра имеют только сервисы администратора и пользователя, являющиеся «обертками» для функций ядра. Сами клиенты доступа к этому интерфейсу не имеют. В ООП аналогичен управляющему классу.

- Сервис администратора. АРМ администратора взаимодействует через этот интерфейс с системой. Здесь есть все доступные ему функциональные возможности. Суть работы данного сервиса – подготовить, обработать и выдать результат запроса к ядру для администратора. Основная цель организации данного промежуточного звена – регламентация всех действий администраторов. Кроме того, данный сервис может быть доступен только внутри некоей корпоративной сети, что повышает безопасность системы. В ООП аналогичен интерфейскому классу.

- Сервис клиента. АРМ клиента взаимодействует с системой только через этот интерфейс во всех операциях. В ООП аналогичен интерфейскому классу.

- АРМ администратора и АРМ пользователя имеют схожее назначение. Это непосредственно модули работы с системой для конечных пользователей. Могут быть реализованы как на клиентской стороне в виде клиентского приложения, так и на серверной стороне, например, в виде веб-интерфейса.

Заранее объявленные интерфейсы каждого сервиса (список доступных функций, аргументов, формата результатов) позволяют разрабатывать каждый сервис независимо от остальных. У любого сервиса можно выделить роль, аналогичную одной из ролей при объектно-ориентированном построении: интерфейсный класс, класс управления, класс сущности и другие.

Логическое продолжение развития методов построения информационных систем привело к переходу от ООП к СОП, что изменило структуру и способы реализации, но не изменило общей задачи и сути построения: возможности расширения, распределения вычислительной и функциональной нагрузки, четкое определение интерфейсов взаимодействия, возможность разработки компонентов на различных платформах и языках программирования.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ВУЗА

А. М. Гудов, С. Ю. Завозкин

КемГУ, г. Кемерово

Для любой крупной организации актуальны проблемы автоматизации хранения, поиска и обработки информации, обеспечения безопасности её передачи и возможности совместного использования. На данный момент на рынке существует большое число систем электронного документооборота (СЭД) предназначенных для решения перечисленных задач. Для оценки их достоинств и недостатков были выделены критерии, включающие назначение, объекты, функционал и архитектуру системы, и проведён обзор, который позволил выявить как достоинства, так и недостатки каждой из них.

Анализ результатов обзора привёл к принятию решения о создании СЭД, автоматизирующей управление документами и бизнес-процессами, а также содержащей механизмы интеграции информационных систем. Данная система помимо наличия функционала, присущего любой классической системе управления бизнес-процессами (WF-системе), должна также позволять хранить данные произвольного типа; иметь в наличии развитые средства интеграции, позволяющие взаимодействовать как со внешними информационными системами, так и объединять в единое информационное пространство системы, существующие в организации; поддерживать механизмы интеллектуального разбора поступающей текстовой информации; обеспечивать настройку на бизнес-процессы организации; а также гарантировать эффективность реализации, работы и оптимальность маршрутов следования электронных документов.

Методы работы определялись сущностью теоретических и практических проблем. Использовались: структурный системный анализ, теория баз данных, теория автоматизации проектирования ИС, методы функционального проектирования в нотациях IDEF0, IDEF3 и IDEF1X, методы оптимизации, теория нейронных сетей, теория и методы разработки программного обеспечения.

Основными объектами СЭД являются электронный документ (ЭД) и бизнес-процесс (БП). *Электронный документ* представляет собой объект, состоящий из двух частей – содержимого и метаданных [1]. Метаданные – это описание электронного документа, однозначно его идентифицирующее, а содержимое – его информационное наполнение, представляемое в виде вложенного файла, коллекции файлов, другого электронного документа или коллекции электронных документов.

Основой для построения информационной модели метаданных ЭД стали: спецификация IMS, стандарт метаданных Дублинского ядра, а также классификация электронных документов, разработанная согласно ГОСТ Р 51141-98 “Делопроизводство и архивное дело”.

Под *бизнес-процессом* (БП) понимается совокупность взаимосвязанных процессов, заданий и функций, описывающая реальный процесс, контролируемый руководителем, который имеет место в организации и выполняется как людьми, так и информационными системами, и направлен на достижение заранее известной бизнес-цели за конечное время. БП имеет входы и выходы, с помощью которых он получает, обрабатывает и выдает некоторый набор параметров.

Процесс - это устойчивая, целенаправленная совокупность заданий, связанных с конкретным ЭД, функций и других процессов, принимающая на входе набор параметров, характеризующих объект, и выдающая на выходе результат выполнения тела процесса.

Задание – выполняемое исполнителем (ИС или должностное лицо, ответственное за выполнение одной или нескольких операций бизнес-процесса) действие над объектом СЭД (ЭД или файл, входящий в содержимое электронного документа). Основная цель задания – связать исполнителя с объектом через набор «допустимых» функций.

Функция – это элементарное действие, автоматически выполняемое системой и возвращающее определённый результат. Функция может получать входные параметры,

однако это не является для неё обязательным требованием. Примеры типовых функций: начальная, конечная, условие, объединение, таймер, сценарий, шлюз, создание объекта определенного типа, получение данных об объекте.

В общем случае БП не является изолированным от других БП и одной из его характерных черт является реакция на внешние события.

Событие - внешнее по отношению к бизнес-процессу действие, определенным образом влияющее на ход бизнес-процесса. Информация о произошедшем событии передается БП через параметры.

Для удобства описания и реализации бизнес-процессов разработан язык KemsuBPD (Business Process Definition Language for KemsuWEB Applications), позволяющий формализовать элементы БП и организовать взаимодействие между ними, обладающий средствами поддержки вложенных процессов, предоставляющий возможности для описания ветвлений и циклов.

СЭД обладает следующим «функционалом» [1]:

1. Функции навигации и организации доступа пользователей к информации, что включает навигацию по иерархии данных в системе, наличие настроек формы и вида выдаваемой информации, наличие развитых механизмов поиска.

2. Функции работы с документами:

- Создание и удаление электронных документов, автоматизация заполнения метаданных документа, контроль заполнения обязательных полей.

- Редактирование документов с поддержкой возможности совместной работы с документами за счёт наличия механизма блокировок.

- Управление версиями документов.

- Ведение истории работы с документами с возможностью восстановления данных.

- Выдача и возврат файлов произвольного типа, вложенных в документы.

- Наличие развитых механизмов формирования отчётов на основе имеющихся в системе данных.

- Автоматическое определение метаданных из содержимого текстового документа, представленного в одном из общепринятых форматов. В основу данного механизма положен математический аппарат, использующий нейронную сеть Кохонена для решения задач классификации образов.

3. Возможность вложения в электронные документы файлов произвольного типа, а также поддержка “псевдораспределённого” хранения данных. Термин “псевдораспределённое хранение” отражает тот факт, что, с одной стороны, все электронные документы хранятся в едином хранилище СЭД, а, с другой стороны, вложенные в них файлы могут находиться как в хранилище СЭД, так во внешних информационных системах. Во втором случае у электронного документа заполняется специальное метаданное, содержащее точное указание на место хранения содержимого.

4. Функции работы с архивом документов. Обеспечивают систематизированное хранение документов. Включают механизмы помещения электронных документов в архив, хранения, а также извлечения документов из архива, поиск нужной информации, оптимизацию стоимости хранения, автоматизацию процессов хранения и списания документов в архив.

5. Функции управления бизнес-процессами:

- Моделирование бизнес-процессов.

- Выполнение и мониторинг процессов.

- Накопления статистики по исполнению процессов и анализ их стоимости и эффективности.

- Контроль исполнения поручений и документов с наступающими сроками исполнения.

- Автоматическая генерация и рассылка участникам бизнес-процесса уведомлений и напоминаний.

- Наличие графического редактора для создания бизнес-процессов.

6. Средства обеспечения безопасности. Включают аутентификацию, авторизацию, разграничение прав доступа к объектам системы, делегирование прав доступа, шифрование информации, поддержку электронной цифровой подписи.

7. Администрирование системы.

8. Удобство сопровождения. Включает полную документацию, возможности расширения системы, техническую поддержку системы.

9. Удобство использования: максимальная ориентация на целевую аудиторию и наличие удобного web-интерфейса.

10. Интеграция с другими информационными системами - осуществляется на уровне middleware и сохраняет в себе основные идеи информационно-ориентированной, сервисно-ориентированной и процессно-ориентированной интеграций. В роли связующего звена (middleware) при этом выступает СЭД, позволяющая объединить все существующие системы в единое информационное пространство на основе четко формализованных описаний объектов и взаимодействий между ними. Также СЭД предоставляет набор сервисов для описания бизнес-процессов, централизованное хранилище данных и уровень «доставки данных» между различными ИС.

Для обеспечения эффективности работы СЭД была разработана модель выбора оптимальной относительно определённых параметров архитектуры системы. Модель основана на решении задачи оптимизации документопотоков на основе методов математического моделирования, состоящей в нахождении оптимальных по определённому критерию путей прохождения документов внутри организации. В качестве критерия оптимизации выбран комплексный критерий, сочетающий стоимость хранения информации, стоимость получения данных из информационных систем, а также стоимость получения данных из хранилищ СЭД.

Анализ целевой функции задачи позволил определить алгоритм выбора оптимальной архитектуры СЭД согласно которому было принято решение о построении СЭД на основе единого централизованного хранилища, содержащего все документы без дублирования. Хранилище состоит из двух частей – реляционной базы данных, предназначенной для хранения метаданных, и хранилища, ориентированного на работу с документами произвольного типа. Канал связи между этими двумя хранилищами должен обладать максимально возможной пропускной способностью. В качестве клиента выбран максимально «тонкий» - стандартный Web-браузер.

Таким образом, СЭД обладает всем необходимым функционалом, для того, чтобы автоматизировать управление электронными документами и бизнес-процессами. Также описанные механизмы позволяют выступить СЭД в роли связующего звена, обеспечивающего интеграцию любых информационных систем как за счёт возможности регистрации произвольных документов, хранящихся во внешних информационных системах, в СЭД с последующим участием их в бизнес-процессах ВУЗа, так и за счёт предоставления возможности для систем обмениваться любыми данными.

На данный момент реализован прототип СЭД. В ближайшее время планируется его доработка до первой версии системы и внедрение её в тестовую эксплуатацию в Кемеровском государственном университете.

Литература

1. Гудов А.М., Завозкин С.Ю.. "Информационные и математические модели, заложенные в систему электронного документооборота КемГУ" // Вестник НГУ, том.2, вып.1, 2005. Серия "Информационные технологии в образовании".

2. Гудов А.М., Завозкин С.Ю., Меньшиков А.С.. "Создание компонента автоматического определения метаданных документа для системы электронного документооборота" // Вестник томского государственного университета №16, март 2006.

3. Гудов А.М., Завозкин С.Ю. "Об одной модели оптимизации документопотоков, реализуемой при создании системы электронного документооборота." // Вычислительные технологии, том 11, специальный выпуск, 2006.

4. Гудов А.М., Завозкин С.Ю. Интеграция распределённых приложений при помощи системы электронного документооборота. // Труды международной конференции “Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании”, II том – Павлодар: ТОО НПФ “ЭКО”, 2006.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ УЧЕБНОГО ПЕРСОНАЛА ВУЗА

Т.В. Киселева, Н.В. Панкратова

СибГИУ, г. Новокузнецк

В настоящее время в России наблюдается своеобразный бум в области дистанционного образования. Вслед за Современным гуманитарным институтом дистанционным образованием активно занялись Московская академия экономики, статистики и информатизации, Тюменский государственный университет, Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ) и многие другие вузы.

Дистанционное обучение (ДО) через Интернет - это обучение, при котором предоставление обучаемым существенной части учебного материала и большая часть взаимодействия с преподавателем осуществляются с использованием технических, программных и административных средств глобальной сети Интернет.

Большой интерес в развитых странах к удаленному обучению проявляют студенты. В США, по данным ИДС, более 50% высших учебных заведений используют дистанционные онлайн-программы, как составную часть образовательного процесса.

Отличительной особенностью ДО является предоставление обучаемым возможности самим получать требуемые знания, пользуясь развитыми информационными ресурсами, предоставляемыми современными информационными технологиями. Информационные ресурсы: базы данных и знаний, компьютерные, в том числе мультимедиа, обучающие и контролируемые системы, видео- и аудиозаписи, электронные библиотеки - вместе с традиционными учебниками и методическими пособиями создают уникальную распределенную среду обучения, доступную широкой аудитории.

Проведение видео- и телевизионных лекций, круглых столов, компьютерных видео- и текстовых конференций, возможность частых, вплоть до ежедневных, консультаций с преподавателем по компьютерным коммуникациям делают взаимодействие обучаемых с преподавателями даже более интенсивными, чем при традиционной форме обучения.

Интенсивные телекоммуникационные взаимодействия обучаемых между собой и с преподавателями консультантами позволяют проводить электронные семинары и деловые игры.

При создании курса ДО важно учесть особенности целевой группы, для которой создается этот курс и выбрать методику дистанционного обучения с учетом особенностей технического обеспечения обучаемого.

Эффективность любого вида обучения на расстоянии зависит от четырех составляющих:

- а) эффективного взаимодействия преподавателя и обучаемого, несмотря на то, что они физически разделены расстоянием;
- б) используемых при этом педагогических технологий;
- в) эффективности разработанных методических материалов и способов их доставки;
- г) эффективности обратной связи.

Другими словами, эффективность дистанционного обучения зависит от качества используемых материалов (учебных курсов) и мастерства педагогов, участвующих в этом процессе. Поэтому педагогическая, содержательная организация дистанционного обучения (как на этапе проектирования курса, так и в процессе его использования) является приоритетной.

При создании курсов ДО необходимо учитывать следующие требования:

Мотивация. Мотивация - необходимая составляющая обучения, которая должна поддерживаться на протяжении всего процесса обучения. Большое значение имеет четко определенная цель, которая ставится перед студентом. Мотивация быстро снижается, если уровень поставленных задач не соответствует уровню подготовки студента.

Постановка учебной цели. Студент с самого начала работы за компьютером должен знать, что от него требуется. Задачи обучения должны быть четко и ясно сформулированы в программе.

Создание предпосылок к восприятию учебного материала. Для создания предпосылок к восприятию учебного материала могут быть полезны вспомогательные материалы (руководства для студентов), входящие в комплект готового пакета или подготовленные самим преподавателем. Возможно проведение предварительного тестирования.

Подача учебного материала. Стратегия подачи материала определяется в зависимости от решаемых учебных задач. Важной проблемой является оформление кадров, подаваемых на экран дисплея. Необходимо использовать известные принципы удобочитаемости.

Обратная связь. Этот критерий имеет ключевое значение для обучаемого, меньше - в тестирующей программе, больше - в тренажерной. Компьютер способен обеспечивать обратную связь, причем помощь эта может быть индивидуальной.

Оценка. В ходе работы с компьютером студенты должны знать, как они справляются с учебным материалом. Однако предпочтительно не указывать количество неправильных ответов до окончательного подведения итогов. Большинство студентов, как правило, стимулирует небольшое число оставшихся заданий, большое число выполненных заданий стимулирует меньше. Наиболее важным в дистанционном курсе является организация коммуникаций "студент - преподаватель - студенты". Для этих целей рекомендуется организация работы студентов в проектах или "обучение в сотрудничестве", дискуссии.

В нашей стране широко используется дистанционное образование студентов. Однако в последнее время появилась необходимость применять дистанционное образование и для повышения квалификации персонала, в том числе и преподавателей вузов. В этой области имеется опыт такого образования, например в Ульяновском государственном техническом университете (УлГТУ).

УлГТУ развивает активную деятельность в сфере переподготовки сотрудников предприятий на основе компетентностного подхода. Данный подход включает в себя три этапа:

1. Предварительный этап - обоснование необходимости создания проекта по переподготовке сотрудников на основе компетентностного подхода, определение способов разработки модели компетенций, формирование команды менеджеров среднего звена, для реализации проекта.

2. Этап разработки модели компетенций - включает формирование перечня ключевых компетенций организации и создание на их основе профилей должности сотрудников. При этом необходимо:

- переработать положения по структурам с учетом определения конечных результатов деятельности подразделений;

- определить первоочередные для подразделения ключевые компетенции;

- разработать должностные инструкции сотрудников, описать выполняемые ими бизнес-процессы, и сформировать индивидуальные для каждой должности профессиональные и личностные компетенции (профили должности);

- организовать обучение сотрудников по профилю должности с учетом потребности в обучении, определяемой либо в процессе обсуждения, либо опроса.

3. Этап разработки программ обучения, учебно-методических материалов и проведение обучения, осуществляется на основе компетентностного подхода путем комбинированного обучения (используются дистанционные и традиционные технологии).

Комбинируемое обучение, как отмечено выше, наряду с традиционными технологиями предполагает использование и дистанционного: кейс- и технологии электронного обучения.

Повышение квалификации и переподготовка на основе кейс и технологии электронного обучения осуществляется с использованием комплексной автоматизированной системы управления вузом (КАСУ ВУЗ).

Обучение, повышение квалификации и переподготовка специалистов на базе КАСУ ВУЗ

КАСУ ВУЗ - полнофункциональная система, разработанная специально для управления деятельностью российских высших учебных заведений, в частности, для организации обучения по повышению квалификации и переподготовке.

КАСУ ВУЗ включает две многоуровневые, многофункциональные подсистемы:

1. Организация, технология, управление образовательной деятельностью, условно названная «Менеджмент, организация, технологии» (МОТ).
2. Интегрированная среда разработки и использования сетевых (электронных) курсов, условно названная «Технологии образовательных ресурсов» (ТОР).

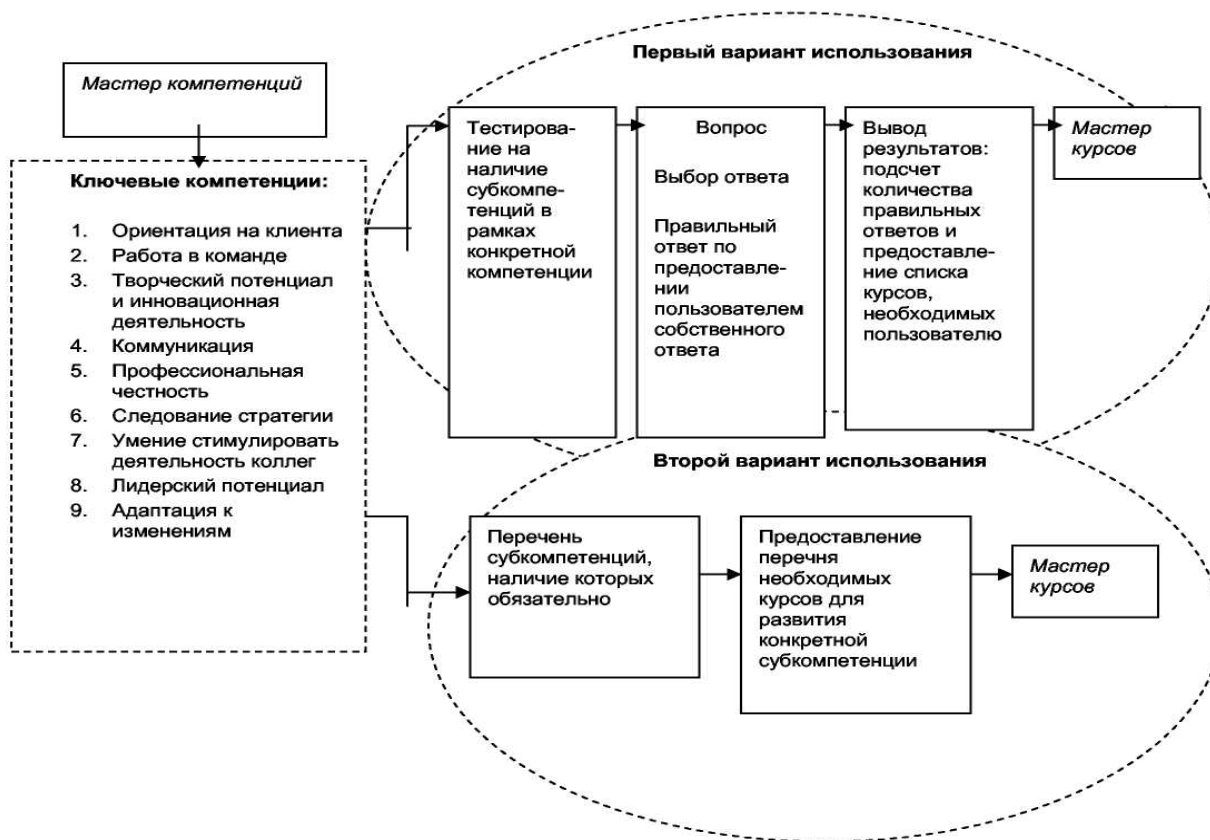


Рисунок – Схема состава ключевых компетенций

Подсистема МОТ автоматизирует процессы организации обучения как в вузе, так и на предприятии, в организации. При этом в вузе автоматизирована работа приемной комиссии, деканатов, кафедр, учебной части, отдела кадров, планово-финансовой деятельности, бухгалтерского учета, учета основных средств, расчета заработной платы и другие сферы деятельности. На предприятии, в организации автоматизированы процессы группового и индивидуального обучения, повышения квалификации и переподготовки специалистов.

Подсистема ТОР обеспечивает реализацию двухвариантной схемы обучения, повышения квалификации и переподготовки специалистов.

Базовыми блоками схемы являются разработанные нами "Мастер компетенций" и "Мастер курсов".

"Мастер компетенций" - это совокупность методов и средств, позволяющих протестировать специалиста на знание / незнание ключевых компетенций.

"Мастер курсов" - это совокупность методов и средств, предоставляющих курсы в соответствии с теми или иными запросами.

Состав ключевых компетенций и последовательность действий в первом и втором варианте представлены на схеме.

Подсистема TOP автоматизирует процессы двухвариантной схемы обучения специалистов, в том числе организует тестирование, используя методы и средства блока "Мастер компетенций", формирует наборы курсов используя методы и средства блока "Мастер курсов". После тестирования и получения необходимого набора курсов осуществляется процесс обучения, повышение квалификации и переподготовки специалистов. Результаты обучения поступают в подсистему MOT в учетную карточку специалиста.

Подсистема MOT выполняет постоянный мониторинг по периодам обучения, и выдает списки сотрудников, для которых наступает время следующей переподготовки.

После этого снова выполняется описанная выше работа по двухвариантной схеме. Одновременно обновляются ключевые компетенции, в них включаются новые знания, умения, навыки и проходит следующий этап переподготовки специалистов.

Российская система образования, включая профессиональное образование, ориентирована на интеграцию в европейское образовательное пространство, создаваемое на основе Болонской и Копенгагенской деклараций, поэтому в СибГИУ предстоит разработать новые стратегии, учитывая при этом особенности собственной системы образования, и, формировать реалистичные пути ее сближения с европейской, осуществляя переподготовку кадров на основе принятого в Европе компетентностного подхода.

Литература

1. Бондарь С.И., Демина О.Г. Система переподготовки сотрудников на основе компетентностного подхода // Материалы XVI Международной конференции «Применение новых технологий в образовании» Троицк, 2005. – С. 231-232.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПСИХОДИАГНОСТИКИ ЛИЧНОСТИ

М.В. Ляховец, В.В. Савченко

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В начале восьмидесятых годов прошлого столетия в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление, получившее название "экспертные системы" (ЭС), цель исследований по которым состоит в разработке программ, получающих при решении трудных для эксперта-человека задач результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым самим экспертом. Исследователи в области ЭС для названия своей дисциплины часто используют также термин "инженерия знаний", введенный Е. Фейгенбаумом как "привнесение принципов и инструментария исследований из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов" [1].

В большинстве случаев экспертные системы функционируют в областях с значительной нечеткостью, и построение работоспособных систем затруднительно при наличии большого количества неопределенностей, неоднозначностей и неточностей. Так можно выделить следующие источники неопределенностей при реализации экспертной системы: решения в предметной области могут иметь нечеткий характер; неопределенность в постановке вопроса, что приводит к наличию неопределенности в ответе; неопределенность в процессе сбора экспертного знания; процесс рассуждений эксперта неточен, в результате

чего инженер по знаниям может принять за последовательность логического вывода то, что в действительности таковой не является; принадлежащее эксперту знание может содержать неопределенность, следовательно, дополнительная неопределенность будет возникать при переводе его в формальный язык ЭС. Таким образом, для большинства исследователей, занимающихся проблемами искусственного интеллекта, давно положительным образом решен вопрос об использовании нечетких методов в разработке ЭС [1, 2]. Под нечеткой экспертной системой понимается экспертная система, которая включает нечеткие множества или нечеткую логику в процесс логического вывода и/или в схему представления знаний [3].

Целью работы было создание экспертной системы психодиагностики личности, а именно, подсистемы оценки предрасположенности личности к конфликтам, и предназначена для использования штатным психологом ОБДПС ГИБДД в целях повышения работоспособности и уровня профессиональной успешности коллективов сотрудников дорожно-патрульной службы. Важность присутствия психолога в подразделениях МВД была осознана достаточно давно: так Директивой Министра внутренних дел РФ от 1996 года было завершено создание системы психологического обеспечения профессиональной деятельности личного состава. К важнейшим задачам психолога относятся, кроме прочего, такие задачи, как: психологическое консультирование руководителей по работе с персоналом и управлению в органах внутренних дел; социально-психологические обследования коллективов, изучение морально-психологического климата, выработка рекомендаций по его оптимизации; выявление лиц, склонных к деструктивному поведению, предупреждение и психологическая коррекция проявлений профессиональной деформации личности сотрудников. Разрабатываемая система в первую очередь направлена на помощь психологу в принятии решений при выдаче рекомендаций начальнику ОБДПС по формированию экипажей, состоящих из двух сотрудников ДПС, с учетом их предрасположенности к конфликтам.

Типичная ЭС состоит из следующих основных компонентов [4]: решателя (интерпретатора); рабочей памяти, называемой также базой данных (БД); базы знаний (БЗ); компонентов приобретения знаний; объяснительного компонента; диалогового компонента. Взаимодействие основных компонентов ЭС представлено на рисунке 1.

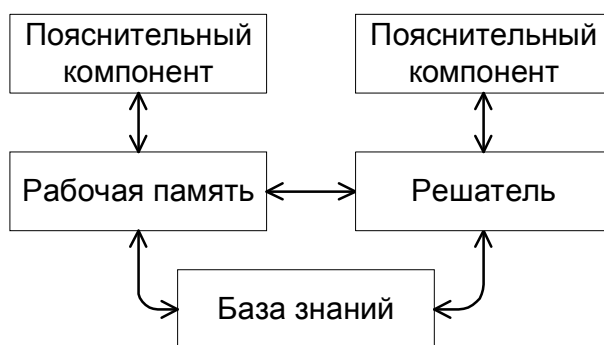


Рисунок 1 – Типовая структура экспертной системы

Основным элементом ЭС является база знаний, которая в случае рассмотрения нечеткой ЭС представляет собой набор продукционных правил, оперирующих нечеткими переменными и соответствующими им значениями терм-множеств, и их функций принадлежности; поэтому этап сбора экспертного знания является ключевым при создании ЭС любого масштаба. База знаний в рассматриваемой системе формировалась на основе метода структурированного интервьюирования штатного психолога, выступающего в роли эксперта, инженером по знаниям. На основе обработки полученных транскрипторов интервью были разработаны продукционные правила, положенные в основу базы знаний.

Неотъемлемой частью разрабатываемой ЭС является программная оболочка, реализованная на платформе существующего программного продукта HyperLogic CubiCalc и предназначенная для выполнения функций экспертной системы, связанных с хранением экспертного знания, осуществлением нечеткого логического вывода, частично привлекается

для пояснения решения на этапе тестирования системы. К достоинствам CubiCalc относится возможность взаимодействия с другими приложениями по средствам технологии DDE; поддержка собственного языка программирования, используемого на этапах инициализации, препроцессора и постпроцессора и служащего для более гибкого управления течением логического вывода, что при оценке значений следствий продукционных правил CubiCalc позволяет осуществить вариации над методами нечеткого вывода, произвольно задавая способы импликации, композиции, дефазификации.

Другими частями ЭС являются: ядро системы и база данных по персоналу. Ядро системы представляет собой многопоточное 32-разрядное приложение, созданное средствами IDE Delphi 7.0. Основное назначение его – выполнять функции диалогового компонента, объяснительного компонента и рабочей памяти, также объединяя в себе функции по обеспечению информационного обмена с базой данных и оболочкой экспертной системы. Информационный обмен с базой данных, содержащей сведения о персонале, обеспечивается с помощью модуля взаимодействия с БД, который использует технологию ODBC, и реализующий все запросы с помощью языка структурированных запросов SQL. В ядре системы реализован модуль взаимодействия с CubiCalc, необходимый для передачи исходной для логического вывода информации из рабочего пространства ядра, управления ходом логического вывода, получения результатов логического вывода. Данные возможности реализованы через систему DDE сообщений, построенную таким образом, чтобы компоненты системы могли активно влиять друг на друга. И последний модуль ядра – это модуль интерфейса, служащий для предоставления пользователю удобного интерактивного диалога с экспертной системой и возможности просмотра интересующей информации.

База данных о персонале представляет собой совокупность таблиц, объединенных в одну базу данных формата Microsoft Access, и выполняет функции хранения подлежащей обработке информации, обработанную информацию, идентификационную информацию о сотрудниках.

Взаимосвязь между этими частями представлена на рисунке 2 в виде функциональной схемы в нотации стандарта IDEF0.

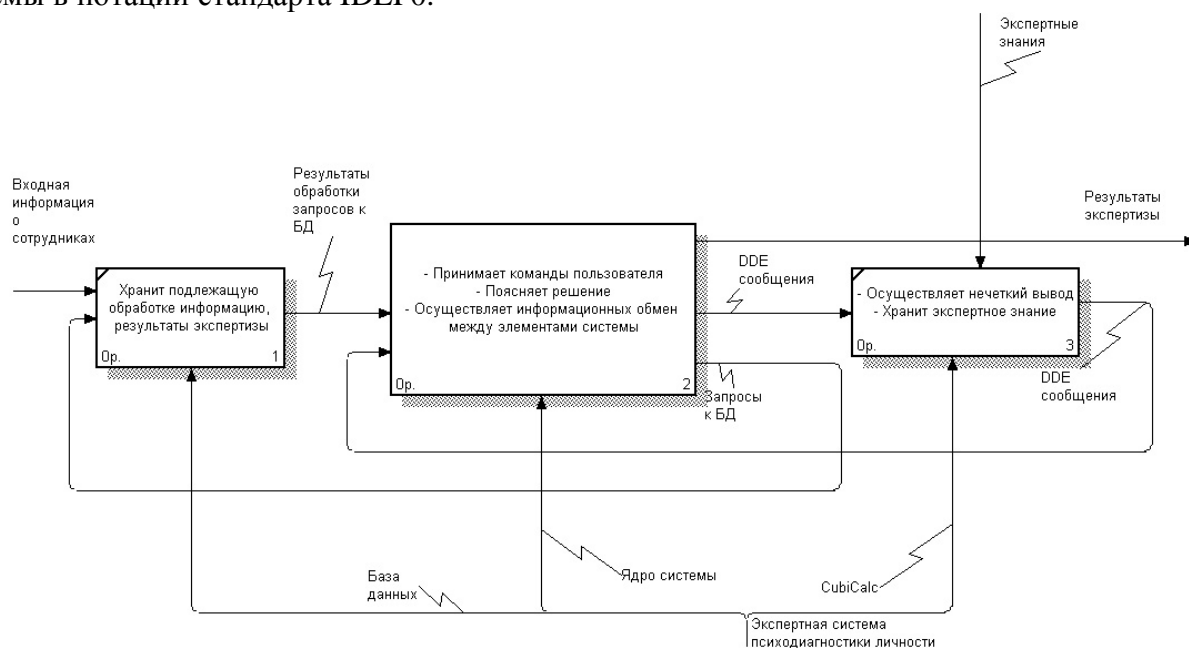


Рисунок 2 – Функциональная схема разрабатываемой ЭС

При разработке ЭС одним из основных требований было достижение дружественного к пользователю интерфейса самой программы и системы в целом. Поэтому система реализована таким, требующим минимальных знаний пользователя о схеме функционирования системы, образом. Пользователь управляет ЭС посредством взаимодействия с её ядром, а точнее – с модулем интерфейса. Система практически не

требует настройки со стороны пользователя, за исключением варьирования скорости логического вывода.

Подсистема оценки предрасположенности к конфликтам экспертной системы психодиагностики личности представляет собой инструмент, позволяющий в краткие сроки оценить уровень конфликтности сотрудничества всех возможных для формирования в рамках ОБДПС экипажей ДПС, имеющих в составе 2-х работников государственной инспекции БДД, сократить временные затраты начальствующего и ответственного состава на формирование бесконфликтных экипажей.

Литература

1. Асаи К. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
2. Kandel A. Fuzzy Expert Systems / Kandel A. – FA.: CRC Press LLC, 1991. – 511 с.
3. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
4. Krishnamoorthy C.S., Rajeev S. Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers / Krishnamoorthy C.S., Rajeev S. – FA.: CRC Press, 1996. – 254 с.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕРАТОРОВ ЗАДАЧ

Ю.В. Морозова

ТУСУР, г. Томск

В Томском межвузовском центре дистанционного образования успешно внедряются генераторы задач в учебный процесс. Разработано порядка 100 генераторов по гуманитарным и техническим дисциплинам, которые нашли применение в контроле знаний [1]. Однако на основании опыта применения таких генераторов предложено не только использовать генераторы задач для контроля знаний, но и совместить контроль и обучение. Предлагается при контроле знаний студенту дать возможность пользоваться подсказками и получать правильные решения задач. Уровень подсказки может быть различным: указания к решению задачи, общее решение, решение подобной задачи, решение конкретной задачи, которую студент не смог решить. При этом для прохождения данного этапа контроля знаний ему в дальнейшем будет предложена новая конкретная задача. В результате строится интерактивный процесс, позволяющий студенту получать оперативную помощь при затруднениях в решении задач, что важно для дистанционной технологии [2].

Процесс создания генераторов задач более трудоемок, по сравнению с «ручным» подходом к разработке вариантов учебных заданий, вследствие того, что необходимо создать базу знаний для получения большого числа конкретных заданий. Фрагментом такой базы знаний является шаблон, который включает в себя: формулировку задачи, алгоритм генерации параметров, множество изменений параметров, алгоритм формулировки задачи, алгоритм решения задачи. В результате построения такой базы из одного шаблона получается огромное число конкретных задач, тем самым имитируем огромный банк задач, который не надо обновлять.

Приведем пример базовой задачи – шаблона из курса высшей математики[3].

Пример 1. Найдите предел

$$A = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{arctg}(ax)}{\sqrt{x + b^2} - b}.$$

В данном примере параметрами являются a, b такие, что $a \in (-5; 5), b \in (1; 5)$. Эталонный ответ будет $A = 2 \cdot a \cdot b$.

Генератор устанавливает значения параметров, выбирает одно из условий задачи, рассчитывает эталонный ответ для этого условия и выдает конкретную задачу на экран студенту при каждом сеансе вызова программы. Каждый раз студент получает свое

уникальное задание. Он может решить задачу и проверить результат решения. В случае затруднения студент может вызвать подсказку к данной задаче, что показано на рисунке 1.

"Высшая математика" Магазинников Л.И.

Тема: Первый замечательный предел

Найдите предел

$$A = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{arctg}(-4x)}{\sqrt{x+4}-2}$$



Примечание. Если в ответе десятичная дробь, то ответ округлить до сотых. Дробную часть отделять точкой. Если предел не существует вводить слово нет. Если ответы $-\infty$, $+\infty$, ∞ , ∞ , то вводить слово -бск, +бск, бск.

Ввод ответа:

Вопрос 6

Всего вопросов 10

Студент:

Решение

Помощь

Калькулятор

Предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ называют первым замечательным пределом. Величина x измеряется в радианах.

Пусть требуется найти $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\sin \alpha(x)}{\alpha(x)}$, где $\lim_{x \rightarrow x_0} \alpha(x) = 0$. Сделаем замену $\alpha(x) = t$. Когда $x \rightarrow x_0$, то $t \rightarrow 0$. Получаем

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\sin \alpha(x)}{\alpha(x)} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sin t}{t} = 1.$$

Часто встречаются пределы вида $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{\sin \alpha(x)}{f(x)}$, где $\lim_{x \rightarrow x_0} \alpha(x) = 0$ и $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = 0$. Имеем неопределенность вида $\frac{0}{0}$.

Рисунок 1

Также студент может посмотреть разнообразие решений этой задачи. Подробное изложение этого режима будет дано в докладе.

Внедрение описанной технологии обучения позволит студенту самостоятельно освоить курс высшей математики с использованием дистанционной технологии.

Литература

1. Кручинин В.В., Морозова Ю.В. Модели и алгоритмы генерации задач в компьютерном тестировании // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307, – №5. – С. 127-131.

2. Кручинин В.В., Магазинников Л.И., Морозова Ю.В. Проблема самостоятельной подготовки студентов // Современное образование: ресурсы и технологии инновационного развития, – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006. – С. 128-129.

3. Кручинин В.В., Магазинников Л.И., Морозова Ю.В. Проблема самостоятельной подготовки студентов // Современное образование: ресурсы и технологии инновационного развития: Труды Всероссийской научно-метод. конф. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006. – С. 128–129.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

В.В. Плещев

УрГЭУ, г. Екатеринбург

Правительственной программой модернизации российского образования до 2010 г. провозглашен лично ориентированный подход к образованию, который приводит к необходимости быстрого пересмотра существующих или создания в ограниченное время большого числа новых индивидуальных методических систем обучения (МСО). Другой тенденцией реформирования высшего образования является компетентностный подход к

подготовке специалистов. Анализ работ в области этих подходов выявляет, что в педагогической литературе отсутствует устоявшаяся трактовка базовых терминов, исследования носят, как правило, теоретический характер и не содержат механизмов реализации одновременно этих подходов в вузе.

Примем следующие определения базовых понятий:

- 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);
- под компетентностным подходом к построению учебного процесса понимается ориентация всех его компонентов 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 траекторий формирования компетентности. Решение этой задачи возможно через использование, предлагаемого автором, нового класса методических систем обучения – адаптивных методических систем формирования компетентности (АМСФК) [1]. Под АМСФК понимается: совокупность взаимосвязанных компонентов критериального, целевого, содержательного, инструментально-технологического, операционно-деятельностного, контрольно-регулирующего и оценочно-результативного назначения, обеспечивающих построение и реализацию индивидуальной траектории обучения и формирование максимально возможной потенциальной компетентности будущего специалиста при заданных условиях.

Предлагаемая методология проектирования направлена на создание АМСФК, обеспечивающей применение следующей педагогической технологии: формирование базовых вариантов обучения (наиболее полных и фундаментальных и избыточных по объему и глубине даваемых знаний и умений); автоматическое формирование из базовых или других вариантов новых индивидуальных вариантов и их автоматизированная или автоматическая адаптация и оптимизация; обучение по индивидуальным вариантам; контроль степени сформированности потенциальной компетентности и компетенций, и по его результатам корректировка текущих или формирование новых индивидуальных вариантов для следующего этапа обучения и т. д. (рисунок).

При проектировании АМСФК используются следующие принципы: дифференциация содержания учебного материала по уровням изучения, условной цене и по другим параметрам; модульность; интеграция и согласованность учебных дисциплин; вариативность и оптимальность обучения; открытость; технологичность, интерактивность и автоматизация процесса формирования вариантов обучения и обеспечения; универсальность; использование технологии визуального вариантно-ориентированного проектирования со свойствами инкапсуляции (объединение в варианте обучения всей информации, необходимой для обучения – вариант обучения является индивидуальной методической системой), наследования (варианты-потомки наследуют всю информацию от своего родителя), полиморфизма (можно изменить наследуемую от родителя информацию).

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 (рисунок).

Главная техническая идея реализации адаптации заключается в «привязке» всех элементов методической системы к учебным элементам варианта обучения. При изменении

состава учебных элементов автоматически меняется и содержание всей методической системы, т.е. вариант обучения является «генным» носителем методической системы.

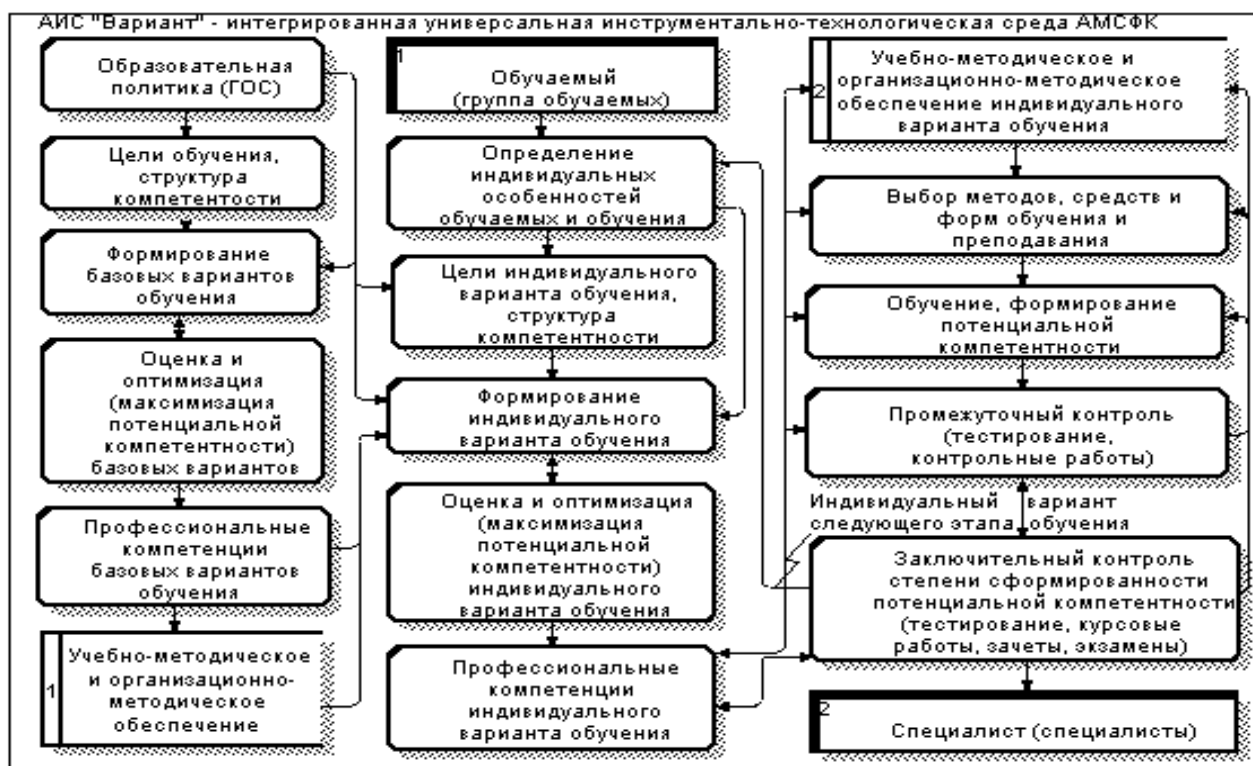


Рисунок – Концептуальная модель АМСФК

Для дифференциации и оценки учебных элементов, вариантов и качества обучения в целом вводятся следующие понятия.

Уровни изучения учебных элементов. Обычно уровни определяются преподавателем индивидуально (например: начальный, основной) и углубленный). Классификация по уровням позволяет задать достаточно однородный по сложности и востребованности учебный материал и организовать поэтапный процесс обучения с переходом от одного уровня к другому; позволяет разделить группу обучаемых на подгруппы и реализовать технологию разноуровневого обучения в вузе.

Условная цена учебного элемента – количественная экспертная оценка (по десятибалльной системе) вероятности использования в практической работе полученных знаний, навыков и умений в результате изучения учебного элемента. Оценка компетенций и потенциальных компетентностей носит накопительный характер. Чем выше значение этого показателя, тем важнее для практической работы получаемые обучаемым, после изучения учебного элемента, знания и умения. Таким образом, данный показатель оценивает учебный элемент с точки зрения формируемой потенциальной компетентности, без учета уровня изучения. Естественно, что значение этого показателя для одного и того же учебного элемента может отличаться для различных вариантов обучения.

Уровень учебной рентабельности (учебная рентабельность) – 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 (вне зависимости от уровня изучения).

Потенциальная компетентность – произведение номера уровня изучения учебного элемента на значение его условной цены. Компетентность не может возникнуть сама собой на «пустом месте». Она является итоговым результатом обучения. Этот результат формируется из результатов изучения отдельных учебных элементов и их можно оценивать с точки зрения их значимости в формируемом процессе обучения как потенциальной теоретической возможности формирования компетентности будущего специалиста. Оценку

этой значимости будем называть потенциальной компетентностью, формируемую учебным элементом. Очевидно, что чем больше значение условной цены, тем больше значение его потенциальной компетентности. С другой стороны, 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). Исходя из этих двух предположений, для оценки потенциальной компетентности и предлагается данная расчетная формула. Компетенцию в образовании можно рассматривать как составную часть компетентности, поэтому логично формулу расчета значения показателя оценки потенциальной компетентности распространить и на компетенцию.

Потенциальная эрудиция, формируемая учебным элементом – частное от деления значения условной цены на номер уровня изучения учебного элемента.

Уровень потенциальной компетентности/эрудиции – частное от деления значения потенциальной компетентности/эрудиции на нормативное учебное время, затрачиваемое на изучение учебного элемента. Это понятие характеризует эффективность использования учебного времени с точки зрения получения потенциальной компетентности или эрудиции соответственно.

Относительный рейтинг учебного элемента - отношение значения учебного показателя для учебного элемента к максимальному значению этого показателя среди всех учебных элементов данного уровня анализа (условной цены по темам).

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. В этом случае 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;

Предлагается следующая технология построения программы учебной дисциплины для базовых вариантов обучения: на основе ГОС строится компетентностная модель специалиста; анализируется современное состояние предметной области и построение графа науки; производится отбор из графа науки учебного материала и формирование отдельных графов и содержания по каждой профильной учебной дисциплине; 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; в автоматизированном и в визуальных режимах формируется базовый вариант обучения.

АИС адаптивного компетентностного обучения в вузе (АИС Вариант+ВУЗ) в настоящее время включает в себя четыре основных уровня: преподаватель, кафедра, деканат и ректорат с единой базой данных.

Уровень преподавателя. Реализуется автоматизированное формирование АМСФК (АИС Вариант): копирование, адаптация, формирование, оптимизация и оценка качества вариантов обучения, учебных программ, тестов; организация тестирования; генерация индивидуальных учебных пособий, экзаменационных вопросов и билетов и др. На уровне кафедры реализуется формирование, оптимизация и оценка учебных планов по специальностям и учебным группам; учебной нагрузки

Уровень кафедры. Создается учебный базовый пятилетний план по специальности с недельной нагрузкой. Путем копирования его создаются учебные планы для каждой группы, которые уточняются и утверждаются руководством. В этих планах для каждой дисциплины указывается кафедра, которая отвечает за дисциплину. Далее, из этих планов выделяется текущий учебный год и формируется учебная нагрузка по кафедре с указанием преподавателя и график учебного процесса. Для расчета нагрузки используется справочник

норм. После утверждения учебной нагрузки по кафедре, выбираются дисциплины по преподавателям и формируется нагрузка по каждому преподавателю. Таким образом, все согласовано с учебным пятилетним планом и действующими нормативами на учебные работы.

Уровень деканата. Заводится информация о студентах, преподавателях, и дисциплинам. Лучшим вариантом является наличие в базе данных учебных планов по специальностям и учебных программ по всем дисциплинам, результатов электронного тестирования. Из сводных ведомостей первоначально заводится успеваемость студентов. Для проведения сессий формируется учебная документация (экзаменационные и аттестационные ведомости и листы с которой заводится в базу результаты сессии. Для анализа успеваемости и учебной задолженности формируются соответствующие аналитические запросы и отчеты.

На уровне ректората формируется сводная аналитическая информация по вузу.

Литература

Плещёв В.В. Проектирование и реализация адаптивных методических систем формирования компетентности специалистов в области разработки компьютерных приложений. Монография. Изд-во УрГЭУ, 2005, 434с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХСТРУЙНОГО ПРЯМОТОЧНОГО ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА

О.А. Полях, Г.В. Галевский, В.В. Руднева

СибГИУ, г. Новокузнецк

Многоструйные прямоточные реакторы обладают широкими технологическими возможностями, так как их конструкция позволяет одновременно эксплуатировать несколько плазмотронов, что обеспечивает создание агрегатов большой единичной мощности и формирование результирующего потока с равномерным температурным полем. В реакторах такого типа осуществляется синтез нанодисперсных материалов при ограниченном (10^{-3} – 10^{-2} с) времени пребывания реагентов в реакционной зоне. Поэтому для достижения высокой селективности процесса при требуемой степени превращения сырья в готовый продукт необходимо исследовать и оптимизировать гидродинамические и теплотехнические характеристики реактора.

Для решения поставленной задачи разработана прикладная программа, выполненная в среде Microsoft Access и предназначенная для расчетов характеристик трехструйного прямоточного плазменного реактора. Вычисляется распределение среднemasсовой температуры по длине, распределение температуры внутренней поверхности стенки нефутерованного и футерованного различными материалами реактора. Изменяемыми параметрами для оптимизации характеристик являются: мощность реактора, диаметр реактора, вид и расход плазмообразующего газа, КПД плазмотронов, скорость потока, начальная температура плазмы. По результатам расчетов для процесса производства заданного материала выбирается необходимая температура закалки и вид футеровки канала реактора. Формируются отчеты по каждой задаче.

Целью расчетов является оптимизация характеристик трехструйного прямоточного плазменного реактора для заданного процесса получения конкретного материала (карбидов, боридов, нитридов тугоплавких соединений). Программа предназначена для студентов специальностей: 240301 – Химическая технология неорганических веществ, 150102 – Metallургия цветных металлов; аспирантов и для работающих в области химической технологии и металлургии ученых-исследователей. Основными задачами являются:

- совершенствование и прогнозирование режимов работы реактора через анализ результатов;
- создание информационной базы, отражающей возможные режимы работы плазменного реактора;

- развитие у пользователей навыков использования наиболее распространенных приложений;
- личное выполнение студентом работы и возможность контроля преподавателем благодаря обязательной регистрации пользователя.

Исходные данные вводятся на соответствующих закладках формы «Исходные данные». При использовании программы в учебном процессе контроль достоверности значений рассчитанных показателей, создание информационной базы, отражающей результаты, осуществляет преподаватель, за которым закреплены соответствующие учебные дисциплины.

Программа представляет законченный программный продукт, который может быть реализован на компьютерах класса IBM PC AT под управлением MS Windows версии не ниже 2000 и установленным Microsoft Access версии не ниже 2000. Программа имеет дружественный интерфейс и систему контекстно-зависимой помощи, обеспечивает корректную обработку ограничений и ошибок во время выполнения. В качестве языка программирования выбран язык Visual Basic for Application. При проектировании автоматизированной системы были использованы технологии традиционного структурного проектирования, методическая основа, а также элементы объектно-ориентированного подхода.

Основная задача СУБД: обеспечить хранение, модификацию, загрузку, целостность, непротиворечивость входной экспериментальной и промежуточной информации, совместимость формата данных, используемого СУБД, с широко известными форматами хранения информации для возможного ее экспорта; организовать занесение, корректировку, контроль, просмотр и удаление информации. Диспетчер печати осуществляет альтернативный вывод информации. Информация может выводиться на экран, принтер или в файл, расположенный на внешнем носителе.

Расчет распределения среднемассовой температуры потока по длине реактора. Теплообмен в канале плазменного реактора происходит в условиях существенного изменения теплофизических свойств потока, поэтому при исследовании процесса необходимо определить осевое распределение среднемассовой температуры.

Определение среднемассовой температуры потока производится по изменяющейся энтальпии газа, зависящей от мощности в дугах. Изменяемыми параметрами для оптимизации характеристик являются: мощность реактора, диаметр реактора, вид и расход плазмообразующего газа. Также задаются значения КПД плазмотронов, скорость потока, начальная температура плазмы. Плотность и вязкость плазмообразующего газа выбираются из справочных таблиц, имеющих в программе.

Если введенные исходные данные не согласуются между собой, появляется окно «Введены некорректные исходные данные». В этом случае необходимо провести корреляцию изменяемых параметров: полезной мощности, расходуемой на нагрев газа, энтальпии газа, найти начальную температуру. Затем проверить соответствие расхода плазмообразующего газа и требуемой начальной температуры, при необходимости изменить значения.

Результатом расчетов является таблица (таблица 1), отражающая распределение теплового КПД и мощности реактора, энтальпии и среднемассовой температуры плазмообразующего газа по длине реактора (в зависимости от калибра), и графическая зависимость (рисунок), иллюстрирующая распределение среднемассовой температуры плазменного потока по длине реактора.

По результатам расчетов выбирается необходимая температура закалки (в интервале термодинамической устойчивости синтезируемого соединения), определяемая длиной реактора. По полученной графической зависимости температуры плазменного потока от калибра реактора делаются выводы о характере распределения среднемассовой температуры по длине реактора и интенсивности теплообмена на различных его участках.

Таблица 1 - Результаты расчета. Отклонение от заданной начальной температуры на 0,00 %

| Калибр | Тепловой КПД реактора | Мощность реактора, | Энтальпия, кДж/кг | Температура плазменного потока, К |
|--------|-----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1 | 82,5 | 9167 | 5600 |
| 1 | 0,81 | 66,56 | 7396 | 5172 |
| 2 | 0,69 | 56,65 | 6295 | 4758 |
| 3 | 0,6 | 49,54 | 5505 | 4338 |
| 4 | 0,53 | 44,13 | 4904 | 3945 |
| 5 | 0,48 | 39,86 | 4429 | 3604 |
| 6 | 0,44 | 36,38 | 4043 | 3318 |
| 7 | 0,41 | 33,5 | 3722 | 3077 |
| 8 | 0,38 | 31,06 | 3451 | 2872 |
| 9 | 0,35 | 28,97 | 3219 | 2696 |
| 10 | 0,33 | 27,15 | 3017 | 2542 |
| 11 | 0,31 | 25,56 | 2841 | 2407 |
| 12 | 0,29 | 24,16 | 2684 | 2286 |

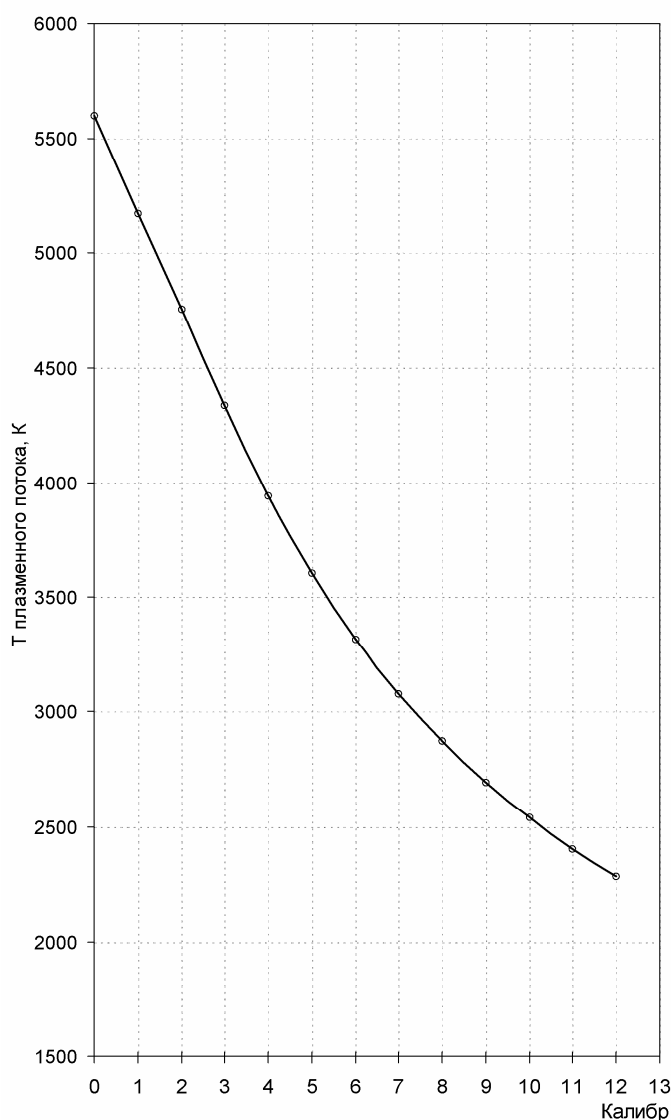


Рисунок – Распределение среднemasсовой температуры плазменного потока по длине реактора

Расчет распределения температуры внутренней поверхности нефутерованного и футерованного реактора по длине. Организация тепловой защиты стенок реактора обеспечивает повышение температуры стенки и уменьшение пристеночной низкотемпературной зоны, достигающей 40 % площади поперечного сечения и определяющей неоднородность целевых продуктов по фазовому, химическому и гранулометрическому составам. При отсутствии тепловой изоляции температура внутренней поверхности стенки реактора изменяется от 970 до 400 К, в случае гарнисажной футеровки она повышается в 2-2,5 раза (при использовании, например, оксида циркония) и варьируется от 2500 до 1000 К. Создание «горячей» стенки способствует снижению плотности теплового потока в среднем на 20 % и повышению среднemasсовой температуры газа-теплоносителя на 13 %.

Рассчитывается распределение температуры поверхностей стенки нефутерованного и футерованного различными материалами реактора по длине (при различных значениях калибра). Программа содержит данные о коэффициентах теплопроводности различных материалов, используемых в качестве футеровочных. Результатом расчетов является таблица (таблица 2), отражающая распределение коэффициента

теплопередачи, теплового потока, температуры внутренней и внешней поверхности стенки и температуры на границе «стальной кожух-футеровка» по длине реактора (в зависимости от калибра), и графическая зависимость, иллюстрирующая распределение температуры внутренней стенки реактора (нефутерованного или футерованного) по длине. По полученным зависимостям определяется распределение температуры стенки реактора, нефутерованного и футерованного различными материалами, делаются выводы об оптимальном варианте тепловой защиты.

Таблица 2 – Результаты расчета характеристик футерованного реактора (гарниссажная футеровка из диоксида кремния)

| Калибр | Температура плазменного потока, К | Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² ·К) | Тепловой поток, Вт/м ² | Температура внутренней стенки, К | Температура на границе «футеровка - кожух», К | Температура внешней стенки, К |
|--------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| 0 | 5600 | 437,55 | 2315582 | 5600 | 2513 | 2413 |
| 1 | 5172 | 168,87 | 821316,8 | 2185 | 1090 | 1055 |
| 2 | 4758 | 117,16 | 521220,9 | 1499 | 804 | 782 |
| 3 | 4338 | 100,22 | 403748,8 | 1231 | 692 | 675 |
| 4 | 3945 | 87,9 | 319590,2 | 1038 | 612 | 599 |
| 5 | 3604 | 74,65 | 245960,4 | 870 | 542 | 532 |
| 6 | 3318 | 64,03 | 192646,8 | 748 | 491 | 483 |
| 7 | 3077 | 58,1 | 160816,2 | 676 | 461 | 454 |
| 8 | 2872 | 52,76 | 135223,6 | 617 | 437 | 431 |
| 9 | 2696 | 50,43 | 120347,3 | 583 | 423 | 417 |
| 10 | 2542 | 48,86 | 109087,6 | 557 | 412 | 407 |
| 11 | 2407 | 47,27 | 99152,95 | 535 | 402 | 398 |
| 12 | 2286 | 46,48 | 91901,19 | 518 | 395 | 392 |

Программа зарегистрирована в отраслевом фонде алгоритмов и программ Государственного координационного центра информационных технологий (г. Москва) [Полях О.А. Расчет характеристик плазменного реактора / О.А. Полях, Г.В. Галевский, В.В. Руднева. - М. : ВНИИЦ, 2006. - № 6282. - № ГР 50200600843].

О ТОЧНОСТИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

А.Ф. Сакун, А.Г. Падалко
СибГИУ, г. Новокузнецк

Центральным элементом автоматизированных систем обучения управлению техническими процессами, которые в настоящее время получили широкое распространение, является математическая модель. Основным показателем эффективности ее использования является адекватность. При известном критерии точности модели зачастую остается вопрос обоснования и определения его численного значения, при котором достигаются цели обучения.

Верхний предел точности любой модели, характеризуемый нижним пределом ошибки d_m^n ограничен информационными возможностями (точностью) систем контроля, которые определяются технологическими требованиями по управлению процессом и ГОСТом. Однако такая точность модели практически недостижима. Тем более, что, она тем выше, чем

выше экономические, временные и другие затраты на ее создание. Поэтому должен быть известен нижний предел точности модели, характеризуемый верхним пределом ошибки d_m^B , который бы обеспечил достижение целей обучения при минимальных затратах на создание модели.

Прежде всего необходимо отметить, что от модели предназначенной для обучения не требуется такой степени ее адекватности реальному объекту, как от модели предназначенной для управления. Первым и наиболее «мягким» исходным условием точности, необходимым для освоения общих теоретических и технологических закономерностей процесса, является возможность их воспроизведения на качественном уровне. Оно может быть обеспечено создателем модели по литературным данным с привлечением соответствующих специалистов-экспертов.

Для решения же полного комплекса задач, включая задачи обучения управлению технологическим процессом в целом, естественно, необходимы более «жесткие» численные критерии.

В качестве критерия точности модели d_m^B может быть предложена точность прогноза поведения объекта опытным («эталонным») оператором, характеризуемая ошибкой прогноза $\delta_{по}$, т.е. $d_m^B \leq \delta_{по}$. Основанием для этого может служить безусловное наличие у оператора-технолога собственной достаточно точной прогнозирующей модели, на основе которой он осуществляет управление технологическим процессом. И если такая модель отвечает целям управления, то она будет отвечать и целям обучения. Причем в ней учтена неопределенность, вносимая действием неконтролируемых возмущений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ ИГР В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Ю.А. Соловьева, Т.В. Кораблина
СибГИУ, г. Новокузнецк

Основные направления реформы профессиональной школы как одну из основных ставят задачу совершенствовать методы и средства обучения, шире практиковать активные формы занятий, обеспечить широкое применение компьютеров в учебном процессе, а также приобщать учащихся к работе с книгой и другими источниками знаний, помогать им вырабатывать самостоятельность мышления.

Для повышения эффективности профессионального обучения необходимы системы и методы, опирающиеся на самостоятельность и активность обучаемых. К ним относятся игровые обучающие системы, которые занимают важное место в профессиональной подготовке. Методы игрового моделирования, являющиеся основой любой имитационной игровой системы, успешно используются для освоения разнообразных дисциплин, позволяют проводить экспериментальные исследования в области экономики, менеджмента, организационных механизмов и использовать полученные результаты для совершенствования стратегического, антикризисного, календарного и оперативного управления реальными системами.

Задача обработки результатов выполнения тестовых заданий и результатов игр может быть решена с использованием моделей и методов математической статистики. При обработке опытных данных, которых, чаще всего, явно недостаточно, все же возможно получить ряд оценок для искомых параметров случайной величины, отражающих типичные, характерные черты наблюдаемого явления. Причем сами оценки также содержат элементы случайности.

Результаты выполнения тестовых заданий, выполняемых учащимися, можно рассматривать как некоторую случайную величину, полученную в результате независимых опытов. В каждом из этих опытов случайная величина принимает определенное значение.

Одним из способов первичной обработки данных является построение статистического ряда и гистограммы, являющейся оценкой статистической функции распределения. По принятой оценочной шкале (пятибалльная, десятибалльная и т.д.) определяется количество полученных оценок каждого достоинства, разделив это количество на число учащихся выполнивших тест, определяется значение соответствующих частот. Далее строится частотное распределение оценочных баллов в форме столбиковой диаграммы. На рисунке 1 представлено частотное распределение результатов тестового испытания студентов III курса по дисциплине «Информационная безопасность».

По графикам частотных распределений можно быстро сопоставить результаты выполнения тестов студентами различных групп, проследить динамику изменения результатов при выполнении тестов студентами одной группы по различным темам данной дисциплины в течение учебного семестра (семестров), сопоставить с теми же данными, полученными в предыдущие годы. Эта информация позволит преподавателю дисциплины оперативно выявить проблемы и трудности, возникающие у студентов при изучении дисциплины, оценить уровень общей подготовки студентов группы, а также уровень самостоятельной подготовки учащихся к контрольному тестированию.

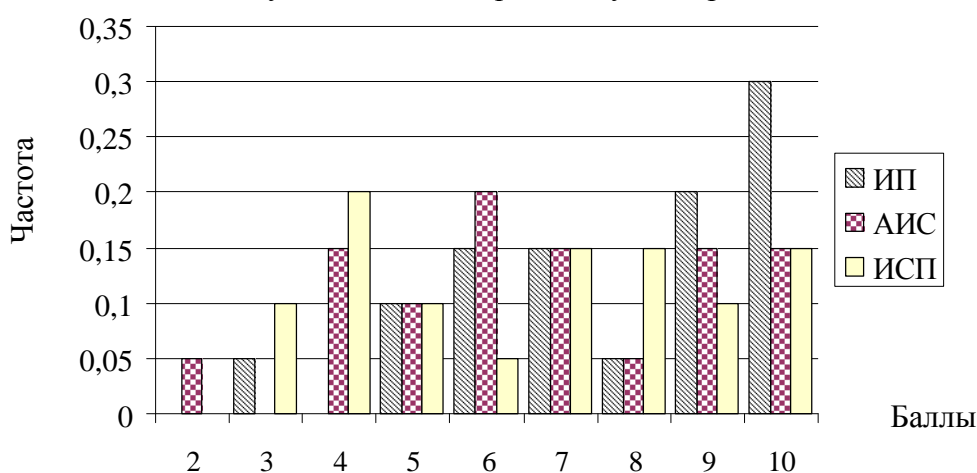


Рисунок 1 – Частотное распределение результатов тестового испытания студентов III курса по дисциплине «Информационная безопасность»

На основе ограниченного статистического материала можно определить оценки важнейших числовых характеристик случайной величины: математическое ожидание, дисперсию, более высокие моменты. Оценкой для математического ожидания является среднее арифметическое значение наблюдаемых значений случайной величины. Ошибка оценки тем больше, чем меньше число опытов. Так же обстоит дело и при оценке других характеристик. Любая из этих оценок случайна; при пользовании в ней неизбежны ошибки.

Также как и по графикам частотных распределений, по значениям оценок среднего и дисперсии преподаватель имеет возможность оперативно провести сравнительный анализ результатов выполнения тестовых заданий и результатов прохождений обучающих игр студентами учебных групп. Сравнение оценок средних и дисперсий, полученных при контроле знаний студентами, обучающимися в одном потоке, в различных потоках, на различных факультетах, позволит преподавателю оценить общий уровень подготовленности студентов, выявить общие тенденции и недостаточную проработку изучаемых тем как со стороны преподавателя, так и со стороны учащихся.

Таблица 1 – Оценки среднего значения и стандартного отклонения результатов прохождения тестовых игр студентов III курса по дисциплине «Информационная безопасность»

| | ИП | | АИС | | ИСП | |
|--------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|
| | T_x | σ_x | T_x | σ_x | T_x | σ_x |
| Тема 1 | 8.58 | 2,09 | 7.9 | 2,29 | 6.55 | 2,41 |
| Тема 2 | 7.24 | 2,12 | 7.80 | 2,32 | 6.70 | 2,42 |

В таблице 2 и на рисунке 2 представлены результаты выполнения итогового контрольного тестирования по дисциплине «Информационная безопасность» по трем календарным годам для студентов специальности «Прикладная информатика (в управлении)».

Таблица 2 – Результаты бального сопоставления по годам

| Год | 10 баллов | 9 баллов | 8 баллов | 7 баллов | менее |
|------|-----------|----------|----------|----------|-------|
| 2003 | 28 % | 6 % | 15 % | 8 % | 43 % |
| 2004 | 29 % | 8 % | 13 % | 6 % | 44 % |
| 2005 | 28 % | 32 % | 15 % | 14 % | 11 % |

В 2003 и 2004 годах использовались традиционные формы преподавания и контроля знаний студентов. В 2005 году в учебном процессе при поведении практических занятий со студентами проводились обучающие игры. Перед игрой студент проходил тестовый контроль по теме игры. В случае неудовлетворительной оценки обучающемуся предлагается повторить теоретический материал и пройти повторное тестирование. Студент, успешно прошедший тестовый контроль, допускается к выполнению заданий обучающей игры, результаты которой также собираются и анализируются

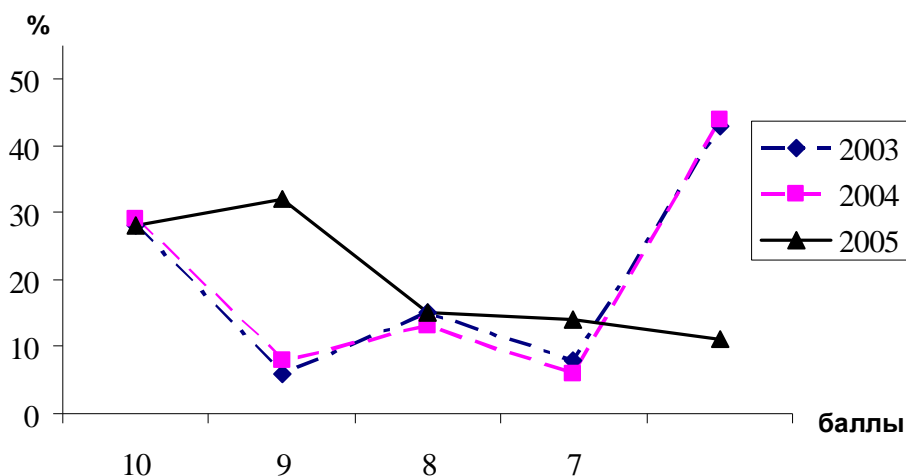


Рисунок 2 – Результаты выполнения итогового контрольного тестирования

По мере накопления статистического материала по результатам тестовых испытаний и обучающих игр, использование многовариантных алгоритмов сглаживания позволит выявить имеющиеся общие тенденции (тренды), характеризующие динамику уровня подготовки студентов, степень влияния игровых обучающих систем, компьютерного тестирования, в сравнении с традиционными формами обучения.

Скользящие средние являются одним из наиболее универсальных и широко используемых технических индикаторов. Скользящие средние относятся к простым инструментам сглаживания рядов данных, что делает любые тренды более наглядными.

Зависимость между переменными, если она существует, может быть функциональной или стохастической.

Говорят, что две переменные связаны между собой стохастической зависимостью, если изменение одной из них влечет изменение распределения другой. При этом если изменение распределения состоит в изменении математического ожидания, то стохастическая зависимость называется корреляционной. Если изменение распределения сводится к изменению дисперсии, то стохастическая зависимость называется скедастической. Возможны и другие частные случаи стохастической зависимости и их сочетания. Однако для моделирования и параметризации педагогических тестов наибольшее значение имеет зависимость корреляционная.

Если же есть основания предполагать, что совокупность исходных данных можно трактовать как реализацию двумерной случайной величины (X, Y) , подчиняющейся нормальному закону распределения, то можно ограничиться линейной корреляцией. В таком случае выборочная функция регрессии линейна,

$$\hat{f}(x) = a_0 + a_1 x, \quad (1)$$

а оценки \hat{a}_0, \hat{a}_1 a_0 и a_1 находятся методом наименьших квадратов.

При проведении тестовой проверки знаний студентов разных специальностей, изучающих дисциплину в одном потоке, в общем случае, тестированием охватывается в среднем различные по уровню подготовленности контингенты испытуемых. Поэтому возникает необходимость в сопоставлении баллов, полученных по разнотрудным тестам по различным темам, и пересчете их на единую метрическую шкалу. Для этого можно использовать результаты тех испытуемых, которые приняли участие в выполнении тестирования двух видов по одной и той же теме, и получить выборочное уравнение регрессии. Например, по исходным данным получены следующие оценки:

$$\hat{a} = 1,548; \quad \hat{a}_0 = -1,739; \quad \hat{\rho} = 0,76. \quad (2)$$

Выборочное уравнение линейной регрессии

$$y - 0,080 = 1,548(x - 1,175); \quad y = -1,74 + 1,55x; \quad (3)$$

позволяет выполнять линейное преобразование результатов тестирования x на шкалу латентных параметров y . Коэффициент детерминации при этом $\rho^2 = 0,58$ говорит о том, что только 58% рассеивания переменной y объясняется полученной линейной регрессией, а остальные 42% вызваны либо случайными ошибками тестирования, либо неадекватностью линейной модели регрессии.

Понятие корреляции находит широкое применение при количественном оценивании надежности и валидности теста и его заданий. Так, надежность теста наиболее естественно измерять коэффициентом корреляции между результатами двукратного тестирования одного и того же контингента испытуемых.

Таким образом решены актуальные учебно-научные задачи создания нового класса обучающих систем, а именно управленческих многовариантных систем активного обучения, позволяющих существенно активизировать учебный процесс и повысить его эффективность и качество.

В рамках класса обучающих систем разработана подсистема комплексного анализа результатов проведения МИОС. Реализована адаптивная система контроля знаний обучаемых, проведены испытания данных систем совместно с многовариантными имитационными обучающими системами.

Литература

1. Бурков В.Н. Теория организационного управления и деловые игры / Бурков В.Н. – М.: ИПУ, 1983.
2. Бурков В.Н. Деловые игры в принятии управленческих решений: Учебное пособие / Бурков В.Н., Ивановский А.Г., Малевич А.А., Немцева А.Н., Щепкин А.В. МИСИС, 1986.
3. Кулаков С.М., Авдеев В.П., Киселева Т.В. Многоканальные игровые обучающие системы / Кулаков С.М., Авдеев В.П., Киселева Т.В. – Новокузнецк: изд. СМИ. 1989. – 77 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕЙТИНГА АБИТУРИЕНТОВ

Д.А. Фадеева, Т.В. Киселева, Ю.А. Гурьянов
СибГИУ, г. Новокузнецк

Слово рейтинг (от лат. rating) означает оценку, отнесение к классу, разряду, категории и буквально переводится как «положение, класс, разряд, ранг». Идея рейтинга, т.е. упорядочения от первого до последнего в списке, восходит к известному французскому математику эпохи Великой французской революции Кондорсе [1].

Для любого вуза важнейшей задачей является подготовка качественных специалистов, которые могут найти свое место на рынке труда. Условно решение этой проблемы можно разделить на две стадии: обучение непосредственно в университете и формирование контингента обучающихся. В соответствии с российским законодательством зачисление в вузы проводится на конкурсной основе, но у вуза остается много возможностей по выбору формы организации конкурса.

В ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» функции подбора будущих студентов уделяется большое внимание.

Талантливые дети, способные к решению нестандартных задач, в основном отбираются посредством олимпиад «Интеллектуальный марафон». Вступительные испытания являются формой массового отбора абитуриентов, способных к получению высшего образования, и не ориентирован на отбор «звездочек». Удачное сочетание олимпиадного (творческого) и экзаменационного (массового) отборов является залогом формирования сильного контингента студентов.

Главным недостатком работы приемной комиссии университета является недоступность информации об абитуриентах и результатах сдачи вступительных испытаний в электронном виде, так как не позволяет абитуриентам и/или их родителям вести самостоятельные базы данных по официально предоставляемым приемной комиссией результатов. А выпускающие кафедры сталкиваются с такой проблемой, как зачисление «случайных» студентов, которых отчисляют из университета после первого года обучения за неуспеваемость, хотя за вступительные испытания многие из них получили высокий проходной балл.

В СибГИУ абитуриенты при желании проходят профориентационное тестирование в Региональном учебном консультационно-методическом центре профориентации и содействия трудоустройству выпускников «Карьера», но эти данные не предоставляются приемной комиссии и выпускающие кафедры не учитывают профессиональные наклонности абитуриентов при зачислении.

При анализе систем отбора абитуриентов большинство вузов не учитывают, а многие не проводят профориентационное тестирование будущих студентов.

При подаче заявления абитуриентом в вуз обязательно указывается шифр и наименование специальности, форма обучения (очная, заочная, очно-заочная), источник финансирования (бюджет/ внебюджет), план приема и т.д.

Из-за необходимости учета по желанию абитуриентов результатов сданного в школе Единого государственного экзамена (ЕГЭ) при поступлении в университет была предложена шкала пересчета в соответствии с существующей в вузе системой оценивания. В Таблице 1 приведен один из вариантов соответствия оценок ЕГЭ оценкам вступительных испытаний в СибГИУ.

Таблица 1 – Соответствие оценок по стобалльной шкале ЕГЭ оценкам вступительных испытаний СибГИУ (Испытание по математике по 10-балльной шкале)

| Оценка ЕГЭ для технического блока | Оценка ЕГЭ для экономико-гуманитарного блока | Оценка вступительного испытания |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| 95-100 | 99-100 | 10 |
| 90-94 | 96-98 | 9 |
| 79-89 | 86-95 | 8 |
| 68-78 | 68-85 | 7 |
| 57-67 | 57-67 | 6 |
| 46-56 | 51-56 | 5 |
| 41-45 | 46-50 | 4 |
| 36-40 | 43-45 | 3 |
| 32-35 | 40-42 | 2 |
| 0-31 | 0-39 | 1 (неуд.) |

На основе опроса экспертов были обработаны, проверены на согласованность (по коэффициенту конкордации и усреднены) предварительные показатели рейтингового оценивания абитуриентов, которые приведены в Таблице 2.

Используя базы данных, абитуриенты, а также их родители могут следить за ходом подачи документов, за формированием конкурса, убедиться в объективности приемной комиссии, пытаться прогнозировать итоги испытаний.

Таблица 2 – Предварительные показатели рейтингового оценивания абитуриентов

| Показатели абитуриента | | Баллы по учитываемым показателям |
|---|--|----------------------------------|
| Аттестат | Количество “5”= $(100 \div 70)\%$ при условии, что в аттестате нет “3” | 20 |
| | Количество “5”= $(70 \div 40)\%$ при условии, что в аттестате нет “3” | 15 |
| | Количество “5”, “4”= $(100 \div 70)\%$ с аттестатом содержащим “3” | 10 |
| | Количество “5”, “4”= $(70 \div 40)\%$ с аттестатом содержащим “3” | 5 |
| Участие в олимпиадах | Всероссийская олимпиада | 15 |
| | Региональная олимпиада | 10 |
| | Городская олимпиада | 5 |
| Научно-исследовательская деятельность | Областные конференции | 10 |
| | Городские конференции | 5 |
| | Внутришкольные конференции | 2 |
| Общественная жизнь | Достижения в спорте | 2 |
| | Достижения в самодеятельности | 2 |
| | Достижения в общественной жизни учебного заведения | 1 |
| Участие в подготовительных курсах | | 5 |
| Обучение в школе со спец. уклоном | | 5 |
| Вступительные экзамены Максимальный возможный балл | | 20 |
| Оценка ЕГЭ Максимальный возможный балл | | 20 |

В условиях, когда абитуриент может принимать участие в конкурсе сразу в нескольких вузах, полная информация о результатах вступительных испытаний необходима для принятия им окончательного решения о выборе вуза.

Схематично функциональную структуру можно представить в виде рисунка 1.

Создание автоматизированной информационной системы отбора абитуриентов позволит решить проблему электронного доступа информации об абитуриентах и результатах сдачи вступительных испытаний, а также уменьшит количество отчисленных студентов с первого курса университета.

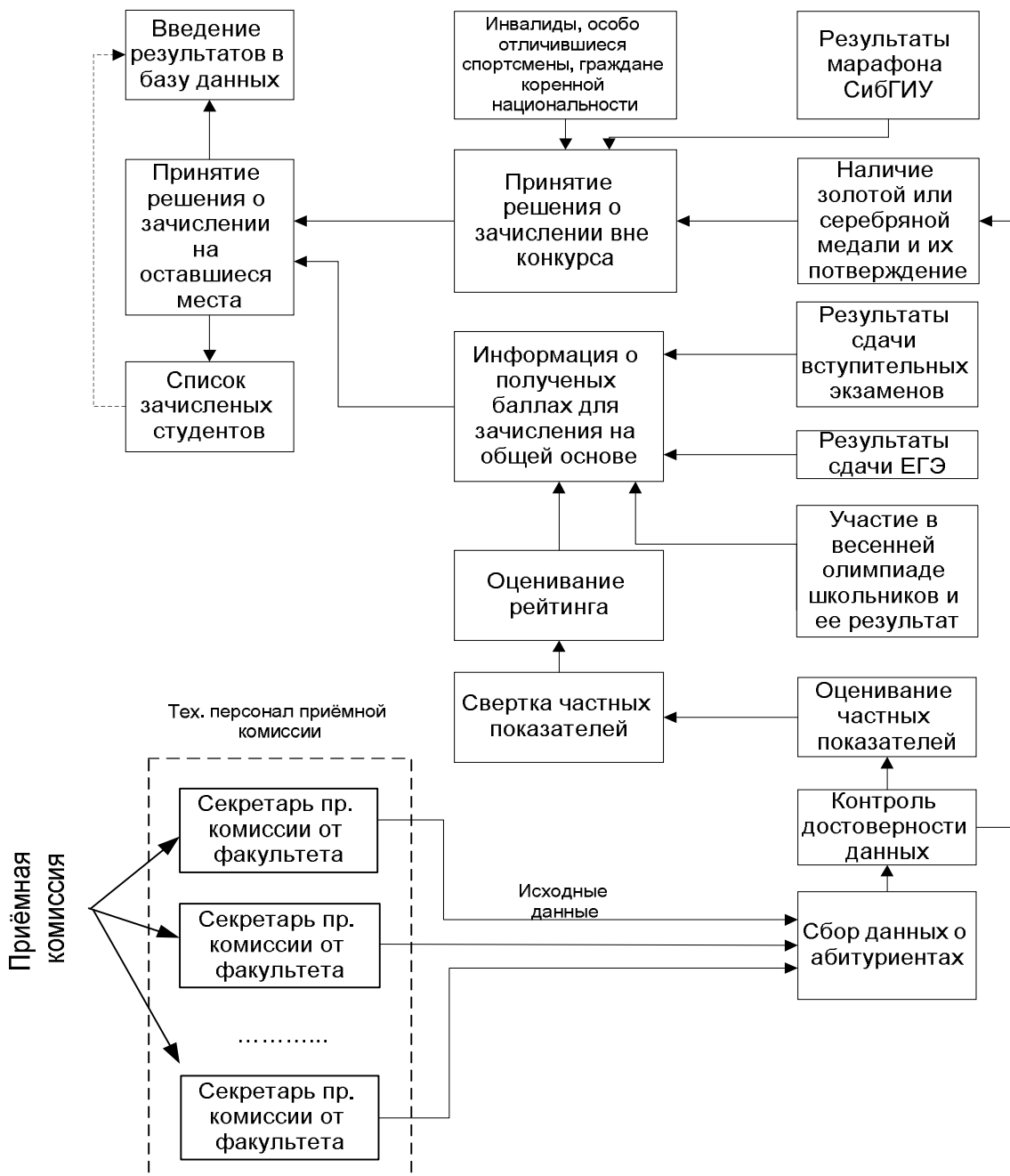


Рисунок 1 – Укрупненная структура расчета баллов при зачислении

Литература

1. Мулен Э. Корпоративное принятие решений. – М.: Мир, 1991.

К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ВРАЧЕЙ

Г.И. Чеченин, И.А. Титов

*ГОУ ДПО Новокузнецкий государственный институт
совершенствования врачей Росздрава, МУ КМИАЦ, г. Новокузнецк*

Существующая система информационного обеспечения образовательного процесса в ГОУ ДПО медицинского профиля в стране не удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к последипломной подготовке специалистов медицинского профиля. В рамках Национального проекта «Здоровье» планируется в течение 1,5-2 лет провести

подготовку и переподготовку специалистов первичного звена (73 –75 тыс. – врачей, 77 тыс. – медицинских сестер). Однако устаревшие стандарты и технологии обучения, связанные в большей части с обязательным отрывом от работы и места жительства, затрудняют решение данной задачи. К тому же, как показали результаты анализа подготовки специалистов в ГОУ ДПО НГИУВа, погоня за «валом» - выполнение плана любыми путями, с одной стороны, с другой – желание курсантов быстрее возвратиться домой, снижают качество подготовки.

Современные информационные технологии и средства телекоммуникаций рассматриваются одним из важнейших инструментов успешной реализации не только приоритетных национальных проектов, но и в целом социально-экономического развития России.

Вопросы необходимости и целесообразности совершенствования образовательного процесса, особенно его информационного обеспечения в Сибирском федеральном округе (СФО) находятся постоянно в центре внимания, поднимаются и обсуждаются на разных уровнях. В апреле 2004 года на сессии Экспертного Совета по вопросам развития информационно-коммуникационных технологий при Полномочном представителе Президента РФ в СФО совместно с представителями Министерства науки и образования РФ, руководителями и ведущими специалистами образования регионов округа обсуждалась тема «Развитие единой образовательной информационной среды округа, механизмы интеграции федеральных, отраслевых и региональных программ». В Меморандуме сессии особое внимание обращено на создание сетевых информационных ресурсов и организацию доступа к ним всех учреждений высшего и дополнительного профессионального образования.

Если в ВУЗах регионов и городов СФО: Томске, Новосибирске, Красноярске, Кемерово, Новокузнецке, Барнауле, Иркутске достигнуты значительные успехи в информационном обеспечении учебного процесса в своих организациях и создании единой образовательной информационной среды СФО, то в учреждениях дополнительного профессионального образования специалистов медицинского профиля, за исключением Томска, Иркутска, Барнаула достижения менее существенные. Накопленный опыт информационного обеспечения образовательного процесса в ВУЗах СФО, в силу специфики обучающихся специалистов медицинского профиля в учреждениях ДПО, не может быть перенесен полностью.

Все вышеизложенное явилось основанием к разработке программы дистанционного обучения врачей на кафедрах ГОУ ДПО НГИУВ. Необходимо отметить, что для принятия такого решения в г. Новокузнецке появились объективные предпосылки: создана корпоративная медицинская вычислительная сеть, объединяющая 118 объектов, в том числе и ГОУ ДПО НГИУВ; имеются квалифицированные кадры и минимально достаточная техническая база в НГИУВе; в КМИАЦ накоплены достаточные информационные ресурсы в виде медико-статистических и персонифицированных баз данных и т.п. [1,2]

Цель разрабатываемой программы – создание программно-аппаратного комплекса организации дистанционного обучения курсантов, практически, по всем курсам, читаемым на кафедрах ГОУ ДПО НГИУВ, не требующих освоения (медицинских) практических навыков.

По результатам анализа состояния современной медицины и перспектив её развития с использованием отечественных и зарубежных публикаций, проведенной оценки организации педагогического процесса на кафедрах ГОУ ДПО НГИУВ, были выявлены и структурированы проблемы, которые встречаются на различных этапах обучения и контроля знаний врачей-курсантов. С учетом выявленных проблем, накопленного международного и российского опыта, специфики рассматриваемой отрасли – медицины, а также учитывая условия работы и возможности курсантов, были разработаны основные подходы (принципы) для создания программы дистанционного образования [3].

Программа состоит из двух взаимосвязанных блоков: организационно-технологического и программно-аппаратного.

Первый блок включает: методологию, нормативно-правовое и методическое обеспечение, когнитивное содержание учебного материала и создание организационно-функциональной структуры. Второй блок обеспечивает информационное и техническое сопровождение реализуемых функций: создание системы сетевого тестирования и контроля знаний, проведение видеоконференций, представления и обработки медицинских образовательных и научно-практических ресурсов и т.п. То есть, система поддержки и сопровождения деятельности образовательного учреждения будет включать программно-аппаратные, организационно-методические и технологические средства педагогического процесса.

Для достижения цели программы потребуется решение следующих задач:

✓ создание нормативно-справочного фонда (приказы, постановления, стандарты, классификаторы, справочники, сведения, необходимые для проведения образовательной и научно-практической деятельности и оценки её эффективности и др.);

✓ организация адекватных потребностям учебно-методического обеспечения (методические рекомендации по разработке и применению учебного материала для обучения и контроля знаний, демонстрационный материал в печатном и электронном виде и т.п.);

✓ создание и поддержание в актуальном состоянии информационных ресурсов и других материалов, используемых в учебно-образовательном процессе на всех кафедрах и циклах обучения;

✓ создание и сопровождение персонифицированной базы данных на всех курсантов, прошедших обучение с использованием дистанционного образования.

В ГОУ ДПО НГИУВ дистанционное обучение на большинстве кафедр будет направлено на изучение теоретических основ и освоение практических навыков врачами-курсантами. Предполагается использовать различные формы и методы обучения: лекции, семинары, практические занятия по заранее представленным курсантам методическим рекомендациям, решение ситуационных задач и т.п. предполагается широкое применение презентаций, видеофильмов, организации общения с обучающимися посредством видеоконференции, в режиме реального времени посредством Интернета. Планируется обязательное проведение:

- контроля знаний, полученных при обучении в виде тестирования;
- оценки усвоения знаний курсантом и сравнение её эффективности при дистанционной и других формах обучения;
- экономического анализа затрат на дистанционное и общепринятые формы обучения.

То есть, методика дистанционного обучения представляет интернет-обучение. Интернет-система подразумевает работу курсанта с теоретическим материалом (лекции и презентации в электронном виде) с последующим тест-контролем, видеоконференцией, общением в чате. По окончании дистанционного обучения принимается очный экзамен с решением ситуационных задач и непосредственным общением с экзаменатором.

Здесь, значительная роль возлагается на сотрудников соответствующих кафедр НГИУа. Кафедра формирует занятия по принципу основной урок и приложение. Основной урок - это лекция. В приложение включается хрестоматия по данной теме, видео- и аудиоматериал. Также в состав занятия входит тестовый контроль и ситуационные задачи. Слушатель получает материал в удобной ему форме (в печатном виде, электронном, электронной почты или сети Интернет). После знакомства с занятием курсант отвечает на вопросы теста, решает ситуационные задачи. Тьютор анализирует ответы вместе с курсантом, в удобной для курсанта форме (при помощи технологии «видеоконференция», электронной почты, форумов Интернета, в режиме реального времени в сети Интернет). К данному обсуждению может присоединиться (по желанию) любой курсант, проходящий в это время обучение на цикле. В конце цикла в очном режиме или при помощи технологий видеоконференций курсант сдает итоговый экзамен.

Как видим, важная роль отводится самостоятельной работе курсанта. Прежде всего, речь идет о самостоятельном изучении всех тем, входящих в программу цикла усовершенствования. Самостоятельная работа курсантов предусматривает также изучение «электронного» урока - работа в информационной сети Интернет, подготовку ответов на полученные тестовые задания, последовательное решение ситуационных задач посредством выдачи подсказок и примеров, реализованных с помощью экспертной системы, решение полученных клинических ситуационных задач. Курсант самостоятельно использует различные виды контроля:

- Ø проверка тестовых заданий и решённых ситуационных задач;
 - Ø собеседование с преподавателем в режиме реального времени, тематические конференции в чате;
 - Ø проверка итогового контрольного задания и др.
- Возможен прием очного экзамена с выездом экзаменаторов на места.

Дистанционное обучение курсантов дает возможность получения качественной информации по практически всем читаемым разделам медицины, независимо от места нахождения обучающегося курсанта, экономит бюджетные средства на выездные циклы, способствует обучению работе в Интернете, поиску информации. Курсант, благодаря дистанционному обучению, имеет свободный график построения занятий, что позволяет без отрыва от производства повышать образовательный уровень.

В настоящее время выполнен следующий объем работ:

1. Разработана организационно-функциональная структура информационной системы, общие принципы, подходы и логика ее работы [3].
2. Обоснована структура используемой базы данных, состоящая более чем из 20 таблиц, связанных между собой отношениями, содержащими когнитивные и нормативно-справочные, а также экспертные данные (знания).
3. Первоочередным порядком разработаны и апробированы программные средства по функции поддержки принятия решений курсанта в рамках раздела статистической обработки материала, создана тестовая система, отвечающая современным требованиям [4].
4. Программные средства: язык программирования - PHP, база данных - MySQL, другие используемые технологии: HTML, CSS, XML, XSLT.

Важность рассматриваемой проблемы подтверждается решением экспертного Совета по вопросам развития информационно-коммуникационных технологий при Полномочном представителе Президента РФ в СФО от 30.03.06 «О развитии системы подготовки и переподготовки специалистов для ИТ-отрасли с учетом реализации приоритетных национальных проектов и развития ИТ-индустрии Сибири», где одним из пунктов предусмотрено обращение к Первому заместителю Председателя Правительства России Д.А.Медведеву о разработке пилотного проекта и апробации новой модели системы ИТ-образования в рамках национального проекта «Образование на базе СФО».

Литература

1. Чеченин, Г.И. История организации и некоторые итоги работы кафедры медицинской кибернетики и информатики ГОУ ДПО Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей Росздрава (ГИУВ) // Информатика и управление в медицинских системах: Юбилейный сборник научных трудов ГОУ ДПО «Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования» Росздрава (20-летие кафедры информатики и управления в медицинских системах СПб МАПО). – Санкт-Петербург, 2006. – С. 207-214.
2. Чеченин, Г.И. О необходимости создания единого информационного пространства в системе охраны здоровья населения крупного промышленного города / Г.И. Чеченин, В.В. Захаренков, В.Л. Лошкарев // Вестник РАЕН (ЗСО), 2006. - №8. – С. 92-98.
3. Чеченин, Г.И. Проблемы информатизации здравоохранения, пути их решения на примере города Новокузнецка // Роль медицинских информационно-аналитических центров в информатизации и управлении системой здравоохранения: сборник научных трудов,

посвященный 30-летию Муниципального учреждения «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр» / под ред. профессора Г.И. Чеченина. – Новокузнецк: МОУ ДПО ИПК, 2006. – С. 179-208. – ISBN 5-7291-0406-5.

4. Титов, И.А. Методы в преподавании основ математической статистики с использованием современных информационных технологий // Роль медицинских информационно-аналитических центров в информатизации и управлении системой здравоохранения: сборник научных трудов, посвященный 30-летию Муниципального учреждения «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр» / под ред. профессора Г.И. Чеченина. – Новокузнецк: МОУ ДПО ИПК, 2006. – С. 237-240. – ISBN 5-7291-0406-5.

АИС «ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ»

В.А. Юнусова

Кустовой медицинский информационно-аналитический центр, г. Новокузнецк

За последние годы накоплено достаточно много данных о том, что проблему здоровья школьников нельзя решить только силами органов здравоохранения, необходим комплексный подход, где в качестве ведущих выступают задачи сохранения здоровья, оптимизации учебного процесса, разработки и внедрения здоровьесберегающих технологий, формирования здорового образа жизни. Для решения этих задач в городе Новокузнецке, начиная с 2004 года, разрабатывалась система мониторинга "Образование и здоровье" в рамках автоматизированной информационной системы "Социально-гигиенический мониторинг". В разработке системы принимали участие управление здравоохранения Администрации г. Новокузнецка, комитет образования и науки Администрации г. Новокузнецка, кустовой медицинский информационно-аналитический центр (КМИАЦ), ГУ НИИ комплексных проблем гигиены и профзаболеваний СО РАМН, территориальный отдел территориального управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области в г. Новокузнецке, муниципальное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Институт повышения квалификации".

Целью разрабатываемой системы «Образование и здоровье» являются наблюдение, анализ, оценка риска и прогнозирование изменений здоровья школьников и педагогических работников во взаимодействии с состоянием условий и процессом обучения для определения целесообразности, приоритетности и эффективности проводимых санитарно-гигиенических, в том числе природоохранных, противоэпидемических, оздоровительных и других мероприятий.

В функциональном плане система «Образование и здоровье» представлена несколькими подсистемами, одной из которых является автоматизированная информационная система (АИС) "Педагогический мониторинг".

АИС «Педагогический мониторинг» установлена в школах (уровень учреждения) и в районных центрах здоровья (уровень район, город).

Программное обеспечение системы реализовано в Delphi 6. Для создания базы данных и обработки информации использована СУБД Dbase.

Система проста в установке и эксплуатации, для ее успешного функционирования необходим следующий состав технических и программных средств:

- персональный компьютер Pentium II и выше, с объёмом оперативной памяти не ниже 32 МБ, и операционной системой Windows 98 и выше;
- принтер, поддерживающий печать в графическом режиме (лазерный, струйный или матричный).

Для нормальной работы программы требуется не менее 30 МБ дискового пространства (зависит от размера базы данных и справочников).

Информационное обеспечение системы представляет собой базы данных фактических и расчетных показателей, нормативно – справочные данные, алгоритмы формирования выходной информации.

Предполагается годовой режим ввода информации в подсистему.

Информация на город аккумулируется в КМИАЦ.

Основные функции подсистемы:

- создание и поддержка в актуальном состоянии баз данных фактических, расчетных и нормативных показателей;
- расчет интегрированной количественной оценки показателей;
- формирование аналитической информации для принятия управленческих решений по созданию условий, способствующих повышению эффективности образовательного процесса;
- проведение экспертной оценки показателей, включенных в стандарт успешности образовательного процесса;
- определение лингвистической оценки индекса успешности образовательного процесса.

Оценка показателей основывается на сравнении достигнутых результатов со стандартом.

Группой экспертов для подсистемы был определен минимальный набор показателей, в достаточной степени характеризующий индекс успешности педагогического процесса.

Балльная оценка показателей получена в результате проведения групповой экспертизы. Используя методы статистической обработки результатов групповой экспертизы, был определен весовой коэффициент каждого показателя.

Для определения нормативного значения показателей использовались федеральные нормативы и реальные достижения за последние несколько лет.

Набор показателей, определенный экспертами, их весовые и нормативные значения, тенденция (снижение, увеличение, оптимальное значение) определяют стандарт успешности образовательного процесса.

Основные показатели подсистемы приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные показатели подсистемы «Педагогический мониторинг»

Оценка индекса состояния определяется по каждому показателю, затем определяется интегрированный индекс по объекту (школа, район города, город).

Предварительно рассчитывается коэффициент соответствия:

$КС = \frac{\Phi_i}{H_i}$ – для показателей, значение которых должно стремиться к увеличению или

оптимальному значению

$$КС = 2 - \frac{\Phi_i}{N_i} - \text{для показателей, значение которых должно стремиться к снижению,}$$

где $КС$ – коэффициент соответствия по i -у показателю; Φ_i – фактическое значение i -го показателя; N_i – нормативное значение i -го показателя.

Интегрированный показатель индекса состояния (индекс успешности образовательного процесса) по объекту (школа, район, город, категория) рассчитывается следующим образом:

$$ИУ = \frac{\sum_{i=1}^n ИУ_i}{n},$$

где $ИУ$ – индекс успешности образовательного процесса объекта; $ИУ_i$ – индекс состояния i -го показателя объекта; n – количество показателей.

При представлении выходной информации в виде диаграмм и картограмм применяется лингвистическая оценка индекса успешности педагогического процесса. Ниже в таблице 1 приведен пример соответствия значений индекса лингвистическим переменным.

Таблица 1 – Соответствие значений индекса лингвистическим оценкам

| | |
|-------------|------------------------|
| Значение ИУ | Лингвистическая оценка |
| 0.98-1.00 | Хороший |
| 0.90-0.97 | Приемлемый |
| 0.80-0.89 | Удовлетворительный |
| 0.60-0.79 | Пониженный |
| < 0.60 | Низкий |

АИС "Педагогический мониторинг" была внедрена в 2006 году в двадцати общеобразовательных учреждениях города и шести городских районных центрах здоровья, определенных приказом комитета образования и науки. Предварительные результаты оценки учебных заведений на уровне районов города и города в целом приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты оценки учебных заведений

| Наименование показателя | Центр. | Куйб. | Ордж. | Кузнец. | Заводс. | Новоил. | Город |
|---|--------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|
| Характеристика школы | 0,61 | 0,61 | 0,69 | 0,51 | 0,66 | 0,58 | 0,56 |
| Организация учебного процесса | 0,93 | 0,99 | 0,99 | 0,88 | 0,98 | 0,96 | 0,91 |
| Организация здоровьесбере-гающей деятельности | 0,92 | 1,00 | 0,91 | 0,89 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Система школьного физического воспитания | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,86 | 1,00 | 0,89 | 0,92 |
| Результаты учебной деятельности | 0,51 | 0,64 | 0,36 | 0,61 | 0,83 | 0,89 | 0,72 |

При дальнейшей эксплуатации системы и накоплении динамики за ряд лет предполагается проведение прогнозирования, факторного и регрессионного анализа, выявление показателей, оказывающих неблагоприятное влияние на педагогический процесс. Такой детальный анализ позволит повысить эффективность использования имеющихся ресурсов системы образования, внести определенный вклад в стабилизацию и частичное улучшение здоровья детей.

WEB-СЕРВЕР ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

А.А. Язьков

*КемГУ, Кафедра ЮНЕСКО по Новым информационным технологиям,
г. Кемерово*

Целью данной работы является написание олимпиадного сервера, рассчитанного на автоматизацию проведения соревнований по программированию.

Универсальным средством автоматизации проведения олимпиад по программированию является клиент-серверная система "тонкого" клиента, основанная на http протоколе, иными словами, web-сервер.

Данная система должна предоставлять следующий сервис участникам олимпиады:

- Создание команды (капитан + несколько участников)
- Авторизация при входе
- Публикация списка задач, предложенного членами жюри для решения
- Проверка отправленных командой решений
- Публикация и поддержание в актуальном состоянии рейтинга команд
- Публикация протокола ошибок для каждой команды: почему не принята та или иная задача, какого рода ошибка, и на каком тесте она произошла.

Кроме того, система должна поддерживать автоматическое администрирование тура, а именно:

- Создание тура: определение времени начала, общей продолжительности
- Создание списка задач, которые будут участвовать в туре
- Создание списка языков программирования, решение на которых допускается в рамках данного тура

Подобный сервис предоставляет большинство олимпиадных web-серверов, а также локальные системы с "толстым" клиентом. Однако специфика web-серверов: круглосуточная работа, возможность предоставления доступа любому подключённому к internet желающему - позволяет возложить на такой сервер ещё одну очень полезную функцию - режим тренировок.

В этом режиме человек не ограничен временными рамками, он может зарегистрироваться один и "играть" с сервером в условиях, максимально приближенным к туровым, т.е. выбирать любую задачу из существующего банка и отправлять её решение на проверку.

Как и любой информационный интерактивный web-ресурс, олимпиадный сервер должен состоять как минимум из трёх функциональных блоков, это:

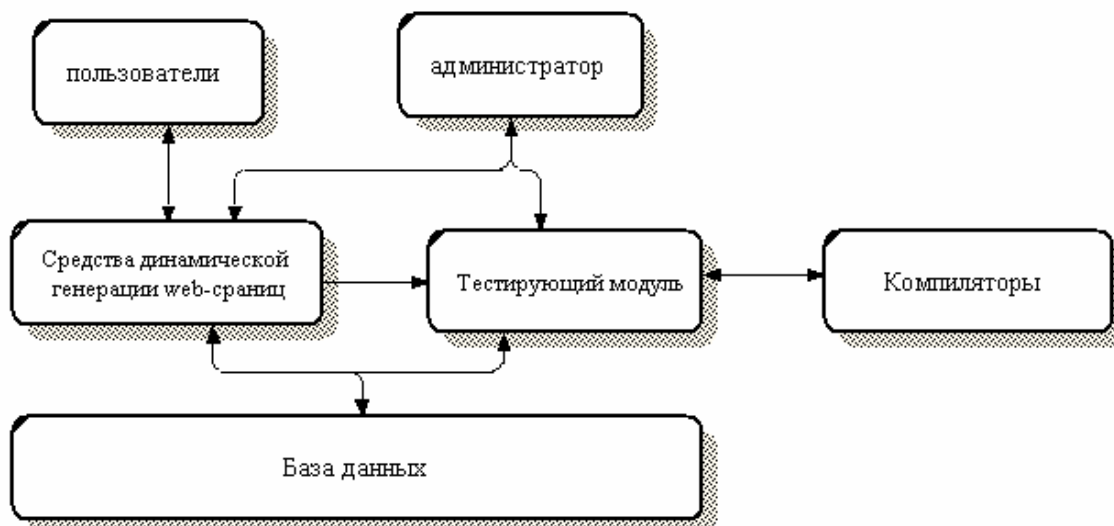
- база данных, необходимая для хранения большого объёма сложно структурированной информации, неизменно накапливающейся в процессе функционирования сервера;
- средства для динамической генерации html-страниц при формировании ответа на запрос пользователя;
- программа - web-сервер. Под этим термином здесь нужно понимать не internet-ресурс, доступный пользователю, а специализированную программу, которая прослушивает сетевое соединение и принимает/передаёт сообщения http протокола.

Однако специфика функционирования олимпиадного сервера требует включения в этот список ещё двух компонент:

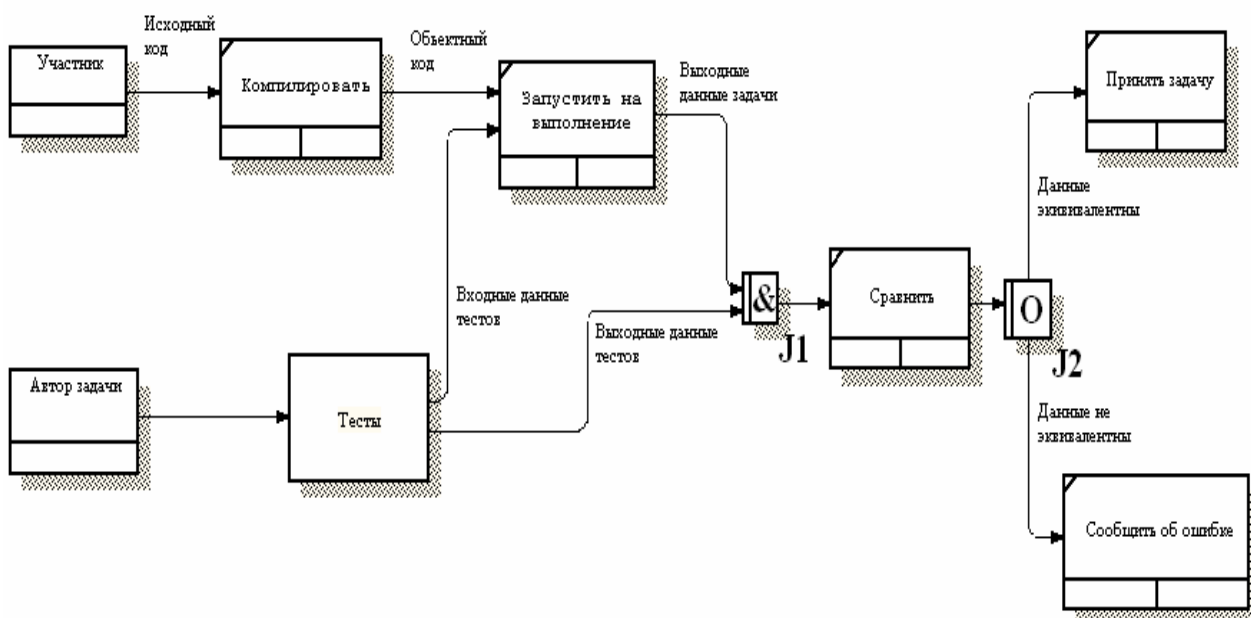
- один или несколько компиляторов различных языков программирования, необходимых для проверки на корректность и компиляции присылаемых пользователем решений к задачам;
- специальный тестовый модуль, который, при появлении новых текстов решений даёт команды компилятору преобразовать данный текстовый файл в исполняемый. Затем

модуль запускает исполняемый файл с различными входными данными и проверяет корректность выходных.

Таким образом, архитектура сервера может быть представлена следующей схемой:



В свою очередь, функциональная схема работы в несколько упрощённом варианте описывается следующим образом:



Литература

1. Котелов Д.В. Самоучитель PHP4. – М.: Диасофт, 2002.
2. Браун М., Ханнат Д. HTML 3.2 в подлиннике. - Санкт-Петербург: Питер-пресс, 1998.
3. Фаронов В.В. Delphi 5. – М.: Нолидж, 2001.
4. Гудов А.М., Шмакова Л.Е. Ведение в язык структурированных запросов. - Кемерово: КемГУ, 2001.
5. Кузнецов С.Д. Основы современных баз данных. - [www.citforum\ database\ osbd\ contents.shtml](http://www.citforum/database/osbd/contents.shtml)
6. Кузнецов С.Д. Стандарты языка реляционных баз данных SQL: краткий обзор. - www.citforum/mirror/database/articles/art_2.shtml
7. Mehdi Achour., Friedhelm Betz. PHP Manual. - PHP Documentation Group, 2004.

О ПРОЦЕДУРЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВУЗОВСКИМ ЗАКУПКАМ ТОВАРОВ И УСЛУГ

О.В. Мисюра

Филиал ГНИВЦ ФНС РФ в СФО, г. Кемерово

Деятельность любого предприятия в современном мире связана с определенными затратами и прежде всего с выбором поставщика необходимых услуг или товаров. В случае с коммерческой организацией данная ситуация предельно ясна – руководство вправе остановить свой выбор на любом подрядчике. В случае с государственным учреждением, каковым является вуз, отношения с поставщиками товаров и услуг регулируются в первую очередь Федеральным Законом [1]. Настоящий закон применяется в случаях размещения заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных или муниципальных нужд. Под размещением заказов здесь понимаются – действия вуза по проведению конкурса, аукциона, запроса котировок, по определению поставщиков (исполнителей, подрядчиков) в целях заключения с ними государственных или муниципальных контрактов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных или муниципальных нужд.

С целью обеспечения положений данного закона во многих вузах созданы соответствующие подразделения (отделы, службы, комитеты, центры), отвечающие за размещение заказов, и комиссии, принимающие решение о выборе поставщика.

На структурное подразделение вуза, отвечающее за приобретение материальных ценностей и услуг, как правило, возлагаются следующие функции:

- правовое обеспечение деятельности вуза по размещению государственных и муниципальных заказов;
- оформление и подготовка документации для проведения размещения заказов в соответствии с требованиями законодательства;
- определение способа размещения заказов;
- размещение на официальном сайте и опубликование в официальном печатном издании информации о размещении заказа;
- прием заявок от подразделений вуза для размещения заказов, оформленных в установленном порядке;
- направление в установленном законодательством порядке сведений о недобросовестных участниках размещения заказов;
- взаимодействие с потенциальными поставщиками (подрядчиками, исполнителями) в рамках, установленных законодательством о размещении заказов;
- ведение реестра заключенных вузом государственных и муниципальных контрактов, в которых вуз является государственным заказчиком;
- разработка и выдача участникам размещения заказа необходимой документации;
- разъяснение положений документации о размещении заказов и внесение в нее изменений;
- прием и регистрация заявок на участие в размещении заказов;
- уведомление участников размещения заказа о признании их допущенными или недопущенными к участию в размещении заказов;
- передача победителю размещения заказа одного экземпляра протокола оценки и сопоставления заявок на участие в торгах и проекта государственного контракта;
- хранение документов, предусмотренных законодательством о размещении заказов в течение трех лет с момента размещения заказов в соответствии с номенклатурой дел вуза;
- консультирование работников, подразделений вуза, участников, в том числе потенциальных, размещения заказов по организационным и правовым вопросам размещения заказов;

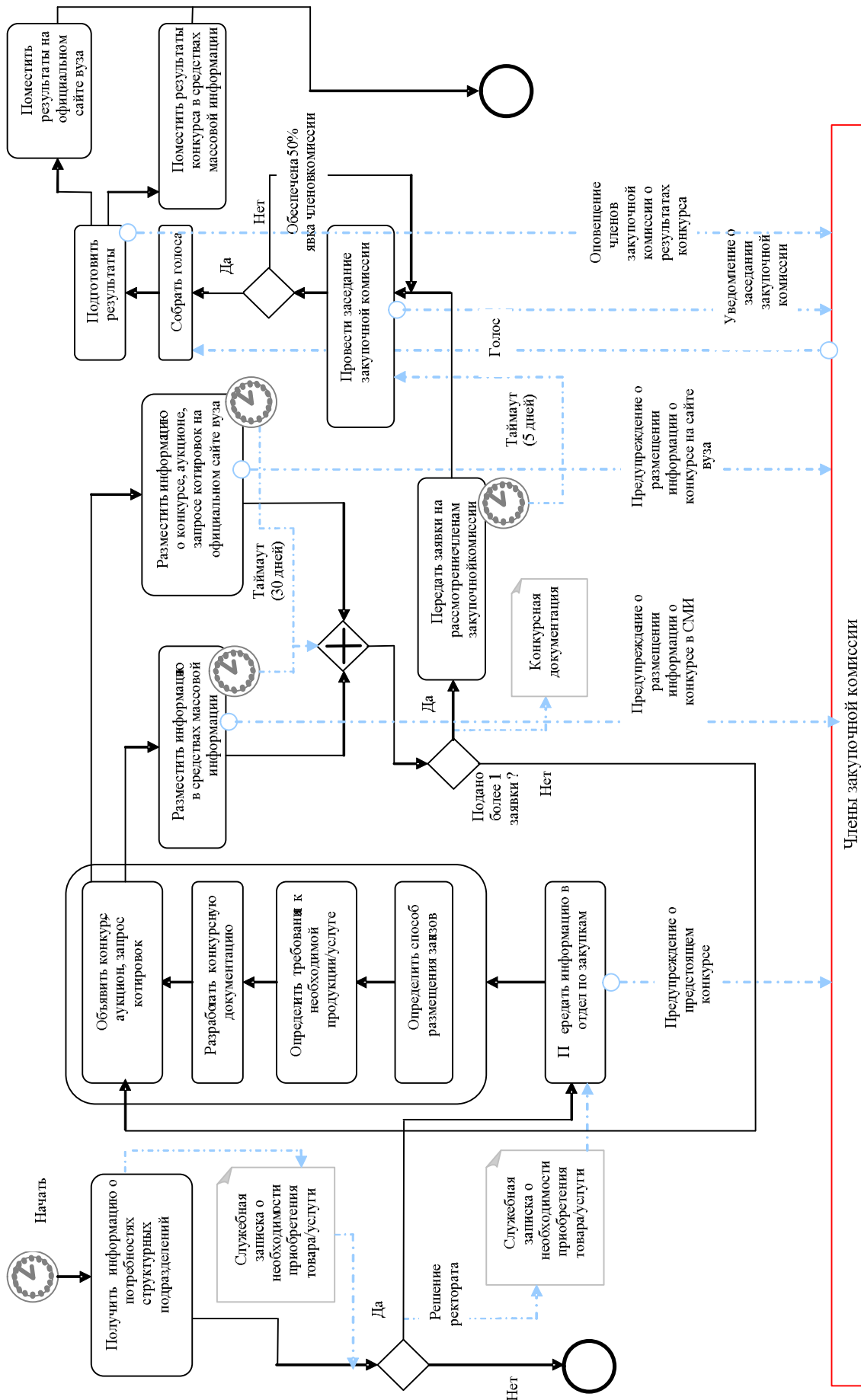


Рисунок 1. Процедура проведения конкурса

- подготовка предложений об изменении, дополнении или отмене локальных нормативных актов, регулирующих размещение заказов.

В состав комиссии входят специалисты, которые играют ту или иную роль в процессе принятия решения о закупках. Среди них есть действительные пользователи, те, кто эксплуатируют закупаемые товары и те, кто оказывает влияние на принятие решения, а также лица, контролирующие информацию о закупке. В терминах теории принятия решений эта группа состоит из лиц, принимающих решение (ЛПР) [2-5]. На нее возлагается задача выбора наиболее предпочтительного поставщика(ков), на основе трех критериев и ограничений, которые отражаются в документации и заказах и в заявках на участие в конкурсе. Главной целью закупочной комиссии является рассмотрение, оценка и ранжирование соответствующих требованиям закупки конкурентных предложений по степени предпочтительности и выбор победителя (победителей) закупочных процедур в соответствии с условиями закупки. Процедура приобретения товаров или услуг отражена на рисунке 1 в виде диаграммы описания бизнес-процесса [6, 7].

Как правило, к требуемым товарам или услугам (альтернативам) выдвигается ряд требований (критериев). Выделение лучшей альтернативы является главной задачей комиссии. Однако выбор оптимального решения усложняется наличием множества критериев, а также необходимостью учета несовпадающих мнений членов комиссии. При расстановке приоритетов критерии эффективности могут быть весьма противоречивыми.

Очевидно, что поиск решения для многокритериальной задачи выходит за рамки задач, для которых построены отработанные математические модели, позволяющие находить решение без участия ЛПР, например, задачи распределения ресурсов, транспортные задачи, задачи массового обслуживания, управления запасами и т.д. В целях обеспечения эффективной скоординированной работы комиссии и отдела по закупкам необходимо создать такую систему поддержки принятия решений (СППР), которая будет всесторонне поддерживать их деятельность в ходе обоснования и принятия решения. В виду отсутствия исчерпывающей классификации СППР необходимо систематизировать типы таких систем по возможным основаниям деления. При проектировании СППР, важно четко определить какую модель применить для анализа задач принятия решений: использующую многокритериальные функции предпочтения, субъективные вероятности, нечеткие множества и т.п. Для обеспечения гибкости системы целесообразно включить возможность ввода в систему дополнительных алгоритмов и методов, а также оценки и отображения ЛПР статистик по принятым решениям в уже известных ситуациях.

Литература

1. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. N 94-ФЗ "О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд".
2. Балдин К.В., Воробьев С.Н., Уткин В.Б. *Управленческие решения: Учебник.* - 2-е изд.- М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2005. – 496с.
3. Канеман Д., Словик П., Тверски А. *Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения / Пер. с англ. – Х.: Институт прикладной психологии «Гуманитарный центр», 2005. – 632с.*
4. Ларичев О.И., Петровский А.В. *Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика.* - Т.21. М.: ВИНТИ, 1987.
5. Трахтенгерц Э.А. *Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений. Серия «Системы и проблемы управления».* – М.: СИНТЕГ, 2001. – 256с.
6. Волков Ю. О. *Диаграммы для описания бизнес-процессов //PC Week/ Russian Edition.* - №35. – 2006. – С.40 – 41.
7. Волков Ю.О. *Новый взгляд на описание бизнес-процессов //PC Week/Russian Edition.* - №34. - 2005г.-С.42- 55.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОДНОГО КЛАССА МНОГОМЕРНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.Ф. Евтушенко, Д.В. Евтушенко, П.Г. Белоусов
СибГИУ, г. Новокузнецк

Рассматриваются особенности алгоритма прогнозирования выходных воздействий объектов управления, обладающих следующими свойствами.

1. Объект прогнозирования является слабоизученным с точки зрения математического описания внутренних механизмов протекающих в нем процессов. Построение такого описания и его использование в задаче прогнозирования является затруднительным.

2. Объект прогнозирования является многоканальным, и его выходной временной ряд является многомерным. Он представлен конечным набором временных последовательностей и обладает динамической «памятью» в том смысле, что значения каждой составляющей ряда в текущий момент времени зависят от значений в предыдущие моменты времени как этой, так и других его составляющих.

3. Объект функционирует циклически. Каждый его канал имеет малый интервал времени «жизни». После окончания его функционирования в объекте формируется один или несколько новых каналов с подобными свойствами.

4. Каждая составляющая многомерного временного ряда формируется одним из каналов объекта прогнозирования и имеет одинаковый интервал «жизни», но начальные и, соответственно, конечные моменты времени других составляющих ряда могут быть различными. При этом зависимость между соответствующими значениями отдельных составляющих ряда значимо ослабевает при увеличении временного сдвига между их начальными моментами времени.

5. Внешние и внутренние условия функционирования объекта прогнозирования существенно изменяются во времени (от одного цикла к другому), что оказывает значительное влияние на свойства его временного ряда. Данные об этих изменениях поступают как перед началом следующего цикла, на момент окончания которого необходимо прогнозировать значения выходных показателей, так и в течение цикла. Поэтому прогнозирование должно быть условным, т.е. ориентированным на те условия, которые были зафиксированы на момент прогнозирования.

Структура математической модели таких временных рядов данных приведена в общем виде в [1].

Специфика указанных свойств объекта прогнозирования придает его выходному ряду свои, отличные от многих других объектов, особенности, которые не дают возможность получить высокую точность с помощью традиционно применяемых методов прогнозирования, в частности, основанных только на экстраполяции предыстории временного ряда данных. Основная причина этого связана с небольшим числом дискретных отсчетов временной последовательности на интервале «жизни» объекта, если ограничиваться только одной составляющей ряда, значения которых подлежат прогнозированию.

Одной из основных и наиболее важных задач разработки алгоритма прогнозирования выходных показателей объекта является выбор такой его структуры, которая наиболее полно учитывает свойства объекта и, соответственно, позволяет обеспечить высокую точность прогнозирования. При решении этой задачи исходили из согласующегося с принципом достаточного разнообразия Эшби положения о том, что структурное разнообразие объектов и условий их функционирования должно быть отображено соответствующим разнообразием структур алгоритмов и систем прогнозирования [2].

Прототипом при выборе структуры алгоритма прогнозирования выходных показателей многомерного нестационарного объекта, обладающего указанными свойствами, послужил алгоритм на базе типопредставительных ситуаций (ТПС) [2], как наиболее полно по сравнению с другими известными структурами соответствующий свойствам рассматриваемого объекта прогнозирования и условиям его функционирования. Однако

необходимость учета таких его особенностей как короткий период «жизни» каналов объекта, многомерность и нестационарные свойства его временного ряда потребовала дополнительных изменений структуры этого алгоритма.

Укрупненная схема разработанного алгоритма прогнозирования для многомерных временных рядов данных близка по своей структуре с алгоритмом-прототипом, который в общем виде изложен в [2, раздел 2.2]. Поэтому в данном сообщении из-за ограниченности его объема описаны лишь те отличия от прототипа в функциональных блоках, которые вызваны особенностями, присущими рассматриваемому объекту и условиями его функционирования. Эти отличия заключаются в следующем.

1. Алгоритмический модуль первичной обработки исходных данных дополнен процедурой расчета корректировок для значений предыстории рядов данных, которая используется при существенных изменениях межцикловых условий функционирования объекта прогнозирования. В этом случае для предыстории каждой составляющей ряда рассчитываются значения корректировок dY_j на условия текущего цикла по выражениям

$$dY_j(i-k) = j_j \{dV_{kj}(i-k)\}, \quad (1)$$

$$dV_{kj}(i-k) = V_{kj}(i-k) - V_{kj}(i), \quad k=1, \dots, i-1; \quad j=1, 2, \dots, M, \quad (2)$$

где Y – значения выходной переменной (показателя); V_k – контролируемые входные воздействия объекта; $j_j \{ \}$ – математическая модель влияния отклонений dV_k в отклонения dY ; i – дискретное время, изменяющееся в пределах $[1, I]$, I – длина реализации одной составляющей временного ряда; m – номер реализации (канале объекта); M – число составляющих многомерного ряда данных; индекс j принимает значения m и l в рамках одной многомерной реализации.

2. Разработан алгоритмический модуль формирования многомерного временного ряда данных и запоминания значений его составляющих на каждом цикле прогнозирования. Формирование этого ряда осуществляется перед началом первого цикла для каждого m -го канала объекта, когда становятся известными значения признаков состояния объекта $P_m(0)$; $m=1, 2, \dots, M$.

Составляющая ряда, значения которой подлежат прогнозированию, считается основной, ее признаки состояния и показатели здесь и далее обозначены подстрочными символами m . Взаимосвязанные с ней составляющие, формируемые другими каналами объекта числом $M-1$, называются дополнительными и обозначены индексами l ; $l=1, 2, \dots, M-1$. При этом в число дополнительных включаются те составляющие ряда, которые удовлетворяют условию

$$t_{ln} < t_{mn} < t_{lk}; m \neq l; \quad m \in \{1, M\}; \quad l \in \{1, M-1\}, \quad (3)$$

где подстрочные индексы n и k означают моменты календарного времени начала первого и конца последнего цикла «жизни» соответствующих каналов объекта. Сформированная таким образом структура многомерного ряда данных запоминается и сохраняется до конца «жизни» основного (m -го) канала объекта, пополняясь на каждом цикле новыми порциями данных об изменении учитываемых признаков и показателей. После чего она записывается в базу данных в соответствующую строку матрицы элементов ТПС. Такая процедура повторяется на каждом цикле для всех $m=1, 2, \dots, M$.

3. Наличие взаимосвязи между значениями различных составляющих многомерного ряда данных приводит к целесообразности использования процедуры многомерной экстраполяции аналогов приведенных к выходу объекта возмущений для повышения точности прогнозирования. Для этой цели использовали алгоритм следующего вида [3]:

$$d\hat{Y}_m^{np}(i+h) = d\tilde{Y}_m^{np}(i) + a_v h v_m(i); \quad (4)$$

$$d\tilde{Y}_m^{pp}(i) = d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1) + a_m(i) \begin{cases} \left[dY_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1) \right] & \text{при} [\cdot] \leq b_m(i); \\ b_m(i) \text{sign}[dY_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1)] & \text{при} [\cdot] > b_m(i); \end{cases} \quad (5)$$

$$a_m(i) = a_m^* [1 + k_1 \Delta Z_{m1}(i) + k_2 \Delta Z_{m2}(i) + k_3 \Delta Z_{m3}(i)]; \quad (6)$$

$$b_m(i) = b_m^* [1 + k_1 \Delta Z_{m1}(i) + k_2 \Delta Z_{m2}(i) + k_3 \Delta Z_{m3}(i)]; \quad (7)$$

$$\Delta Z_{m1}(i) = Z_{m1}(i) - Z_1^*; \quad \Delta Z_{m2}(i) = Z_{m2}(i) - Z_2^*; \quad \Delta Z_{m3}(i) = Z_{m3}(i) - Z_3^*; \quad (8)$$

$$Z_{m1}(i) = Z_{m1}(i-1) + k_4 \{ \text{sign}[dY_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1)] \times \\ \times \text{sign}[dY_m^{pp}(i-1) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-2)] - Z_{m1}(i-1) \}; \quad (9)$$

$$Z_{m2}(i) = Z_{m2}(i-1) + k_4 \{ \text{sign}[d\tilde{Y}_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1)] \times \\ \times \text{sign}[d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-2)] - Z_{m2}(i-1) \}; \quad (10)$$

$$Z_{m3}(i) = Z_{m3}(i-1) + k_4 \left\{ \frac{1}{M-1} \sum_{l=1}^{M-1} \text{sign}[d\tilde{Y}_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1)] \times \right. \\ \left. \times \text{sign}[d\tilde{Y}_m^{pp}(i-1) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-2)] \times \text{sign}[d\tilde{Y}_l^{pp}(i) - d\tilde{Y}_l^{pp}(i-1)] \times \right. \\ \left. \times \text{sign}[d\tilde{Y}_l^{pp}(i-1) - d\tilde{Y}_l^{pp}(i-2)] - Z_{m3}(i-1) \right\}; \quad (11)$$

$$v_m(i) = \frac{1}{n} [d\tilde{Y}_m^{pp}(i) - d\tilde{Y}_m^{pp}(i-n)], \quad (12)$$

где a_v ; a_m^* ; b_m^* $k_1 \div k_4$; n - настроечные коэффициенты; $Z_1^* = 0$; $Z_2^* = 1$; $Z_3^* = 1$ - заданные значения соответствующих показателей; Z_{m1} ; Z_{m2} ; Z_{m3} - показатели свойств невязок $[dY^{pp}(i) - d\tilde{Y}^{pp}(i-1)]$, плавности оценок сглаженного сигнала и взаимосвязи переменных; h - интервал экстраполяции; символы \sim и \wedge означают сглаженные и прогнозируемые (экстраполируемые) значения переменных.

Для реализации алгоритма (4) – (12) необходимо располагать предысторией основной составляющей ряда, длиной не менее трех дискретных отсчетов. Это вызвало необходимость использования двух алгоритмов экстраполяции аналогов приведенного возмущения и, соответственно, прогнозирования в целом. Первый из них предназначен для прогнозирования значений основной составляющей ряда на первых трех циклах «жизни» объекта прогнозирования и основывается на одномерном алгоритме экстраполяции аналогов приведенных возмущений. Второй алгоритм реализует процедуру многомерной экстраполяции аналогов приведенных возмущений и используется для прогнозирования значений основной составляющей многомерного ряда при $i \geq 3$.

4. База данных ТПС дополняется новыми реализациями многомерного временного ряда в моменты t_{mk} , т.е. в моменты времени конца последнего цикла «жизни» канала объекта прогнозирования, соответствующего основной составляющей ряда. При этом в рамках каждой ТПС хранятся несколько реализаций многомерного временного ряда, отражающих состояние объекта на предыстории его функционирования. Выбор одной из них осуществляется последовательно по критериям

$$q_1 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M g_j \{ \text{sign}[\tilde{Y}_j(i) - \tilde{Y}_j(i-1)] \cdot \text{sign}[\tilde{Y}_j(i-1) - \tilde{Y}_j(i-2)] \cdot \text{sign}[\tilde{Y}_j^T(i) - \\ - \tilde{Y}_j^T(i-1)] \cdot \text{sign}[\tilde{Y}_j^T(i-1) - \tilde{Y}_j^T(i-2)] \} \rightarrow \max; \quad (13)$$

$$q_2 = \frac{1}{IM} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^M g_j |Y_j(i) - Y_j^T(i)| \rightarrow \min, \quad (14)$$

где g_j - весовые коэффициенты, отражающие значимость каждой составляющей ряда, индекс T означает принадлежность к ТПС.

Если переменные Y_m , формируемые в различных каналах объекта прогнозирования, имеют разный масштаб изменения, их целесообразно предварительно нормализовать. Выбор многомерной типопредставительной реализации осуществляется путем сравнения текущей реализации с каждой реализацией из множества, хранящегося в рамках одной ТПС, по критерию q_1 . Если результаты выбора по этому критерию содержат более чем одну реализацию, используется критерий q_2 .

5. Расчет аналогов приведенных к выходу объекта возмущений осуществляется с использованием корректировок $dY_m(i-k)$, полученных с помощью выражений (1), (2). Учет корректировок при расчете аналогов приведенных возмущений преследует цель приведения их значений к одинаковым условиям, соответствующим текущему циклу, что позволяет повысить точность их экстраполяции.

Проверку эффективности предлагаемого алгоритма прогнозирования выходных показателей объекта с рассмотренными свойствами проводили на конкретном примере, отражающем функционирование социальной системы вуза, состоящей из студенческих групп, преподавателей и обслуживающего персонала. Учет присущих этой системе особенностей, близких к рассмотренным, позволил повысить точность прогнозирования показателей учебного процесса в 3,0-3,5 раза по сравнению с экстраполяционными алгоритмами, часто применяемыми для этой цели.

Литература

1. Евтушенко В.Ф. Структура математической модели временных рядов данных о показателях учебного процесса в вузе. / В.Ф. Евтушенко, Л.П. Мышляев, П.Г. Белоусов, Д.В. Яхнис. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды 5-й Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, -2005. –С. 344-348.

2. Мышляев Л.П. Прогнозирование в системах управления./ Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко. – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – 348с.

3. 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 ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ МНОГОМЕРНОГО АЛГОРИТМА

В.Ф. Евтушенко, Д.В. Евтушенко, П.Г. Белоусов

СибГИУ, г. Новокузнецк

Прогнозирование показателей качества учебного процесса имеет свои специфические особенности, обусловленные свойствами объекта прогнозирования – социальной системы, которая состоит из студенческих групп, преподавателей и учебно-вспомогательного персонала [1]. С учетом этих свойств разработан алгоритм прогнозирования показателей качества учебного процесса, являющийся конкретизацией алгоритма, общее описание которого приведено в настоящем сборнике (В.Ф. Евтушенко, Д.В. Евтушенко, П.Г. Белоусов «Особенности алгоритма прогнозирования одного класса многомерных нестационарных объектов»).

Разработанный алгоритм прогнозирования включает следующие основные блоки: ввод и первичная обработка исходных данных; проверка достоверности расчетных

показателей; формирование многомерного ряда данных; формирование и выбор ТПС; расчет эффектов контролируемых входных воздействий; расчет аналогов приведенных к выходу объекта возмущений; расчет прогнозных оценок показателей учебного процесса. В качестве прогнозируемого показателя выбран средний балл количественной успеваемости студентов. Интервал прогнозирования равен одному циклу (семестру).

Исходные данные включают ф.и.о. студентов; признак группы и специальности; признак и число студентов, обучающихся на госбюджетной основе; признак и число студентов, обучающихся на платной основе; средний балл аттестата студента; результаты вступительных испытаний; дисциплины, вынесенные на экзаменационную сессию; ф.и.о. преподавателей по эти дисциплинам; результаты экзаменационных испытаний по каждому студенту; ф.и.о. отчисленных и принятых студентов. Исходные данные периодически обновляются по окончании каждой сессии и вступительных испытаний, после чего может осуществляться расчет новых прогнозных оценок показателей учебного процесса. (При необходимости такой расчет может быть выполнен на интервал, равный двум и более семестров). При появлении дополнительных данных в течение семестра результаты прогнозирования корректируются.

Алгоритмы первичной обработки данных содержат процедуры проверки достоверности исходных данных, их классификации в соответствии с признаками состояния объекта, расчет среднего балла количественной успеваемости студентов. При проверке достоверности исходных данных и расчетных значений показателей используются типовые и конкретизированные процедуры правильности ввода данных и результатов расчета.

В блоке первичной обработки исходных данных дополнительно реализована процедура корректирования результатов расчета значений среднего балла количественной успеваемости студентов на предыстории рядов данных. Расчет таких корректировок на условия текущего цикла осуществляется при изменении числа студентов в группе по формуле

$$dY_j(i-k) = \frac{1}{N(i) - dN_{kj}(i)} \left[\sum_s^{dN_k} Y'_{js}(j-k) - dN_{kj}(i) Y_j(i) \right]; \quad k=1, \dots, j-1; \quad j=1, \dots, M; \quad (1)$$

$$dN_{kj}(i) = N_j(i) - N_j(i-k), \quad (2)$$

где $dY_j(i-k)$ - корректировка среднего балла успеваемости на $(i-k)$ -м цикле j -й группы; N_j - число студентов в j -й группе; $Y'_j(i-k)$ - средний балл на $(i-k)$ -й сессии студента, исключенного после $(i-1)$ -й сессии; индекс j принимает значения m и l в рамках одной многомерной реализации.

Формирование многомерного временного ряда для новой студенческой группы начинается по окончании вступительных испытаний (момент времени t_{mn}), после того как зафиксированы значения вектора признаков ее начального состояния. Вектор признаков начального состояния включает качественные $P_m^k(0)$ и количественные $P_m^q(0)$ признаки. К качественным признакам относятся признаки: студенческой группы - $P_m^{k1}(0)$; студентов госбюджетной формы обучения - $P_m^{k2}(0)$; студентов платной формы обучения - $P_m^{k3}(0)$. Количественные признаки представлены среднегрупповыми значениями балла аттестата $P_m^{q1}(0)$ и результата вступительных испытаний $P_m^{q2}(0)$. Здесь символ m означает принадлежность к основной составляющей многомерного ряда.

В число дополнительных составляющих ряда, обозначенных символом l , включены хранящиеся в базе данных значения среднего балла количественной успеваемости студентов группы, обучающихся в вузе на момент времени t_{mn} по той же специальности, т.е. признак

P_l^{K1} которой совпадает с признаком P_m^{K1} . Для каждой группы формировали два многомерных ряда, один из которых соответствует признакам P_m^{K1} , P_l^{K1} и характеризуется данными об успеваемости студентов госбюджетной формы обучения Y_m^Γ ; Y_l^Γ , а другой - платной формы обучения Y_m^Π ; Y_l^Π .

Сформированные таким образом в момент времени t_{mn} многомерные временные ряды запоминаются и сохраняются в базе данных ЭВМ. После окончания каждой экзаменационной сессии они пополняются новыми порциями данных и сохраняются до момента времени t_{mk} - окончания обучения в вузе группы, состояние успеваемости которой характеризуется основной составляющей ряда. Размерность такого ряда, включая основную и дополнительную составляющие, равно M . В частности, $M=5$, если на каждом курсе обучается по одной группе студентов одинаковой специальности. Особенностью такого ряда является то, что на момент времени t_{mn} он уже содержит предысторию, длина которой равна восьми дискретным отсчетам. Это позволяет рассчитывать прогнозные оценки результатов первой сессии перед началом занятий.

В состав базы ТПС были включены: множество качественных и количественных признаков $P_{m,l}^\Gamma = \{P_{m,l}^{TK}; P_{m,l}^{TC}\}$; общее число студентов по группам $N_{m,l}^\Gamma$; число студентов по группам $N_{m,l}^\Pi$; $N_{m,l}^\Pi$, классифицированных по признакам $P_{m,l}^{TK1} \div P_{m,l}^{TK3}$ (индексы «г» и «п» означают принадлежность госбюджетным и платным формам обучения); значения эффектов влияния отклонений учитываемых факторов, представленных в качественном виде, на отклонения значений среднего балла количественной успеваемости; информационное отображение объекта прогнозирования. Для хранения информационного отображения выделено две зоны. В одной из них оно хранится в виде множества реализаций многомерного временного ряда данных, а в другой – в виде одномерных реализаций, отражающих успеваемость только одной студенческой группы. Такое разделение базы данных ТПС выполнено, чтобы, во-первых, использовать одномерный алгоритм на базе ТПС для прогнозирования на первых двух циклах, а, во-вторых, для сравнительного анализа эффективности одномерного и многомерного алгоритмов прогнозирования, проводимого в процессе исследования.

В каждой зоне базы данных может храниться в рамках одной ТПС несколько одномерных и многомерных реализаций значений среднего балла количественной успеваемости. Выбор одной из них по критериям q_1 и q_2 (формулы (13) и (14) указанного сообщения в настоящем сборнике) позволяет выявить такие типопредставительные реализации, которые являются наиболее близкими к прогнозируемому ряду как по тенденциям изменения на ближайшей предыстории ряда, так и по отклонениям текущих значений ряда от типопредставительных.

Хранение информационного отображения объекта прогнозирования и расчет прогнозных оценок среднего балла успеваемости, включая формирование и выбор ТПС, расчет аналогов приведенного возмущения, их экстраполяцию, осуществляется по единой схеме, но раздельно по данным, отражающим успеваемость студентов госбюджетной и платной формы обучения с последующим объединением полученных оценок по формуле

$$\hat{Y}_m(i+h) = \frac{N_m^\Gamma(i)}{N_m(i)} \hat{Y}_m^\Gamma(i+h) + \frac{N_m^\Pi(i)}{N_m(i)} \hat{Y}_m^\Pi(i+h), \quad (3)$$

где \hat{Y} - прогнозируемые значения среднего балла успеваемости; h - интервал прогнозирования.

Значения аналогов приведенных возмущений $dY_j^{np}(i)$ рассчитывали на каждом текущем цикле по выражению

$$dY_j^{np}(i) = Y_j(i) - Y_j^T(i) - dY_{jv}(i), \quad (4)$$

где $dY_{jv}(i)$ - эффекты влияния замены преподавателя на отклонения среднего балла успеваемости, значения которых, определенные заранее путем соответствующей обработки данных предыстории, хранятся в базе данных ТПС. Одновременно с расчетом $dY_j^{np}(i)$ осуществляли корректировку значений аналогов приведенных возмущений на всей предыстории ряда данных с учетом значений $dY_j(i-k)$, полученных по формулам (1) и (2).

Расчет прогнозных оценок среднего балла успеваемости $\hat{Y}_m(i+h)$ осуществляли в соответствии с выражением

$$\hat{Y}_m(i+h) = Y_m^T(i+h) + d\hat{Y}_{mv}^{np}(i+h) + d\hat{Y}_m^{np}(i+h), \quad (5)$$

где $d\hat{Y}_m^{np}$ - экстраполированные значения аналогов приведенного возмущения. Выбор типопредставительных значений $\hat{Y}_m^T(i+h)$ осуществляли на каждом цикле прогнозирования с использованием векторов признаков $P_j(i)$ и $P_j^T(i)$. При этом качественные признаки проверяли на их полное совпадение, а количественные признаки по критериям близости q_1 и q_2 . При расчете прогнозных оценок для первого семестра $\hat{Y}_m(1)$ выбор ТПС производили с использованием меры близости признаков $P_m(0)$ и $P_m^T(0)$.

Значения $d\hat{Y}_m^{np}(i+h)$ рассчитывали с использованием алгоритмов одномерной (для $i=0,1$) и многомерной (для $i \geq 3$) экстраполяции. При $i=0; h=1$

$$d\hat{Y}_m^{np}(1) = dY^{Tnp}(1), \quad (6)$$

при $i=1,2$ или $i=0; h=2$

$$d\hat{Y}_m^{np}(2) = d\tilde{Y}^{Tnp}(1) + a_Y[dY_m^{np}(2) - d\tilde{Y}^{Tnp}(1)]. \quad (7)$$

При $i \geq 3$ для расчета значений $d\hat{Y}_m^{np}(i+h)$ использовали алгоритм многомерной экстраполяции, представленный формулами (4) – (12) указанного в настоящем сборнике сообщения.

Для исследования разработанного алгоритма прогнозирования использовали данные, характеризующие успеваемость и условия обучения студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» за период с сентября 1996 г. по настоящее время. В процессе исследования решали задачи оценивания точности прогнозирования с помощью среднемодульной ошибки и информативности исходных данных. Для сопоставления полученных результатов исследования одновременно с предложенным алгоритмом (А₄) проверяли алгоритмы одномерной (учитывающие только данные основной составляющей многомерного ряда) экстраполяции с помощью «простой сдвижки» - (А₁) и на базе экспоненциального сглаживания первого порядка и упреждения «простой сдвижкой» (А₂), одномерного алгоритма прогнозирования на базе ТПС и экстраполяции аналогов приведенных возмущений (А₃). Результаты расчетов даны ниже в таблице, где в качестве примера приведены данные только четырех студенческих групп.

Таблица – Значения среднемодульной ошибки прогнозирования

| Алгоритм | Условный номер группы | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Гр ₁ | Гр ₂ | Гр ₃ | Гр ₄ |
| A ₁ | 0,40/1,00 | 0,26/1,00 | 0,36/1,00 | 0,32/1,00 |
| A ₂ | 0,37/1,08 | 0,24/1,08 | 0,31/1,16 | 0,27/1,18 |
| A ₃ | 0,16/2,50 | 0,12/2,17 | 0,14/2,57 | 0,09/3,55 |
| A ₄ | 0,11/3,63 | 0,08/3,25 | 0,09/4,00 | 0,05/6,40 |

В таблице в числителе даны значения среднемодульной ошибки прогнозирования, а в знаменателе – отношения этой ошибки алгоритмов A₂, A₃ и A₄ к ошибке для алгоритма A₁. При этом ошибки прогнозирования алгоритмов A₁ и A₂ рассчитывали без учета первых двух циклов, а ошибки, приведенные в последнем столбце таблицы, не принимали во внимание в сравнительном анализе, так как данные для Гр₄ использовали как обучающие выборки. Тем не менее, их значения можно интерпретировать как предельно возможные минимальные ошибки прогнозирования. Данные таблицы указывают на более высокую точность алгоритмов A₃ и A₄. Значения ошибки прогнозирования для последнего алгоритма в 3,25-4,00 меньше, чем для A₁. Отметим также, что точность алгоритма A₄ в 1,3-1,5 раза выше, чем A₃ за счет использования процедуры многомерной экстраполяции. В свою очередь, использование корректировок $dY_j(i-k)$ при расчете аналогов приведенного возмущения привело к повышению точности алгоритмов A₃ и A₄ в 1,2-1,25 раза.

Литература

1. Евтушенко В.Ф. Особенности временных рядов данных о показателях учебного процесса в вузе. / В.Ф. Евтушенко, Л.П. Мышляев, Д.В. Яхнис.// Информационные недра Кузбасса : Труды 4-й Всероссийской научно-практической конференции. – Кемерово: КемГУ, - 2005. – С.60-62.

О ПРОТОТИПНОМ ПОДХОДЕ К СИНТЕЗУ ВУЗОВСКИХ РАСПИСАНИЙ

С.М. Кулаков, Л.И. Криволапова, А.С. Добрынин

СибГИУ, г. Новокузнецк

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках планирования учебного процесса, является задача построения вузовских расписаний, которые должны удовлетворять целому комплексу дидактических требований, структурно – логическим принципам организации учебного процесса и ресурсным ограничениям. Рассматриваемый класс задач играет важную роль в системах автоматизированного управления учебным процессом, целесообразность создания которых проистекает из необходимости оптимизации деятельности ВУЗа. Рассматриваемая типовая задача синтеза учебных расписаний имеет следующие особенности:

- высокая и изменяющаяся от семестра к семестру размерность задачи
- разнообразие способов организации учебного процесса для множества учебных заведений
- наличие большого количества разнохарактерных ограничений (обязательных, желательных, коллективных, персональных и т.д.)
- необходимость динамической корректировки действующего расписания вследствие изменений в учебном процессе или его ресурсном обеспечении

В отличие от разнообразных методик построения вузовских расписаний, описанных в многочисленных научных трудах [1,3], в данной работе рассматривается так называемый прототипный подход [2], основанный на идее формирования нового объекта посредством выявления и устранения недостатков известных объектов (аналогов, прототипов) того же самого или близкого назначения. В качестве аналогов или прототипов в данном подходе предлагается использовать ранее реализованные высококачественные расписания учебных

занятий, структурные элементы которых могут быть сохранены, модифицированы или существенно изменены с учетом условий нового (очередного) интервала планирования. Целесообразность применения прототипного подхода в первую очередь обусловлена необходимостью сохранения наиболее удачных решений, полученных при построении и реализации ранее синтезированных расписаний и переноса их в новые реализации расписания.

В рамках прототипного подхода, задача синтеза вузовских расписаний может быть сформулирована на основе ретроспективно заданных рациональных расписаний и их базовых элементов, а также критериев и ограничений, которые должны быть учтены при решении задачи оптимизации. Базовые элементы расписания определяются путем анализа натуральных прототипов и аналогов, в том числе на основе метода ретроспективной оптимизации. При этом используются соответствующие нормативные документы и стандарты, регламентирующие учебный процесс.

Базовые элементы расписания R занятий представлены вектором:

$$R = (\overline{Kl}, \overline{Gr}, \overline{F}, \overline{K}, \overline{G}, \overline{D}, \overline{Pt}, \overline{Vz}, \overline{Kp}, \overline{A}, \overline{Lb}, \overline{P} \dots)$$

где \overline{Kl} – календарный интервал планирования; \overline{Gr} – график занятий; \overline{F} – факультеты; \overline{K} – кафедры; \overline{G} – группы; \overline{D} – дисциплины; \overline{Pt} – потоки; \overline{Vz} – виды занятий; \overline{Kp} – корпуса; \overline{A} – аудитории; \overline{Lb} – лаборатории; \overline{P} – преподаватели. Критерии позволяют оценить оптимальность формируемого расписания в сравнении с результатами, полученными в ходе использования объектов – прототипов. Обобщенный критерий оптимальности полученного расписания представляет собой взвешенную сумму нормированных частных критериев, которые могут быть представлены в математической, логической, семантической или иной форме. Ограничения описывают условия протекания итерационного процесса, с учетом которых должно осуществляться решение задачи синтеза; они классифицируются в зависимости от типа (мягкие, жесткие), характера (временные, пространственные) и т.д. Структурированные множества ограничений позволяют гибко адаптировать постановки задач синтеза к изменяющимся условиям, а также учитывать традиции в способах управления учебным процессом, пожелания различных субъектов учебного процесса и т.д.

Необходимо отметить, что являясь базовым по своей сути, прототипный подход нуждается в дополнительных процедурах и методиках синтеза, в тех случаях, когда использование существующих прототипов затруднено или невозможно по определенным причинам. В частности, при наличии значительных возмущений в учебном процессе, связанных со сменой нормативной документации, учебных планов, форм обучения необходимо использовать альтернативный инструментарий синтеза, который может опираться на известные методы и подходы, описанные в научных публикациях, монографиях, диссертациях.

Для решения поставленной задачи предлагается эвристическая процедура синтеза расписаний, которая использует следующие основные этапы:

1) Выбор одного или нескольких расписаний – прототипов, с учетом нового периода планирования. Актуализация нормативных моделей учебного процесса.

2) Конкретизация. Анализ и адаптация выбранных прототипов к условиям постановки практической задачи синтеза. Формирование базовых элементов расписания на основе заданных нормативных моделей учебного процесса.

3) Декомпозиция. Представление практической задачи синтеза в виде совокупности отдельных подзадач, выбор алгоритмов решения частных задач.

4) Реализация обобщенной итеративной процедуры решения задачи, сравнительный анализ эффективности вариантов решений, на основе моделирования, экспертных оценок и т.д. В рамках разработки гибкой итеративной процедуры необходимо решить ряд подзадач, связанных с инициализацией вектора исходных параметров расписания, используемых при формировании стартового состояния процесса поиска оптимума, а также определить правила фильтрации заведомо недопустимых решений в процессе поиска оптимума.

5) Программная реализация, полученных в ходе исследования, методов и алгоритмов с использованием алгоритмических языков высокого уровня.

6) Внедрение полученных решений в учебный процесс, обобщенное представление полученных вариантов решения в виде инноваций, отчетов, статей, а также обучение сотрудников, сопровождающих учебный процесс

Функциональная структура системы формирования расписаний на основе прототипов представлена на рисунке 1. По сути, она представляет собой специализированную экспертную систему.

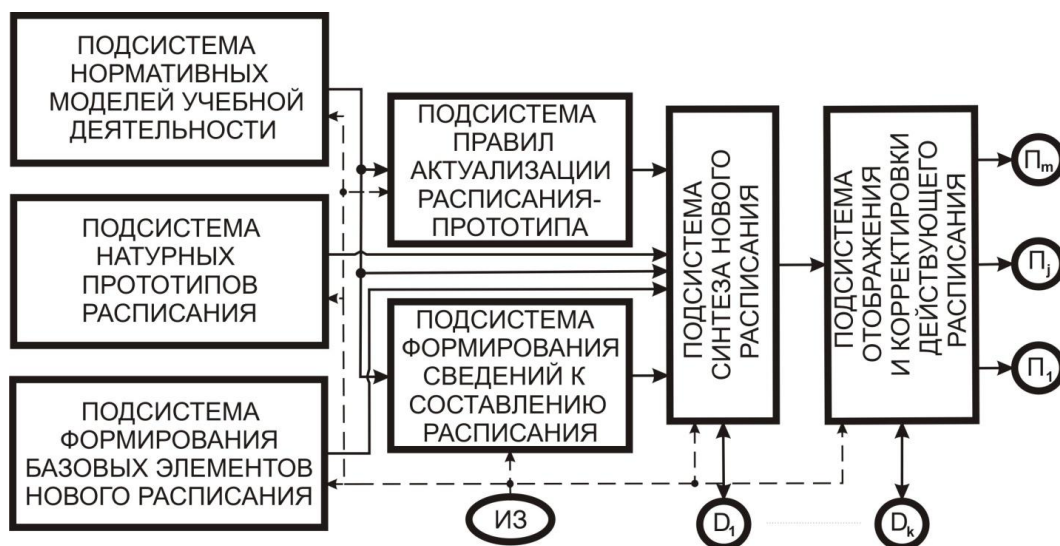


Рисунок 1 – Функциональная структура системы формирования и сопровождения расписаний на основе прототипов

Использованы следующие обозначения: ИЗ – инженер по знаниям; D_1, \dots, D_k – диспетчеры учебно-методического управления; Π_1, \dots, Π_m – пользователи расписания (студенты, преподаватели, сотрудники, родители и т.п.).

Перечень основных функциональных подсистем формирования расписаний на основе прототипов включает:

1) Подсистему нормативных моделей учебной деятельности. Основой для построения нормативных моделей являются требования к учебному процессу, формулируемые административным персоналом ВУЗа и учебным отделом. Нормативная модель предусматривает перечень базовых атрибутов учебного процесса, таких как интервал планирования, структура и количество предметов учебных дисциплин, нормативные характеристики аудиторного фонда и т.д.

2) Подсистему натуральных прототипов расписаний, которая формирует и хранит образцы качественных расписаний прошлых лет. При отсутствии существенных изменений в структуре учебного процесса, возможно упрощенное построение новых реализаций расписания путем внесения корректировок в отобранный прототип.

3) Подсистему формирования базовых элементов нового расписания, которая позволяет управлять созданием и изменением новых базовых элементов, отсутствующих в базе нормативных моделей.

4) Подсистему актуализации расписания - прототипа, которая содержит методы, алгоритмы и правила трансформации натуральных прототипов в новые расписания на очередной период (семестр).

5) Подсистему формирования сведений к составлению расписания. Она формирует БД для хранения рекомендаций к составлению расписаний, основанных на требованиях субъектов учебного процесса (кафедр, факультетов и т.д.).

6) Подсистему синтеза нового расписания, которая позволяет реализовать как прототипный, так и критериально – ограничительный подход к конструированию конкретных расписаний

7) Подсистему отображения и корректировки расписания. Она используется для обеспечения доступа к расписанию студентов и их родственников, преподавателей, диспетчеров, а также для динамической его корректировки в процессе практической реализации.

Литература

1) Лагоша Б.А. Комплекс моделей и методов оптимизации расписания занятий в вузе / Лагоша Б.А., Петропавловская А.В. // Экономика и мат. Методы. -1993. -№ 29.

2) 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.

3) Норенков И. П. Сравнительный анализ эффективности эволюционных методов на примере задачи синтеза расписаний. /Норенков И. П., Арутюнян Н. М., Бондаренко А. А. // Информационные технологии. -2006,- № 5. –с. 16-20.

О МЕРАХ ПО ЗАЩИТЕ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ КАФЕДРЫ

А.А. Федотов, Т.М. Гулевич, И.К. Бауэр

СибГИУ, г. Новокузнецк

Разработанные на кафедре автоматизации и информационных систем меры по информационной защите включают в себя:

- подсистему управления доступом в составе интернет-ориентированного учебно-исследовательского комплекса;
- систему групповых политик, позволяющую как ограничивать доступ пользователей к определенным ресурсам, так и создавать им дополнительные функциональные возможности для работы в комплексе.

Веб-портал кафедры разработан с использованием языка программирования PHP. Модульная структура позволяет постепенно наращивать функциональность портала. В «движке» портала используется так называемый «wrapper»-подход, в соответствии с которым вызов всех приложений портала производится только через корневой инициализирующий модуль. Благодаря этому существует возможность централизованно на прикладном уровне запретить тому или иному пользователю доступ к определенным частям портала.

Разработана и внедрена оригинальная система управления доступом. В ее основе лежат иерархическая система ролей, которыми наделяются пользователи. Роли могут наследовать и перекрывать разрешения друг друга, поэтому при каждом обращении к сайту требуется проверять всю иерархию ролей для доступа к конкретной части портала. Эта особенность оказала влияние на разработку «движка» системы управления доступом и заставила обратить внимание на вопрос оптимизации ее быстродействия с применением специальных алгоритмов, в том числе так называемого метода вложенных множеств (nested sets).

Организован файл-сервер и контроллер домена. Для разграничения доступа к сетевым ресурсам домена применяется стандартное программное обеспечение в составе Windows 2003 Server, дополненное оригинальными скриптами на языке Visual Basic Script. На базе этих скриптов реализована гибкая система управления пользователями и доступом к информационным и техническим ресурсам. Таким образом, одновременно обеспечивается комплексная безопасность локальной вычислительной сети и достигается удобство администрирования. Разработаны и внедрены определенные меры (политики, стартовые скрипты), позволяющие как ограничивать права определенных групп пользователей (в основном, студентов), так и наиболее полно обеспечивать их работу в требуемом режиме.

Для удобства работы администратора разработано специальное HTA-приложение, упрощающее и ускоряющее регистрацию пользователей и учебных групп в домене кафедры, которое успешно интегрировано в существующую структуру комплекса.

Таблица 1 – Примеры элементов контроля, управления и моделей объектов

| № | Наименование | Задействованные устройства | Функции, задачи |
|---|--|--------------------------------------|--|
| 1 | Блок переключателей и светодиодов | Порты ввода-вывода, таймер | Дискретное управление и индикация |
| 2 | Цифровая клавиатура | Порты ввода-вывода, таймер | Ввод заданий, настроек |
| 3 | Потенциометр | АЦП, таймер | Установка задания, цифровая обработка сигнала измерения |
| 4 | Многострочное ЖК-табло | Порты ввода-вывода | Реализация последовательного протокола для индикации |
| 5 | Двигатель постоянного тока | ШИМ | Реализация алгоритмов регулирования частоты вращения двигателя |
| 6 | Шаговый двигатель | Порты вывода | |
| 7 | Модель нагревательной печи (бытовой фен) | АЦП, ШИМ, таймер, порты ввода-вывода | Реализация алгоритмов регулирования температуры воздуха |
| 8 | Весы | АЦП, порты ввода-вывода | Цифровая обработка сигнала измерения |
| 9 | Считыватель магнитной карты | USART | Реализация последовательных протоколов |

Следует отметить компактность и мобильность комплекса, что позволяет проводить занятия на выездах в филиалы и другие учебные заведения.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЦИКЛОВЫХ КОМИССИЙ УЧРЕЖДЕНИЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е.В. Миронова. А.П. Рахманова

Прокопьевский электромашиностроительный техникум, г. Прокопьевск

Период реформирования, который переживает современное российское образование, характеризуется тем, что управление человеческими ресурсами является одним из самых слабых звеньев в системе управления качеством подготовки специалистов. Человеческие ресурсы в образовании можно условно разделить на две категории (преподаватели и студенты), для каждой из которых необходимы соответствующие управляющие воздействия.

В Прокопьевском электромашиностроительном техникуме (ПЭМСТ) с 2005 года внедряется система рейтингового управления деятельностью предметно-цикловых комиссий (ПЦК). Структурная схема такой системы показана на рисунке 1.

Предметно-цикловая комиссия – объединение ряда преподавателей родственных дисциплин, сформированное для решения образовательных задач учреждения среднего профессионального образования, конкретизированных в зависимости от основных задач, стоящих перед соответствующим методическим объединением [1], [2]. В ПЭМСТ в состав цикловой комиссии входит от 5 до 8 преподавателей.

Объектом деятельности ПЦК являются студенческие группы с первого по четвертый курс дневного и заочного отделений. Сбор первичных данных производится в конце учебного года, согласно индивидуальным отчетам преподавателей, передаваемым председателю цикловой комиссии.

Контроль достоверности результатов осуществляется путем использования второго (независимого от ПЦК) источника информации. В качестве такового в ПЭМСТ используется

методическая служба, которая контролирует работу ПЦК на протяжении всего учебного года.

Частные показатели, по которым оценивается деятельность каждой ПЦК, представлены в таблице 1.

После расчета частных показателей определяется интегральный показатель деятельности ПЦК, который равен сумме частных показателей. Далее производится расчет коэффициента сложности, который зависит от количества учебных дисциплин, приходящихся на одного преподавателя, и от средней часовой нагрузки на каждого члена ПЦК. При расчете коэффициента сложности используются следующие соотношения.

$$H_1 = \frac{m}{N}; \quad KC_1 = \begin{cases} 0,3, \text{ если } H_1 \leq 2 \\ 0,4, \text{ если } 2 < H_1 \leq 3 \\ 0,7, \text{ если } 3 < H_1 \leq 4 \\ 0,9, \text{ если } 4 < H_1 \leq 5 \\ 1,0, \text{ если } H_1 > 5 \end{cases} \quad (1)$$

где m – количество учебных дисциплин, закрепленных за ПЦК; N – количество членов ПЦК.



Рисунок 1 – Структура системы рейтингового управления деятельностью ПЦК

$$H_2 = \frac{Ч}{N}; \quad KC_2 = \begin{cases} 0,5, \text{ если } H_2 \leq 720 \\ 0,75, \text{ если } 720 < H_2 \leq 1080 \\ 1,0, \text{ если } 1080 < H_2 \leq 1440 \end{cases} \quad (2)$$

где $Ч$ – количество учебных часов по всем дисциплинам, закрепленным за ПЦК.

$$KC = KC_1 + KC_2 \quad (3)$$

где KC – итоговый коэффициент сложности за учебный год; KC_1 – частный коэффициент, зависящий от количества учебных дисциплин, приходящихся на одного члена ПЦК; KC_2 – частный коэффициент, зависящий от средней часовой нагрузки на одного члена ПЦК.

При подведении итогов деятельности полученный интегральный показатель умножается на коэффициент сложности для соответствующей ПЦК

Результаты расчета интегрального показателя передаются в каждую ПЦК, а так же администрации для формирования управляющих воздействий.

В качестве основных управляющих воздействий могут быть:

- планы работы на следующий учебный год;
- приказ директора о поощрении или наказании конкретного члена ПЦК или всех членов ПЦК;

- прием новых или увольнение членов ПЦК;

- издание приказов и распоряжений, регламентирующих деятельность ПЦК.

В качестве стимулирующего воздействия в Прокопьевском электромашиностроительном техникуме выплачивается денежная премия, размер которой зависит от интегрального показателя деятельности ПЦК и места занятого в упорядоченной (по убыванию) последовательности значений интегрального показателя.

В результате внедрения данной системы рейтингового управления были достигнуты следующие результаты:

- 1) На 10% увеличилось количество методических разработок;
- 2) Повысилась заинтересованность каждого члена ПЦК в добросовестном исполнении своих обязанностей;
- 3) Уменьшилось количество задолжников на 3 – 5 %;
- 4) Улучшились взаимоотношения между отдельными членами ПЦК, укрепилось сотрудничество между преподавателями по различным направлениям.

Литература

1. Аргунова, Т.Г. Методические рекомендации по организации предметных (цикловых) комиссий в средних специальных учебных заведениях [текст]. - М: НМЦ СПО, 1999. – 11с.

2. О педагогическом совете и предметной (цикловой) комиссии образовательного учреждения среднего профессионального образования [текст]: письмо Управления среднего профессионального образования Минобразования России от 21 декабря 1999 г № 22 – 52 – 182 ин / 22 - 23//среднее профессиональное образование (сборник нормативных правовых документов) / под ред. П. Ф. Анисимова. - М: НМЦ СПО, 1999. – с 72 – 80.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ РЕЙТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ КАФЕДР УНИВЕРСИТЕТА

С.М. Кулаков, Н.Ф. Бондарь

СибГИУ, г. Новокузнецк

Современная методология оценивания рейтинга учебных заведений и их структурных подразделений нашла признание и широкое применение в учреждениях высшего профессионального образования России. В частности, рейтинг университета, сложившийся за последние пять лет учитывается в процедурах лицензирования, аттестации и аккредитации. Вместе с тем используемые показатели и процедуры оценивания их значений

по итогам года требуют осмысливания, анализа и дальнейшего совершенствования. Особенно это касается рейтинга внутривузовских структурных подразделений – кафедр и факультетов. В данной работе рассмотрены вопросы создания функциональной структуры предлагаемой системы рейтингового управления и совершенствования действующей системы оценивания рейтинга кафедр и факультетов Сибирского государственного индустриального университета. Опыт применения данной рейтинговой системы описан в публикации [1].

Целью рейтинговой системы управления (PCY) кафедрами и факультетами вуза следует считать выполнение лицензионных, аккредитационных и аттестационных показателей, устанавливаемых Федеральным агентством для всех вузов России, и, наряду с этим, формирование новых ценностей, целей и стандартов в сфере образования и науки [2].

Построение и функционирование PCY целесообразно осуществлять на базе следующих принципов:

1. Соответствие верхних и нижних уровней рейтингового управления (отрасль, вуз, факультет, кафедра) по методологии, по перечню и структуре показателей деятельности, коэффициентам их относительной значимости, а также по критериальным (нормативным) уровням.

2. Выбор рационального количества недублирующих друг друга показателей, учитывающих не только цели вышестоящего управляющего органа, но и собственные (инициативные) цели вуза.

3. Сочетание задаваемых Федеральным агентством по образованию или Администрацией вуза (обязательных, планируемых) показателей деятельности с показателями, формируемыми (инициируемыми) кафедрой и отражающими продуцирование новых ценностей, целей и стандартов.

4. Комплексное применение основных управляющих воздействий, а также мотивационных воздействий, представляющих собой рациональное сочетание материальных и нематериальных стимулов различных форм.

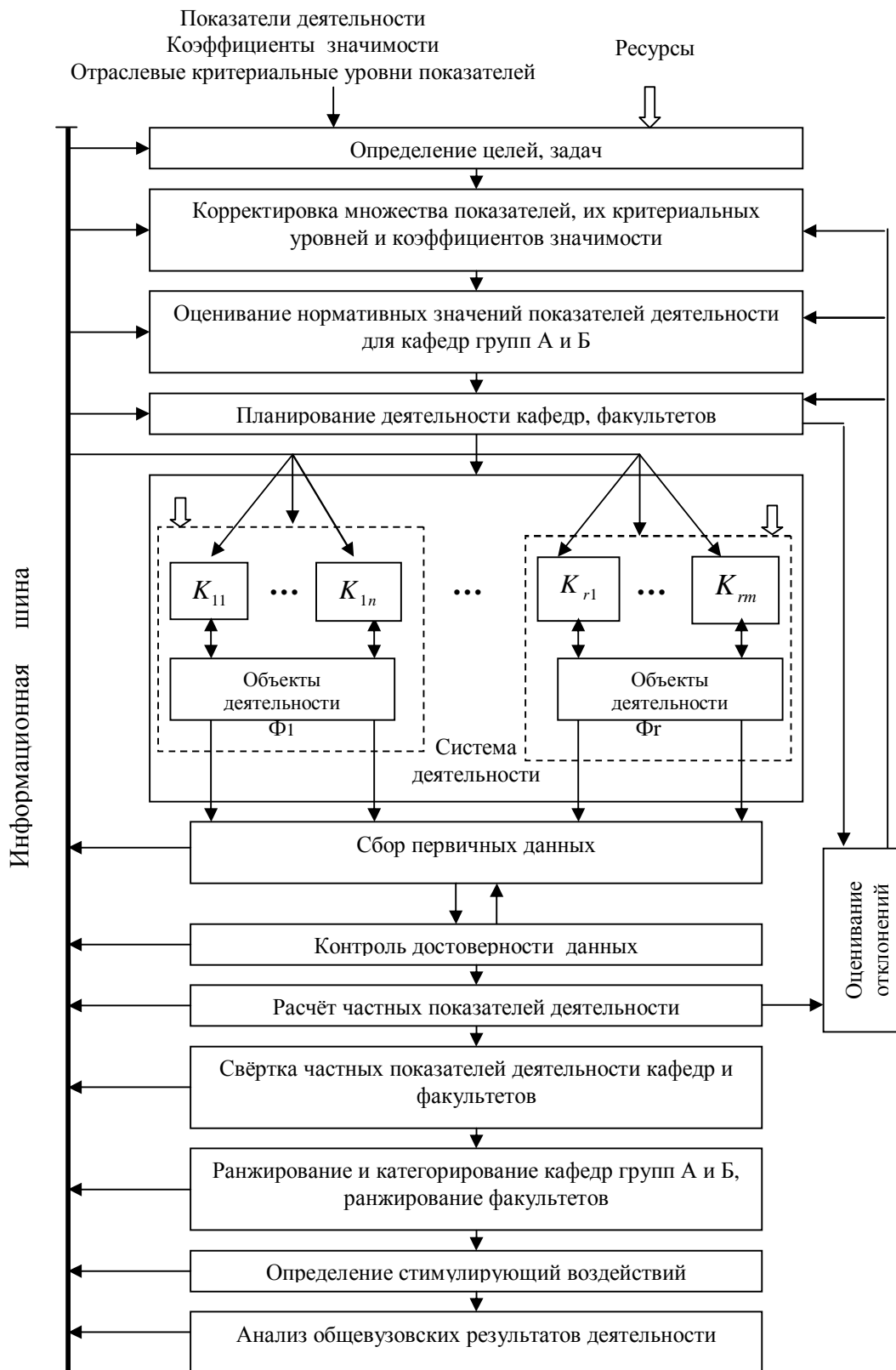
5. Учёт специфики деятельности кафедр на основе декомпозиции их полного множества на два подмножества (две группы): выпускающие (профилирующие) и не выпускающие (общеобразовательные) кафедры.

6. Усиление мотивации трудовых коллективов кафедр в пределах двух названных групп посредством категорирования кафедр [3].

На базе этих принципов, а также с учётом результатов прежних исследований разработана новая функциональная структура системы рейтингового управления кафедрами и факультетами университета, которая представлена на рисунке 1. Данная структура предусматривает расширение множества управляющих воздействий, категорирование коллективов, применение нормирования и технологии контролинга, мотивирования деятельностных агентов (кафедр). Последнее позволит в значительной степени повысить эффективность работы коллективов в условиях динамичности внешней обстановки и нововведений, осуществляемых Минобрнауки РФ.

Применительно к кафедрам и факультетам вуза важными управляющими воздействиями являются: изменение набора целевых показателей, их критериальных уровней и коэффициентов значимости (критериальное управление, изменение норм и нормативов, регламентирующих трудовую деятельность коллективов (нормативное управление); изменение выделяемых ресурсов и ограничительных условий (ограничительное управление).

Мотивационные воздействия (стимулы) должны быть направлены на согласование личных, кафедральных, факультетских и общевузовских целей. Они подразделяются на две группы: материальные и нематериальные. К числу материальных относятся: повышение заработной платы, премии по результатам работы, различного рода доплаты и т.п.



$K_{11}, \dots, K_{1n}; K_{r1}, \dots, K_{rm}$ - кафедры, входящие в состав факультетов Φ_1, \dots, Φ_r

Рисунок 1 – Предлагаемая структура системы рейтингового управления подразделениями вуза

Не менее важными являются и нематериальные стимулы, включающие социальный пакет, социальное признание и моральное стимулирование [4]. К социальному пакету

относятся следующие основные формы стимулирования: повышение квалификации и обучение, организация питания, транспортное обслуживание, улучшение жилищных условий. Социальное признание может включать внесение в резерв на замещение должности, размещение на стенде почетных работников и в изданиях по истории вуза. К моральному стимулированию, в частности, относятся вузовские награды (дипломы, благодарности, почетные грамоты, присвоение звания «Ветеран труда» и «Заслуженный преподаватель СибГИУ»), областные и правительственные награды. Все названные формы оказывают значительное влияние на коллективы кафедр (факультетов) и способствуют улучшению заданных целевых показателей деятельности.

Подчеркнем, что основные и мотивационные управляющие воздействия должны рассматриваться и применяться в едином комплексе. В противном случае их эффективность снижается. Они должны быть направлены на повышение продуктивности интеллектуального потенциала вуза, динамику которой отражает суммарная оценка обобщенных (интегральных) показателей работы всех кафедр (рисунок 2).

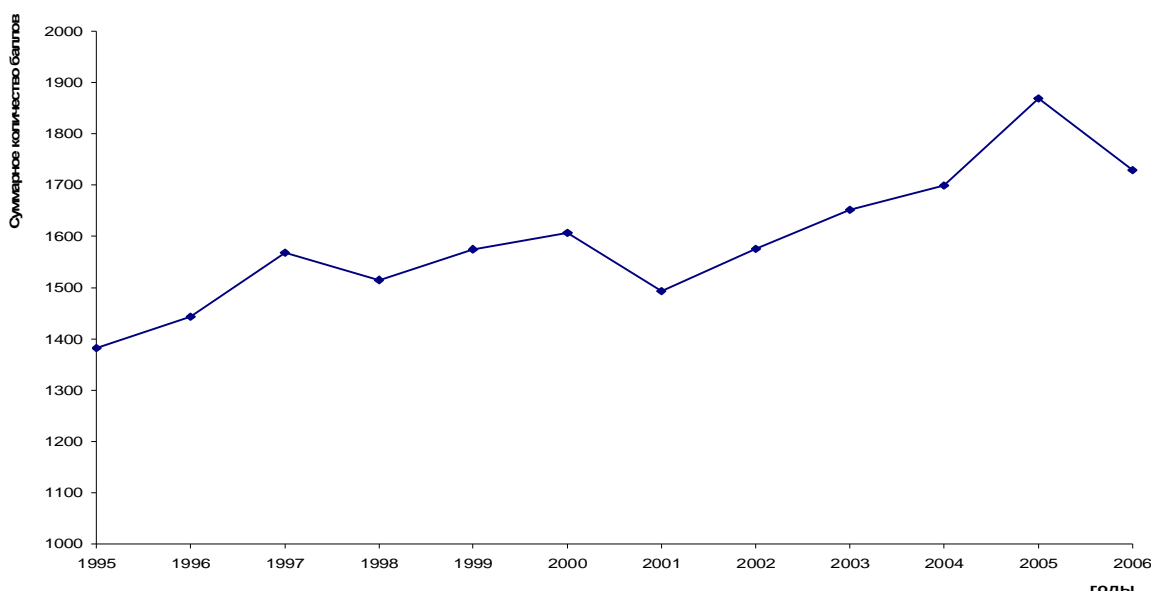


Рисунок 2 – Динамика суммарной оценки интегрального показателя кафедр (продуктивность интеллектуального потенциала вуза)

В соответствии с [3] предлагается в каждой из групп А (выпускающих) и Б (не выпускающих) кафедр ввести три категории: высшая, первая, вторая. Категории присваиваются приказом ректора на основе рейтинга, установленного по результатам истекшего года. Правило такого присвоения может иметь вид:

$$P_i^A = \begin{cases} \text{высшая, если } R_i^A \leq 5, \\ \text{первая, если } 6 \leq R_i^A \leq 10, \\ \text{вторая, если } R_i^A \geq 11 \end{cases}, \quad P_j^B = \begin{cases} \text{высшая, если } R_j^B \leq 4, \\ \text{первая, если } 5 \leq R_j^B \leq 8, \\ \text{вторая, если } R_j^B \geq 9 \end{cases}$$

где P_i^A , P_j^B – категория i -ой кафедры группы А, j -ой кафедры группы Б соответственно; $i \in I^A$, $j \in J^B$; R_i^A, R_j^B – ранг i -ой, j -ой кафедры в упорядоченной последовательности кафедр групп А, Б соответственно; 5,10,11, а также 4,8,9 – пороговые значения рангов для кафедр групп А и Б соответственно (для условий СибГИУ).

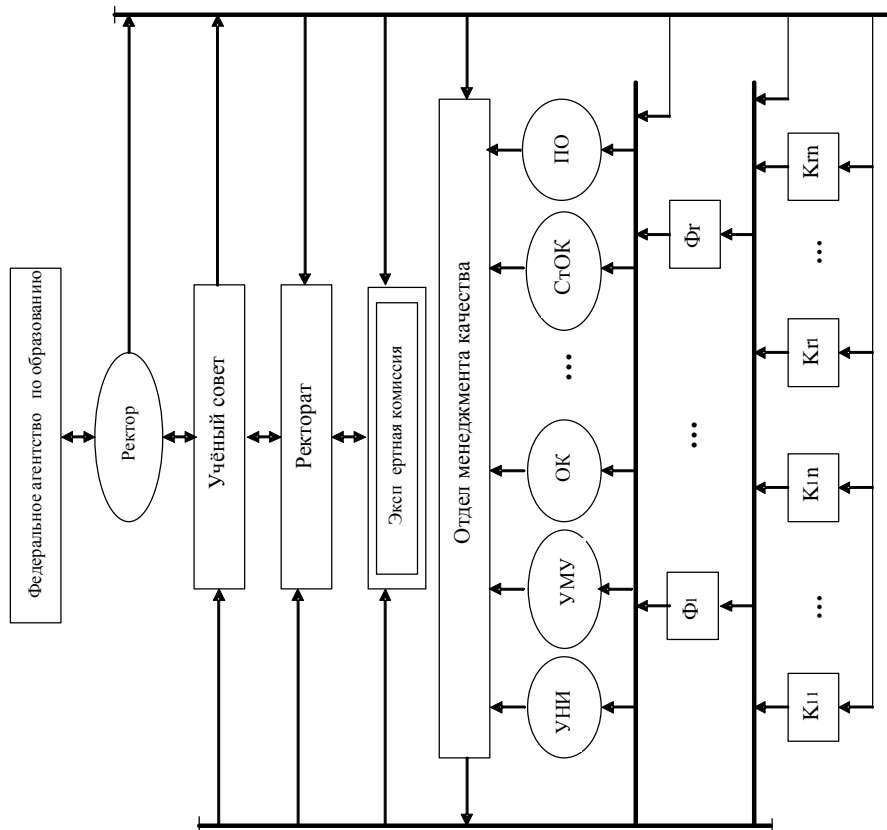


Рисунок 4 – Организационная структура действующей системы оценки антия рейтинга кафедр и факультетов СибГИУ
 УНИ – управление научных исследований; УМУ– учебно- методическое управление;
 ОК– отдел кадров; СтОК – студенческий отдел кадров; ПО – плановый отдел;
 Ф1, ..., Фn – факультеты; К1, ..., Кn – кафедры; — — — шина данных.

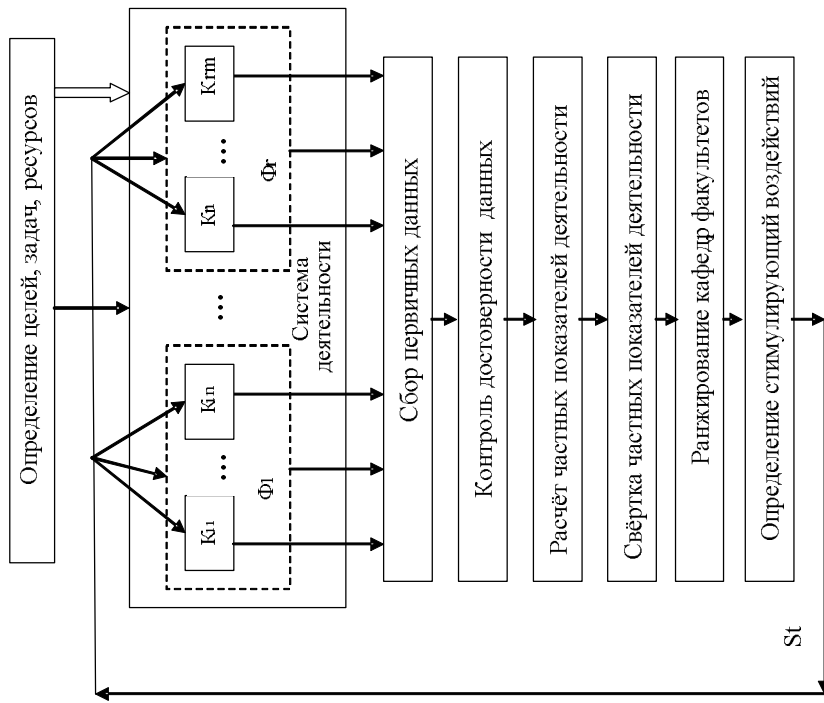


Рисунок 3 – Функциональная структура действующей системы оценки антия рейтинга кафедр и факультетов СибГИУ
 — — — информационные связи; ⇨ — ресурсы воздействия

К числу возможных материальных и моральных стимулов кафедр, определяемых с учетом их категорий, относятся надбавки к основной заработной плате (например, 5% – для сотрудников кафедр высшей категории, 3% – для сотрудников кафедр первой категории и 0% – для сотрудников кафедр второй категории), выделение средств для приобретения компьютерной и другой техники, награждение грамотами и дипломами, размещение на стенде коллективов – лидеров и т.д.

Анализ действующей системы СибГИУ (рисунки 3, 4) с точки зрения *выполнения первого принципа* показал, что в рейтинговой системе кафедр и факультетов учитываются далеко не все общеотраслевые показатели.

Причём некоторые не учитываются полностью (аспиранты дневной и очной формы обучения; количество защитивших диссертации в срок; внебюджетные средства кафедры, молодые кандидаты и доктора наук; общее количество ПК на кафедре), а другие учитываются лишь частично (с другим наименованием, другой расчетной формулой и коэффициентом значимости). Очевидно, что приведение показателей деятельности кафедр и факультетов в соответствие с отраслевыми может коренным образом изменить их рейтинг. В таблице 1 представлен предлагаемый перечень показателей научно-исследовательской деятельности кафедр и факультетов, составленный на базе имеющегося перечня и общеотраслевых показателей с учетом их значимости. Важность показателей оценивалась по десятибалльной шкале.

Выполнение второго принципа в рейтинговой системе СибГИУ можно оценить на «хорошо». При этом, наряду с показателями, отражающими требования Федерального органа, используются дополнительные показатели, ориентированные на региональные и собственные цели вуза, связанные с его развитием. Дублирование показателей практически отсутствует. Дополнительные показатели учитывают участие кафедр в работе конференций и выставок разного уровня, количество полученных охранных документов и наград, выполнение научно-методических работ по проблемам региона и высшей школы, востребованность выпускников и т.д.

Третий принцип направлен на оптимизацию действующей рейтинговой системы путём обновления утвержденного перечня показателей деятельности за счёт тех показателей, которые отражают новые сферы деятельности коллективов кафедр. Например, создание новых лабораторий и установок, организация новых подразделений, привлечение средств спонсоров для модернизации оснащения кафедры, участие в создании технопарка и студенческих предприятий. Данный принцип реализуется в действующей системе не полностью и только на экспертной основе. В частности, в ней отсутствуют формализованные правила анализа и учета инициативных показателей или возможность оперативного формирования таких правил.

Таблица 1 – Показатели научно- исследовательской деятельности кафедр и факультетов за год

| Наименование показателей | Коэффициент значимости |
|---|------------------------|
| 1. Количество выполненных (выполняемых) научных проектов: | |
| - по системе грантов, | 8 |
| - по государственным научно- техническим программам, | 10 |
| - по региональным программам, | 7 |
| - на основе хоз. договоров, | 6 |
| - по внутривузовской программе | 5 |
| 2. Финансовое обеспечение научной деятельности, в том числе | |
| - по госбюджету, | 7 |
| - по внебюджету (хоздоговоры), | 8 |
| - по зарубежным контрактам. | 9 |
| 3. Научные публикации – статьи в журналах: | |
| - зарубежных, | 10 |
| - центральных | 9 |
| - отраслевых | 8 |

| | |
|--|----|
| 4. Выступления на конференциях, подтвержденные опубликованными тезисами и полными докладами: | |
| 4.1. на международных научных конференциях -тезисы | 4 |
| - доклады | 7 |
| 4.2. на всероссийских научных конференциях - тезисы | 3 |
| - доклады | 5 |
| 4.3. на региональных и межвузовских конференциях -тезисы | 2 |
| - доклады | 4 |
| 5. Количество охранных документов: | |
| - количество зарегистрированных заявок на изобретения, | 6 |
| - количество охранных документов на изобретения, | 9 |
| - количество свидетельств о регистрации компьютерных программ, | 8 |
| - количество поданных рационализаторских предложений | 5 |
| 6. Награды на выставках | |
| - медаль, полученная сотрудниками на Международных выставках, | 10 |
| - медаль, полученная сотрудниками на Всероссийских выставках, | 9 |
| - диплом лауреата, полученный сотрудниками на Международных выставках, | 10 |
| - диплом лауреата, полученный сотрудниками на Всероссийских выставках | 9 |
| 7. Научно – исследовательская работа студентов (НИРС) | 8 |
| 8. Формирование (модернизация) материально-технической базы подразделения: | |
| - создание (модернизация действующих) научно-исследовательских (учебно-научных) комплексов, | 8 |
| - создание новых лабораторных установок или физических моделей, | 8 |
| - модернизация лабораторных установок или физических моделей, | 7 |
| - создание испытательных стендов, полигонов, | 8 |
| - создание музейных экспонатов | 7 |
| 9. Награды за научную деятельность: | |
| -медаль государственная, | 10 |
| - медаль общественная, региональная | 9 |
| - диплом лауреата Международной премии, | 10 |
| - диплом лауреата Государственной премии, | 9 |
| - диплом лауреата Региональной премии | 8 |
| 10. Количество экспонатов, представленных: | |
| - на Международных выставках, ярмарках, | 10 |
| - на Российских выставках, ярмарках, | 9 |
| - на Региональных выставках, ярмарках | 8 |
| 11. Число сотрудников, командированных в известные научные центры | |
| - за рубеж | 8 |
| - в ведущие университеты и НИИ РАН | 7 |
| 12. Количество аспирантов, докторантов в подразделении, в том числе: | |
| - аспирантов, | 9 |
| - докторантов | 10 |
| 13. Общественно-научная деятельность, в том числе: | |
| - членство в общественных академиях, | 9 |
| - членство в диссертационных советах, | 8 |
| - работа в Международных, Российских, Региональных экспертных органах | 8 |

Четвертый принцип анализа следует рассматривать как один из важнейших, ибо без целенаправленных воздействий (управлений) рейтинговая система неэффективна. Однако, в действующей системе ему уделяется крайне недостаточное внимание.

Действующая система оценивания рейтинга кафедр и факультетов не учитывает специфичность условий их работы, которая существенно влияет на показатели деятельности (см. *пятый принцип*). Главным фактором, определяющим эту специфику, является выпуск специалистов. По этому признаку кафедры естественно разделить на две группы: выпускающие (специальные) и не выпускающие (общеобразовательные). На рисунках 5,6, 7 показана динамика количества выпускающих и не выпускающих кафедр, входящих в десятку лидеров, по основным направлениям деятельности.

Видно, что доля не выпускающих кафедр в числе лидеров по научной работе составляет 10-20%, по учебно-методической работе 10-30%, по кадровому составу и подготовке высококвалифицированных научно-педагогических кадров 10-30%, а по всей

совокупности показателей 10-20%. Отсюда следует, что для усиления мотивации кафедр в части улучшения показателей деятельности, необходимо оценивать рейтинг и определять победителей каждой из двух групп отдельно. Степень мотивации при этом возрастает за счёт двукратного расширения множества призеров.

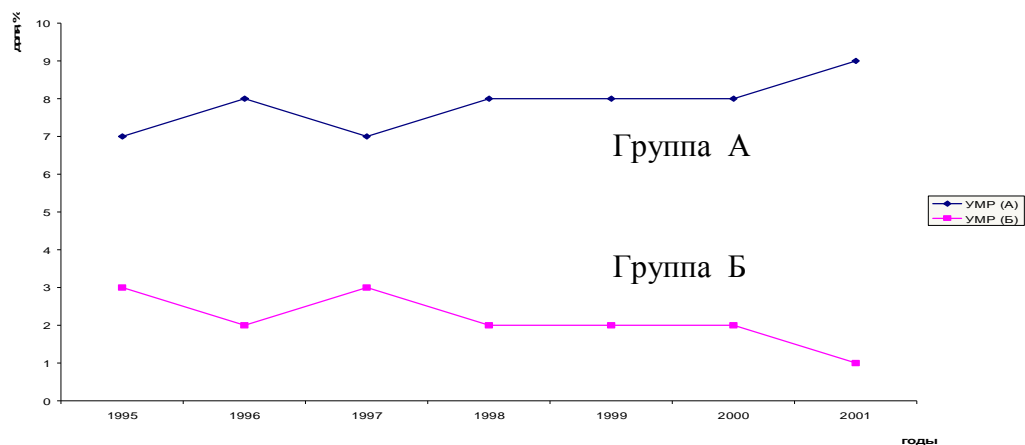


Рисунок 5 – Динамика доли выпускающих (группа А) и не выпускающих (группа Б) кафедр в десятке лидеров по учебно-методической работе (УМР),

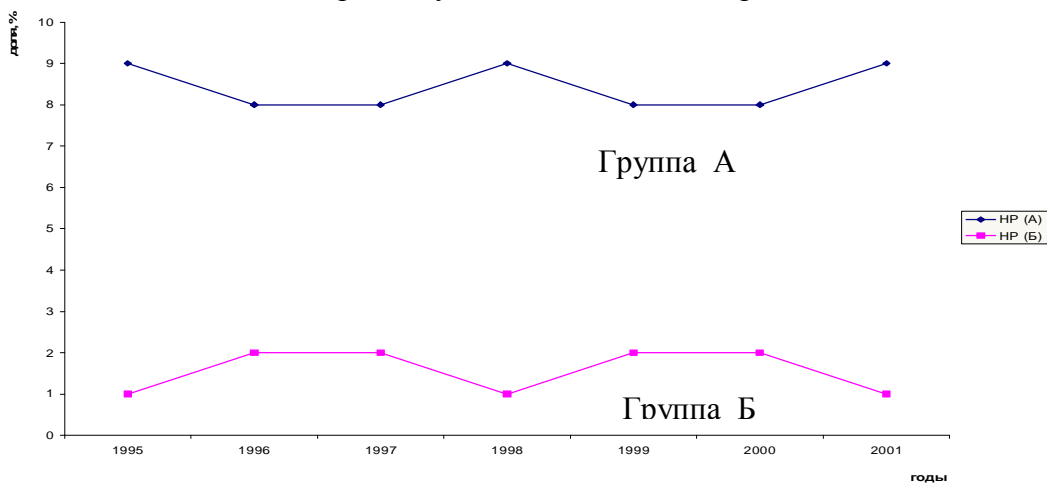


Рисунок 6 – Динамика доли выпускающих (группа А) и не выпускающих (группа Б) кафедр в десятке лидеров по научной работе (НР)

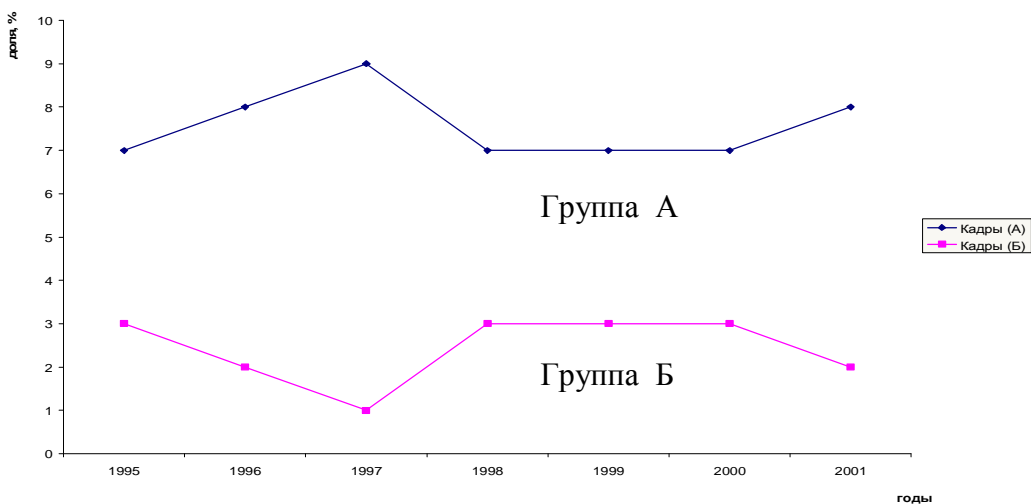


Рисунок 7 – Динамика доли выпускающих (группа А) и невыпускающих (группа Б) кафедр в десятке лидеров по комплексному показателю «Кадры».

Признанным способом усиления мотивации трудовых коллективов является их классификация по категориям, с которыми должны быть увязаны материальные и моральные стимулы (см. *шестой принцип*). Однако действующая система оценивания рейтинга кафедр это не предусматривает. Тем самым снижается управляемость трудовых коллективов и показатели их деятельности.

Важной особенностью данного подхода является то, что сотрудники становятся напрямую заинтересованы в улучшении любого, пусть даже незначительного с их точки зрения, показателя своей работы[5, 6].

Литература

1. Белоусов П.Г. Рейтинговая система управления вузом: опыт применения и перспективы./ П.Г. Белоусов, Н.М. Кулагин, Г.В. Галевский, Л.Н. Баранова, Л.А. Фадеева // Основные вопросы функционирования регионального университетского центра в современных социально-экономических условиях: Сборник научных трудов: СибГИУ.- Новокузнецк, 2002.- С.41-75.
2. Н.Шаталова. Горячие десятки.// Поиск. № 8. 2007. С.7.
3. Арсентьев Д.Г. Система категорирования кафедр как элемент управления качеством образования./ Д.Г. Арсентьев, В.А. Долгополов, А.И. Сурыгин // «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовательно-научной деятельности». Материалы XIII Международной научно-методической конференции.-С-Пб: Изд-во Политехнич. ун-та, 2006.- С.62-63.
4. Манакова С.Н. Формы и методы нематериального стимулирования в ОАО «ЗСМК»./ «Металлургия» - Новокузнецк: СибГИУ, 2005.- С. 316-323.
5. Кулаков С.М. О системе рейтингового управления производственным коллективом./ С.М. Кулаков, Е.В. Петров, Н.Ф. Бондарь// Известия вуз. Черная металлургия. 2006. №4. С. 56-62.
6. Кулаков С.М. Метод рейтингового управления трудовой деятельностью./ С.М. Кулаков, Е.В. Петров// Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов Международ. науч. конф. Т 7. – Воронеж, Воронеж. гос. технол. акад., 2006.- С. 121-124.

ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Митьков, И.К. Бауэр, Т.М. Гулевич

СибГИУ, г. Новокузнецк

Информационные и коммуникационные технологии решительно вторгаются в научно-практическую и образовательную деятельность. Стремительно повышаются требования к уровню подготовки в этой сфере специалистов различных областей. Преподаватель должен владеть умениями научно-исследовательской и научно-методической работы, обеспечивающими создание качественных учебно-методических комплексов, организацию познавательной деятельности студентов, развитие их творческой активности, владение приемами научно обоснованной организации умственного труда. Деятельность такого преподавателя предполагает индивидуальный творческий поиск, инновационный подход.

На кафедре автоматизации и информационных систем СибГИУ для решения обозначенных проблем разработана и поэтапно внедряется в учебно-исследовательский комплекс (УИК) «Логос» (<http://www.sa.sibsiu.ru/>) подсистема создания электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) на основе современных интернет-технологий.

Разработанная подсистема создания ЭУМК в составе УИК представляет собой самостоятельный модуль, который подключается непосредственно к прочим модулям комплекса. Подсистема включает в себя возможность для преподавателей самостоятельно создавать по соответствующей дисциплине ЭУМК, включающие организационное, методическое, информационное и программное обеспечение. Безопасный доступ обеспечен действующей системы разграничения доступа УИК «Логос», что позволяет работать с

подсистемой только авторизованным пользователям и уменьшает число попыток несанкционированного доступа.

Параллельно с разработкой структуры подсистемы (представлена на рисунке 1) разрабатывается интерактивный веб-интерфейс для доступа к ней: создание ЭУМК, редактирование, удаление и т.д., а также оперативного использования ЭУМК с другими различными подсистемами УИК «Логос»: для выполнения практических, лабораторных и научно-исследовательских работ.

Решение поставленных задач возможно с использованием современных информационных технологий, в том числе Интернет-технологий, с помощью СУБД, языков программирования и языков разметки HTML и XML. В результате сопоставительного анализа СУБД для работы выбрана MySQL, которая удовлетворяет требованиям поддержки многопользовательского режима, поддержки стандартов сетевого обмена (TCP/IP), снижения финансовых затрат (бесплатна). В качестве инструмента программирования использован язык программирования PHP, который широко применяется для разработки сценариев общего назначения с открытым исходным кодом.

При разработке интерфейса к подсистеме создания ЭУМК наиболее удобным оказался именно язык PHP, так как используемые скрипты в УИК «Логос» разработаны на этом языке. Одним из значительных преимуществ PHP является поддержка широкого круга СУБД, в том числе и MySQL, и простота в освоении, что позволит в дальнейшем студентам принимать участие в разработке и усовершенствовании комплекса.



Рисунок – Функциональная схема электронного учебно-методического комплекса

Функциональные аспекты программного обеспечения дают возможность создания такого пользовательского интерфейса, который бы являлся наилучшим образом ориентированным на удобную работу с ЭУМК: создание, редактирование и наполнение необходимыми методическими материалами. Программно-технические возможности учебно-исследовательского комплекса позволяют работать с подсистемой ЭУМК через сеть Интернет.

Изучение теоретических источников, знакомство с опытом других вузов и собственные наблюдения позволяют высказать предположение, что учебный процесс с использованием электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) приводит к актуализации целого ряда потребностей студентов: познавательных, социальных, а также

потребностей более высокого уровня: раскрытия индивидуальности и самореализации в учебной деятельности. На основе этих потребностей обучающийся в режиме дистанционного обучения оценивает значимость и трудность задания, затраты времени и сил, прогнозирует возможные последствия и результаты своей учебной деятельности. Таким образом, разработанная подсистема создания ЭУМК расширяет функциональные возможности учебно-исследовательского комплекса при осуществлении учебного процесса.

Литература:

1. Мазуркевич А., Еловой Д. РНР: настольная книга программиста. – Минск: «Новое знание», 2003. – 480 с.
2. Хадсон П. РНР: справочник. – М.: «КУДИЦ-Образ», 2006. – 445 с.

СЕКЦИЯ 4

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СЕКЦИЯ 4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ПОТЕРЬ ПРОИЗВОДСТВА

Т. М. Бочкаева, Л.В. Рябцева
НФИ КемГУ, г. Новокузнецк

В работе изложена модель оценки состояния производства, классифицируемого как организационно-технологическая система, и его возможностей для реализации оперативных планов и графиков, в основу разработки которой положено исследование потерь производительности и анализ затрат производства.

Основой оперативного планирования и управления производством является анализ и экономическая оценка состояния производства и его возможностей для реализации оперативных планов и графиков, как в текущий, так и в прогнозируемый момент времени. В работе [1] приведены результаты по получению обобщенной экономической оценки состояний организационно-технологических систем (на примере металлургических, горнодобывающих предприятий) на основе исследований численных значений потерь производительности. Такой подход к формированию оценок обусловлен тем, что в металлургическом производстве при выполнении оперативных планов- графиков, представляющих последовательность технологических и транспортных операций, неизбежно возникают потери. Причин потерь очень много. В основе своей они являются следствием воздействий на технологический процесс возмущений, приводящих к рассогласованию хода производственного процесса на интервале времени оперативного управления и проявляющихся в виде изменения параметров входных ресурсов, увеличения времени выполнения операций, нарушений технологии, отказами оборудования [2].

Потери могут возникать по массе, температуре, времени выполнения операций и по другим контролируемым параметрам. При этом расчетным показателем потерь могут являться потери производительности, которые показывает меру отклонений фактически достигнутых значений производительности от заданных сменно-суточными графиками и заданиями. При этом производительность определяется как отношение массы обрабатываемого металлопроката в единицу времени.

Проведенными в работе [1] исследованиями показано, что распределение потерь производительности для цехов комплекса «сталь прокат» ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат» для различных временных интервалов (с 1992 - 1999 гг.), характеризуемых с экономических позиций как «благополучный», «относительно благополучный» и «неудовлетворительный», имеет воспроизводимые тенденции. Благоприятный экономический период характеризуется большим числом малых потерь (до 70%), незначительным числом средних потерь (20%) и единичными случаями больших потерь. В относительно благополучный период возрастают средние потери (до 30-35%) и большие (до 20%). Для неблагоприятного периода характерно снижение числа малых потерь и одновременно резкое увеличение больших потерь (до 30%). Таким образом, характер распределения потерь свидетельствует о связи потерь производства с его экономическим состоянием.

Следует отметить, что для комплексной оценки состояния производства меры потерь и тенденции их изменения целесообразно рассматривать совместно с другими экономическими показателями, например, с затратами, прибылью и рядом других.

Методику оценки состояния производства на основе исследования потерь можно дополнить анализом производственных затрат и представить модель оценки состояния производства в виде затратной функции

$$\text{Эк:}\varphi[Zt(\tau), Pt(\tau)],$$

компонентами, которыми являются функция энергозатрат на производство продукции $Zt(\tau)$ и функция потерь производительности $Pt(\tau)$ на анализируемом интервале времени (τ_0, τ) .

Заметим, что в металлургическом производстве значительную долю всех затрат занимают топливно-энергетические затраты, доля которых может составлять от 20% и выше в зависимости от передела, куда входят электроэнергия, газ, вода, пар и другие. Очевидно, что энергетические, топливные и другие ресурсные затраты имеют разные физические размерности. Кроме того, существуют нормативные значения расхода электроэнергии и топлива, а также планируемые и фактически достигнутые на некотором временном интервале.

Для сопоставимости их значений можно использовать безразмерный коэффициент, который рассчитывается как отношение фактических значений энергетических затрат En^ϕ к запланированным En^* и показывает меру использования ресурса

$$K_{En} = \frac{En^\phi}{En^*}.$$

Диапазон допустимых значений для данного коэффициента составляет от 0 до 1. При этом выход за пределы данного диапазона свидетельствует о превышении фактических значений затрат над планируемыми и перерасходе ресурса. Поэтому расчет данного коэффициента и определение попадания его численных значений в допустимый диапазон может являться мерой оценки состояния производства по затратной компоненте. Аналогично можно проанализировать и другие затраты путем расчета соответствующих коэффициентов.

Для расчета численной оценки состояния производства на основе анализа потерь производительности строится распределение потерь $p(Pt)$: - определяется диапазон потерь $d^{Pt} = [Pt^{\min}, Pt^{\max}]$, где Pt^{\min} , Pt^{\max} - минимальное и максимальное значения потерь; - диапазон разбивается на равные интервалы (Pt_{i-1}, Pt_i) ; - определяется частота попадания в каждый интервал n_i ; - рассчитывается площадь полученного распределения S

$$S = \sum_{i=1}^I n_i * P\tilde{t}_i,$$

где $P\tilde{t}$ - середина интервала.

Критерием, позволяющим оценить состояние производства является $q: S \rightarrow \min$. При этом допустимым диапазоном полученной меры может являться $d = [0, S^*]$, где S^* - площадь распределения потерь для неблагоприятного экономического периода.

На основе фактических технико-экономических показателей работы рельсобалочного цеха ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат» была проведена проверка модели. Рассчитаны потери производительности, построены графики распределения потерь для двух периодов: с 1995 по 1999 годы и с 2000 по 2005 годы. Показано, что период 1995-1999 гг. можно охарактеризовать как неблагоприятный, о чем свидетельствует график распределения потерь (рисунок 1), суммарные потери за этот период составляют 1300. В то время как период с 2000 по 2005 годы можно отнести к относительно благоприятному, поскольку он характеризуется значительным числом малых потерь и единичными случаями больших потерь (рисунок 2). При этом суммарные потери составляют 892, что примерно в 1,5 раза меньше, чем за прошлый анализируемый период.

Проведенный анализ топливно-энергетических затрат показал, что в период с 1995 по 1999 годы фактический расход ресурсов превышал запланированный, при этом коэффициент использования энергии составляет 1,10, что выходит за пределы допустимого диапазона. В благоприятный период значение данного коэффициента находится в пределах допустимого диапазона и равен 0,94.

Изложенная модель может быть использована для определения предпочтительных вариантов оперативной корректировки планов-графиков, для оперативного учета экономических затрат производства при реализации корректировок заданий и графиков.

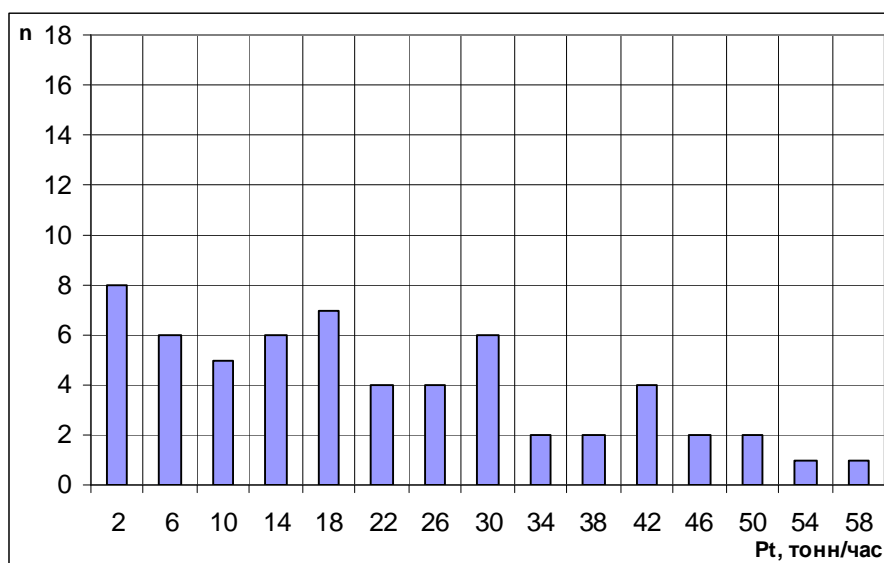


Рисунок 1 – Распределение потерь производительности с 1995 по 1999 гг.

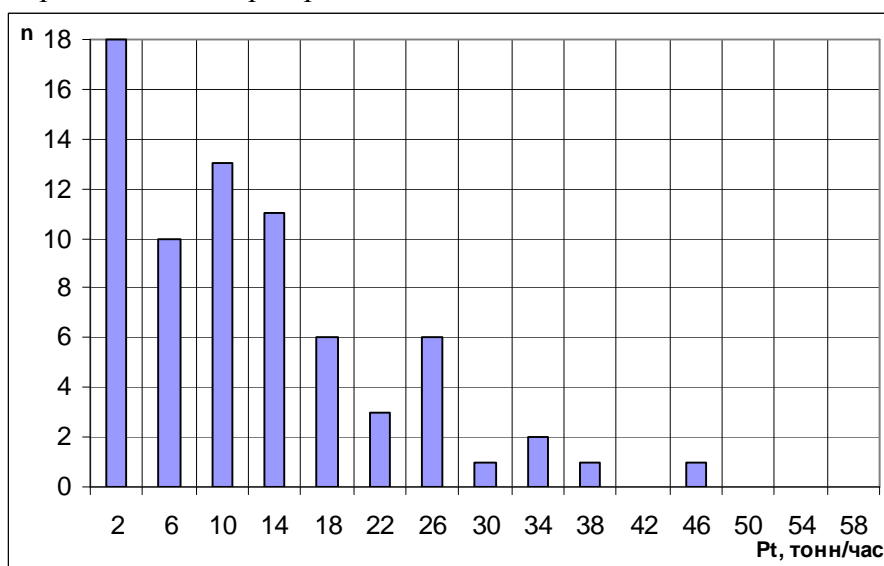


Рисунок 2 – Распределение потерь производительности с 2000 по 2005 гг.

Литература

1. Буторин В.К. Обобщенная экономико-математическая оценка состояния организационно-технологических систем [Текст] / В.К.Буторин // Математические и экономические модели в оперативном управлении производством. – 1999. - №10. – С.32-35.
2. Кудрин Б.И. Принципы и методика автоматизированного расчета координации производства и межцехового взаиморасчета для цехов комплекса «сталь-прокат» металлургических предприятий [Текст] / Б.И. Кудрин, В.К. Буторин, В.А. Авдеев. – Томск.: ТГУ, 1993. – 63с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДИСПЕРСНОГО СЫРЬЯ В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ

Г.В. Галевский, В.В. Руднева, Е.К. Юркова
СибГИУ, г. Новокузнецк

Процессы переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе представляют собой его нагрев и газификацию в потоке низкотемпературной плазмы и конденсацию образующегося в газовой фазе получаемого соединения в виде наноразмерного порошка.

Эффективность процессов переработки существенно зависит от степени завершенности стадии перехода дисперсного сырья в газовую фазу. Продолжительность пребывания сырья при температурах его испарения крайне ограничено и составляет 10^{-4} - 10^{-5} с, что обуславливается высокими скоростями реагирующих сред, составляющими для трехструйных прямоточных реакторов 30-60 м/с. Это оказывает отрицательное воздействие на эффективность процессов переработки. Среди факторов, которые также влияют на степень превращения дисперсного сырья, таких как теплофизические свойства плазмы и сырья, начальный уровень температуры плазмы, соотношение массовых расходов плазмообразующего газа и сырья, организация процесса смешения частиц сырья с плазмой, конструкционные особенности реактора и другие, наибольшее значение имеет теплообмен плазменного потока с движущимися в нем частицами. Поэтому высокие степени превращения дисперсного сырья могут быть достигнуты при таких гидродинамических и энергетических параметрах реакторов, которые обеспечивают передачу от газа-теплоносителя к сырью количества энергии, достаточного для осуществления необходимых теплофизических и физико-химических превращений за столь ограниченное время. Экспериментальные исследования процессов синтеза существенно осложняются их кратковременностью и отсутствием надежно работающих в подобных условиях средств диагностики и контроля. Однако проведение исследований режимов эффективной переработки дисперсного сырья в условиях плазменного потока становится возможным при использовании компьютерного моделирования, позволяющего при некоторой «идеализации» процессов определить влияние температуры и скорости газового потока, вида и расхода реагентов и плазмообразующего газа, крупности дисперсного сырья и условий его ввода в реактор на степень его перехода в газовую фазу. В известных математических моделях коэффициенты межкомпонентного теплообмена, свойства плазмы (теплоемкость, теплопроводность), свойства дисперсного материала, температура потока принимаются постоянными; потери тепла в стенки реактора принимаются средними по экспериментальным данным или рассчитываются по зависимостям для турбулентного режима на стабилизированном участке; влияние концентрации твердого сырья на теплообмен плазмы со стенками канала не рассматривается; методика оценки достоверности полученных результатов отсутствует и т.д. Наличие перечисленных недостатков у известных математических моделей свидетельствует о необходимости их совершенствования.

Целью настоящей работы является создание математической модели, позволяющей прогнозировать режимы эффективной переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе и оценивать достоверность полученных результатов.

Разработана математическая модель, существенное отличие которой от известных математических моделей состоит в том, что в ней используются расчетные зависимости для теплообмена плазменного потока с теплоизолированными стенками канала реактора и экспериментальное определение степени восстановления по составу газовой фазы для оксидного сырья, обеспечивающее оценку достоверности рассчитанных режимов. При ее построении были приняты следующие допущения: начальное сечение реактора соответствует проходящей через центры сопел плазмотронов плоскости; температура и скорость плазменного потока в поперечном сечении реактора постоянны и равны среднемассовым; частицы материала распределены равномерно по поперечному сечению конуса разлета после выхода из фурмы подачи; частицы сырья монодисперсны, градиент температуры в них отсутствует, а площадь их поверхности зависит от коэффициента формы.

Структура модели включает следующие блоки.

1. Блок задания начальных условий.
2. Блок изменения гидродинамических условий, который описывает движение частицы и плазменного потока с помощью уравнений диаметра конуса разлета частиц из фурмы подачи дисперсного сырья, расстояния, которое частица пролетает в реакторе, неразрывности потока и т.д.

3. Блок изменения тепловых условий, который описывает теплообмен плазменного потока со стенками канала реактора с помощью уравнений баланса тепла для реактора, баланса тепла для газа, теплового потока от плазмы к стенке реактора и т.д.

Для описания конвективного теплообмена плазменного потока со стенками реактора использовалась зависимость вида

$$St = A(Re_{f,x}^B Pr_{f,x}^{-0,05}),$$

где St , Re , Pr – числа Стантона, Рейнольдса, Прандтля; A , B – экспериментально определенные значения постоянных коэффициентов для различных видов гарниссажной футеровки (таблица 1); f , x – коэффициенты, показывающие, что расчеты проводились по среднemasовой температуре газа-теплоносителя и длине реактора.

Таблица 1 – Значения коэффициентов A и B для различных видов гарниссажной футеровки

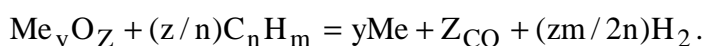
| Материал футеровки | Коэффициенты в уравнении $St = A(Re_{f,x}^B Pr_{f,x}^{-0,05})$ | | Коэффициент корреляции |
|--|--|---------------------|------------------------|
| | A | B | |
| Без футеровки | $0,781 \pm 0,181$ | $- 0,421 \pm 0,084$ | 0,959 |
| ZrO ₂ | $0,602 \pm 0,145$ | $- 0,426 \pm 0,089$ | 0,872 |
| Cr ₂ O ₃ | $0,643 \pm 0,161$ | $- 0,424 \pm 0,098$ | 0,891 |
| V ₂ O ₃ , TiO ₂ | $0,672 \pm 0,155$ | $- 0,425 \pm 0,081$ | 0,798 |
| SiO ₂ | $0,703 \pm 0,147$ | $- 0,422 \pm 0,101$ | 0,810 |

4. Блок изменения тепловых условий, который описывает теплообмен плазменного потока с дисперсным сырьем с помощью уравнений баланса тепла для дисперсного материала, коэффициента межкомпонентного теплообмена, степени испарения дисперсного сырья. Последнее имеет вид

$$K_p = \frac{Q_R}{\Delta H_r \cdot G_p},$$

где Q_R – количество тепла, расходуемое на испарение дисперсного сырья, кВт; ΔH_r – теплота его испарения, кДж/кг; G_p – его массовый расход, кг/с.

5. Блок оценки достоверности результатов плазменной обработки оксидного сырья, который описан с помощью уравнений фактической и расчетной степеней восстановления для реакции



Фактическая степень восстановления определялась по уравнению

$$\alpha_{вф} = G_{CO_{ф}} \cdot M_{Me_yO_z} / 28zG_p,$$

где $G_{CO_{ф}}$ – экспериментально определенное количество монооксида углерода в газовой фазе, кг/с; $M_{Me_yO_z}$ – молекулярная масса оксида; G_p – массовый расход дисперсного сырья, кг/с.

Достоверность результатов расчетов оценивалась по уравнению

$$\Delta = \frac{(\alpha_{вф} - \alpha_{вр})}{\alpha_{вф}} \cdot 100,$$

где $\alpha_{вр}$ – расчетная степень восстановления, принятая равной степени испарения частиц дисперсного сырья.

Реализованная в среде Microsoft Access математическая модель позволяет определять влияние начальной температуры плазменного потока, крупности дисперсного сырья, его массовой расходной концентрации и скорости подачи в плазменный поток на степень его испарения.

$$\mu_p = G_p / (G_g + G_t),$$

где μ_p – массовая расходная концентрация, кг/кг; G_p , G_g , G_t – массовый расход дисперсного сырья, плазмообразующего газа и транспортирующего газа, кг/с.

Компьютерное моделирование проводилось при следующих экспериментально определенных режимах работы трехструйного прямоточного реактора: подведенной к реактору мощности 25–40 кВт, массовом расходе плазмообразующего газа $4,64 \cdot 10^{-3}$ кг/с и скорости ввода сырья в реактор 1–3 м/с. По результатам проведенного моделирования процессов движения и нагрева частиц оксида хрома Cr_2O_3 рабочие параметры реактора обеспечивают полное испарение частиц крупностью от 5 до 20 мкм, при этом взаимодействие частиц с потоком происходит в условиях сопоставимых скоростей, составляющих для частиц 5 мкм 32–60 м/с, а 10 мкм – 28–55 м/с за время соответственно $15 \cdot 10^{-5}$ – $11 \cdot 10^{-5}$ и $54 \cdot 10^{-5}$ – $90 \cdot 10^{-5}$ с. Помимо крупности на степень испарения частиц существенное влияние оказывает массовая расходная концентрация, составляющая 0,1 кг/кг для частиц крупностью 20 мкм, 0,12 кг/кг для частиц 10 мкм и 0,135 кг/кг для частиц 5 мкм. При этом оптимальная загрузка реактора позволяет увеличить тепловой КПД потока, например, для частиц 5 мкм с 0,075 до 0,18 и снизить удельные энергозатраты до 3,09 кВт ч/кг Cr_2O_3 . Следует отметить, что изменение скорости подачи порошка Cr_2O_3 с 1 до 3 м/с не приводит к изменению гидродинамической обстановки в потоке, и, следовательно, не оказывает влияние на межкомпонентный теплообмен. Анализируемые результаты представляются достаточно достоверными, что подтверждается сопоставлением значений экспериментально определенной степени восстановления для частиц крупностью 2–5 мкм и расчетной степени испарения для частиц размером 5 мкм, составляющих для потока с начальной температурой 4500–5400 К 0,90–0,96 и 0,94–1,0 соответственно. Можно отметить определяющее влияние на степень испарения крупности частиц, энергетических характеристик потока и массовой расходной концентрации. Так, для частиц V_2O_5 и SiO_2 полное испарение достигается при крупности 5–20 и 5–15 мкм соответственно и начальной температуре потока 5000–5500 К, причем при крупности 5 мкм возможно достижение оптимальной загрузки реактора, составляющей 0,146 и 0,120 кг/кг и максимального теплового КПД потока, достигающего 0,195–0,200 и определяющего энергозатраты на испарение на уровне 3,00 кВт ч/кг V_2O_5 и 3,81 кВт ч/кг SiO_2 . В качестве кремнийсодержащего сырья помимо оксида кремния может быть использован порошок кристаллического кремния, полное испарение частиц которого крупностью 5–10 мкм могут обеспечить рабочие параметры реактора. Более высокая термическая устойчивость оксидов титана и циркония даже при экстремальных энергетических характеристиках потока ограничивает крупность частиц 5 и 3 мкм соответственно и массовую расходную концентрацию, составляющую для TiO_2 0,12, а для ZrO_2 0,1 кг/кг при относительно высоком уровне энергозатрат: 3,89 кВт ч/кг TiO_2 и 4,45 кВт ч/кг ZrO_2 . Оценка возможности переработки в плазменном потоке бора и его оксида указывает на необходимость проведения ее при экстремальных энергетических параметрах потока, соответствующих начальной температуре 5400 К, и низкой массовой расходной концентрации сырья, составляющей 0,071 кг/кг. Такие условия обеспечивают полное испарение частиц бора крупностью 2–3 мкм и оксида бора крупностью 5–20 мкм. Однако экспериментально определенная степень восстановления порошка оксида бора крупностью 5 мкм не согласуется с расчетной, составляющей при температуре 5000–5400 К лишь 0,12–0,48. Подобная степень испарения в рассматриваемом температурном интервале достигается для частиц размером 50 мкм. Можно предположить, что несоответствие расчетных и экспериментальных данных обусловлено легкоплавкостью V_2O_5 , приводящей к образованию путем коалесценции уже во входном сечении реактора капель расплава, превышающих по крупности исходный порошок оксида и затрудняющих его переработку. Для всех оксидов наблюдается превышение расчетной степени восстановления над экспериментальной, составляющее 5–10 %, что может быть объяснено полидисперсностью сырья и существенной неизотермичностью потока.

Выводы. Создана математическая модель, позволяющая прогнозировать режимы эффективной переработки дисперсного сырья в трехструйном прямоточном плазменном реакторе и оценивать достоверность полученных результатов.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.М. Гудов, А.М. Федотов, М.В. Семехина
ИВТ СО РАН, г. Новосибирск, КемГУ, г. Кемерово

В настоящее время наблюдается активное развитие компьютерных сетей, которое сопровождается непрерывной сменой сетевых технологий. В связи с этим каждый раз при необходимости создания либо модификации сети возникает проблема выбора технологий – программных и аппаратных. Естественным способом является сравнение результатов при использовании всех возможных вариантов на основе моделирования, которое способно предложить новые, универсальные и быстрые методы анализа компьютерных сетей.

Методы моделирования сетей разделяются на две группы: аналитические методы, позволяющие получить требуемые характеристики работы сети с помощью вычислений по формулам, и имитационные методы, которые позволяют получить характеристики сети в результате обработки статистических данных экспериментов, имитирующих работу сети. В основе сетевого моделирования лежит математический аппарат, основанный на теории вероятностей, в частности, на теории случайных процессов. В то же время в этой области нет готовых универсальных решений, что создает поле для исследований с целью изучения конкретных моделей сетей и сетевых технологий.

В данной работе представлена структура будущей системы сетевого моделирования (ССМ), которая позволит качественно и быстро строить и исследовать модели вычислительных сетей. Для создаваемой ССМ определены следующие основные задачи:

- § Расчет и оценка характеристик сети в реальных ситуациях
- § Прогнозирование поведения сети в произвольных ситуациях
- § Оптимизация сети

Для этого к системе предъявляются следующие требования:

- § Возможность автоматизированного получения исходных данных для моделирования из реальной сети
- § Возможность построения модели сети на основе исходных данных и ее модификация
- § Наличие в системе различных методов расчета, накапливание информации о качестве этих методов (оценки скорости, погрешности и т.п.) и автовыбор оптимальных методов для каждой конкретной задачи сетевого моделирования.
- § Возможность оценки построенной модели
- § Возможности для прогнозирования и оптимизации работы сети

Система также должна быть легкой в освоении и обладать свойством мультиплатформности.

Сеть, как объект исследования, состоит из устройств: узлов (рабочих станций, коммутационного оборудования) и каналов (среды передачи). В сети циркулируют потоки сообщений, сообщения генерируются узлами, обрабатываются узлами (обслуживание сообщений) и каналами (передача сообщений). Типовой задачей для создаваемой системы сетевого моделирования является расчет характеристик сети и сетевых устройств при заданных условиях, реальных или произвольных (топология сети, характеристики устройств, свойства потоков). Примерами таких характеристик являются загруженность узла, канала связи или сети в целом, скорость реакции сети, реальная пропускная способность каналов и т.п. На основе рассчитанных данных, производится анализ состояния сети. Отдельной задачей является оптимальное распределение информационных потоков, при заданном состоянии сети (топология, сетевое оборудование, сетевые протоколы и т.п.). Для решения этих задач по исходным данным о сети строится сетевая модель. Созданная модель может использоваться не только для анализа текущей работы сети, но и прогнозирования ее работы в различных моделируемых ситуациях и для оптимизации сети.

Пример расчета характеристик сети методами аналитического моделирования:

На основе исходных данных о сети рассчитываются такие характеристики, как средняя задержка и среднее количество сообщений в каждом узле, а также полное среднее время прохождения сообщением всех узлов сети. Исследовалась замкнутая сеть из 6 узлов (КемГУ) (рисунок 1).

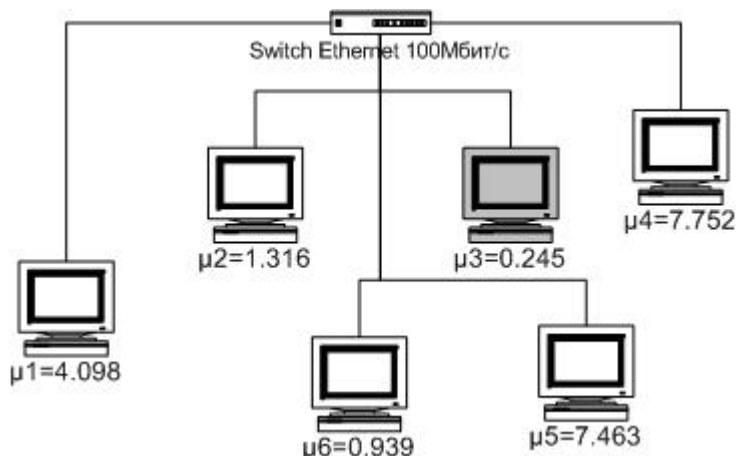


Рисунок 1 – Исследуемая сеть

Исходные данные получены в результате анализа сетевой статистики за 2,5 часа, собранной с помощью продукта Ethernet – Network Protocol Analyzer v.0.10.13. Такими данными являются средние интенсивности обслуживания сообщений в узлах сети (Таблица 1) и маршрутная матрица потоков (1):

Таблица 1 – Исходные данные для расчета характеристик сети

| Номер узла | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Интенсивность обработки сообщений в узлах, пак/мс (μ) | 4,098 | 1,316 | 0,245 | 7,752 | 7,463 | 0,939 |

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{16} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{26} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{61} & P_{62} & \dots & P_{66} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.02 & 0.32 & 0 & 0.03 & 0.49 & 0.14 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Здесь P_{ij} – вероятность того, что сообщение, обработанное в узле i , попадет в узел j .

Одним из распространенных аналитических методов исследования сетей является метод баланса потоков [2]: он предполагает в первую очередь определение интенсивностей потоков, входящих в узлы (выходящих из узлов) на основании глобального уравнения баланса (2), приведенного к конкретному виду для решаемой задачи (3).

$$I(n)P(n) = \sum_{n'} I(n',n)P(n') \quad (2)$$

$$I_i = \sum_{R=1}^W I_R P_{Ri}, i=1...W \quad (3)$$

Физический смысл уравнения заключается в том, что скорость перехода из конкретного состояния приравнивается к скорости перехода сети в это состояние. После нахождения интенсивностей потоков (λ_i), последовательно вычисляются остальные характеристики: нормализующая константа для сети с W узлами и N циркулирующими сообщениями $G_W(N)$ (4), среднее количество сообщений в i -м узле $L_i(N)$ (в очереди и на обслуживании) (5), среднее время задержки сообщения в i -м узле $T_i(N)$ (6) и среднее время

реакции сети (обхода сообщением всех узлов) $V(N)$ (7). Результаты расчета приведены в таблице 2.

$$G_w(N) = \sum_n \prod_{i=1}^w (e_i / m_i)^{n_i} \quad (4)$$

$$V_i(N) = \sum_{j=1}^w e_j T_j(N) \quad (6)$$

$$L_i(N) = \frac{\sum_{n=1}^N x^n G_w(N-n)}{G_w(N)} \quad (5)$$

$$T_i(N) = \frac{L_i(N)}{I_i(N)} \quad (7)$$

Таблица 2 – Результаты расчета характеристик сети методом баланса потоков

| Номер узла | Средняя длина очереди в узле - $L_i(N)$ | Среднее время задержки в узле - $T_i(N)$ |
|------------------------------------|---|--|
| i=1 | 0,001073 | 0,244021 |
| i=2 | 0,053455 | 0,759878 |
| i=3 | 0,89728 | 4,081633 |
| i=4 | 0,000851 | 0,128999 |
| i=5 | 0,014434 | 0,133994 |
| i=6 | 0,032776 | 1,064963 |
| Полное время цикла в сети - $V(N)$ | 4,548 | |

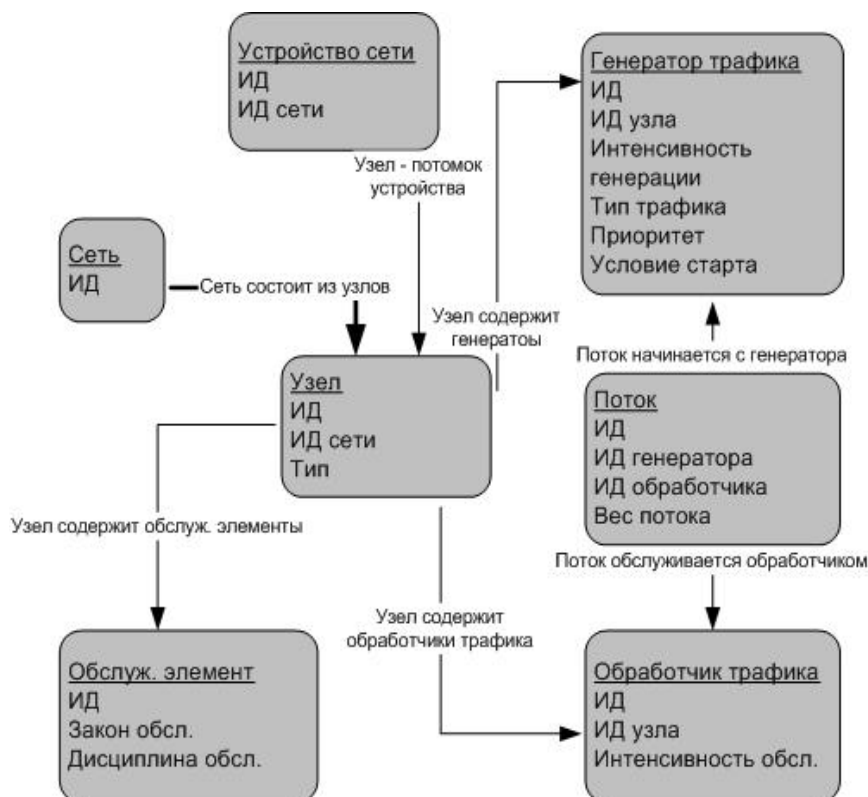


Рисунок 2 – Модель основных классов

На основе анализа предметной области и исследований в области сетевого моделирования [1]-[4] предлагается следующая модель информационных объектов сети в виде классов (рисунок 2). Модель классов описывает основные информационные объекты сетевой модели: сеть, устройства (узлы или каналы). Узлы содержат такие объекты, как обслуживающие элементы (процессоры), генераторы трафика и обработчики трафика. С каждым генератором связан набор соответствующих ему потоков в различные узлы. Таким образом, началом каждого потока является генератор. А завершением – обработчик.

Также предлагается комплексная модель основных блоков ССМ и связей между ними (рисунок 3). Модель описывает структуру создаваемой системы, а также этапы моделирования: сбор исходных данных, выбор методов, само моделирование, оценка результатов.

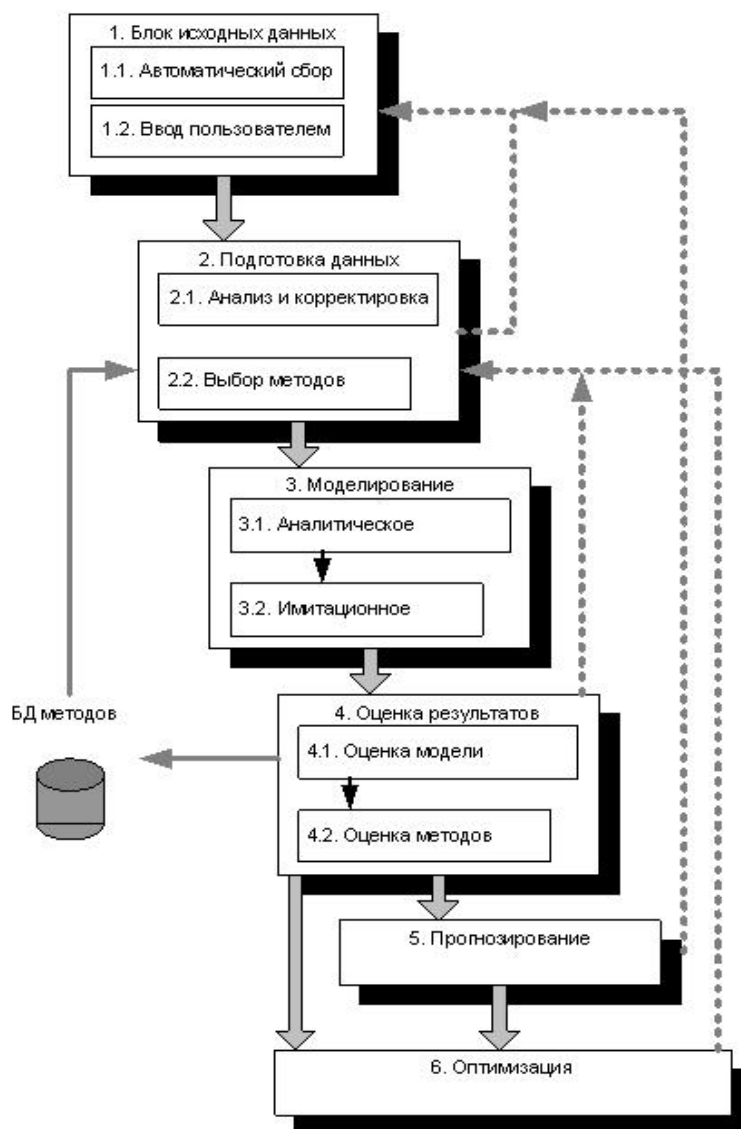


Рисунок 3 – Комплексная модель системы

Литература

1. Вишнеvский В.М. «Теоретические основы проектирования компьютерных сетей», М.: «Техносфера», 2003
2. Клейнрок Л. «Вычисл. системы с очередями». М.: «Мир», 1979
3. Лифшиц А.Л, Мальц Э.А. «Статистическое моделирование систем массового обслуживания». М.: «Москва», 1978
4. Мартин Дж. Майкл. «Введение в сетевые технологии. Практическое руководство по организации сетей». М.: «Лори», 2002

МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ В РЕДУКЦИИ ДАННЫХ АИС СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА (ЗДОРОВЬЕ И ОБРАЗОВАНИЕ)

Н.М. Жилина, М.Ф. Камалева, Г.И. Чеченин

Кустовой медицинский информационно-аналитический центр, г. Новокузнецк

Главными целями факторного анализа являются: сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между переменными, т.е. классификация переменных. Поэтому факторный анализ используется или как метод сокращения данных, или как метод классификации. Пример, в котором две коррелированные

переменные объединены в один фактор, показывает главную идею факторного анализа или, более точно, анализа главных компонент. Если пример с двумя переменными распространить на большее число переменных, то вычисления становятся сложнее, однако основной принцип представления двух или более зависимых переменных одним фактором остается в силе.

Практические вычисления по методу главных компонент для сокращения числа показателей (редукции данных) в АИС СГМ можно выполнить с помощью пакетов статистической обработки данных STATISTICA STATSOFT, SPSS или MATLAB.

Метод главных компонент для интеграции выходной информации по блокам АИС СГМ (Здоровье и образование). В настоящий момент получены результаты апробации автоматизированной информационной системы социально-гигиенического мониторинга в системе «Здоровье и образование» г. Новокузнецка за 2006 г. Для блока «Здоровье школьников и педагогов» выходной информацией являются интегрированные индексы здоровья детей по возрастным группам (6-9, 10-14, 15-17 лет), а также педагогических работников по школам города.

На базовой шкале значения индекса представлены лингвистическими переменными: [0,95; 1] - приемлемый уровень, [0,9; 0,94] – удовлетворительный, [0,85; 0,89] – пониженный, [0,8; 0,84] – низкий, меньше 0,79 – очень низкий.

По блоку «Психическое здоровье школьников» выходной информацией является индекс психического здоровья школьников, вычисленный для ряда учебных заведений г. Новокузнецка.

По блоку «Педагогический мониторинг» выход – это интегрированный индекс успешности педагогического процесса, рассчитанный для 17 школ города.

Полученные результаты сведены в таблицу 1 исходных данных для проведения факторного анализа.

Таблица 1 – Таблица исходных данных

| Название учебного учреждения | Индекс здоровья школьников и педагогов за 2006 г. | | | | Индекс психического здоровья | Индекс успешности образовательного процесса |
|------------------------------|---|-----------|-----------|----------|------------------------------|---|
| | 6-9 лет | 10-14 лет | 15-17 лет | педагоги | | |
| Школа-гимназия N44 | 0,85 | 0,94 | 0,88 | 0,90 | 1,00 | 0,75 |
| Школа-гимназия N46 | 0,88 | 0,92 | 0,82 | 0,80 | 1,00 | 0,77 |
| Школа-гимназия N73 | 0,83 | 0,90 | 0,64 | 0,82 | 1,00 | 0,78 |
| Школа N 79 | 1,00 | 0,97 | 0,86 | 0,88 | 0,58 | 0,62 |
| Школа N 14 | 0,94 | 0,87 | 0,80 | 0,72 | 0,93 | 0,75 |
| Школа N 102 | 0,76 | 0,92 | 0,69 | 0,80 | 0,65 | 0,76 |
| Школа N 26 | 0,88 | 0,87 | 0,80 | 0,65 | 0,58 | 0,68 |
| Школа N 36 | 0,93 | 0,92 | 0,62 | 0,63 | 0,66 | 0,68 |
| Школа N 61 | 0,96 | 0,86 | 0,75 | 0,89 | 0,93 | 0,8 |
| Школа N 1 | 0,99 | 1,00 | 0,90 | 0,85 | 1,00 | 0,8 |
| Школа N 8 | 0,99 | 0,98 | 0,83 | 0,82 | 0,96 | 0,77 |
| Школа N 72 | 0,96 | 0,94 | 0,80 | 0,71 | 1,00 | 0,78 |
| Школа N 100 | 0,94 | 0,88 | 0,72 | 0,80 | 1,00 | 0,73 |
| Школа N 24 | 0,91 | 0,93 | 0,99 | 0,81 | 0,62 | 0,65 |
| Школа N 50 | 0,87 | 0,85 | 0,62 | 0,92 | 1,00 | 0,69 |
| Школа N 107 | 0,92 | 0,92 | 0,82 | 0,57 | 0,87 | 0,64 |

Факторный анализ по методу главных компонент проведен в пакете SPSS, версия 13.0. В таблице 2 представлены результаты факторного анализа с вращением варимакс - выдачи всех общностей (Communalities).

В таблице 3 приводятся первичные (описательные) статистики.

Таблица 2 – Результаты факторного анализа: общности Communalities

| | Initial | Extraction |
|----------------------|---------|------------|
| Дети 6-9 лет | 1,000 | ,494 |
| Дети 10-14 лет | 1,000 | ,676 |
| Подростки 15-17 лет | 1,000 | ,705 |
| Педагоги | 1,000 | ,382 |
| Психическое здоровье | 1,000 | ,752 |
| Индекс успешности | 1,000 | ,772 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Таблица 3 – Результаты факторного анализа: первичные статистики Total Variance Explained

| Component | Initial Eigenvalues | | | Extraction Sums of Squared Loadings | | | Rotation Sums of Squared Loadings | | |
|-----------|---------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
| | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % |
| 1 | 1,936 | 32,262 | 32,262 | 1,936 | 32,262 | 32,262 | 1,895 | 31,585 | 31,585 |
| 2 | 1,845 | 30,757 | 63,019 | 1,845 | 30,757 | 63,019 | 1,886 | 31,433 | 63,019 |
| 3 | ,860 | 14,328 | 77,347 | | | | | | |
| 4 | ,644 | 10,732 | 88,079 | | | | | | |
| 5 | ,440 | 7,338 | 95,417 | | | | | | |
| 6 | ,275 | 4,583 | 100,000 | | | | | | |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

По таблице 3 можно увидеть, что первый фактор имеет наибольшее значение и объясняет 32,3% суммарной дисперсии. Значение второго фактора немного меньше значения первого. Он объясняет 30,8% суммарной дисперсии. Значения следующих факторов меньше единицы, поэтому согласно методу главных компонент они не берутся в рассмотрение. Таким образом, мы отобрали для анализа только два фактора. Такая двухфакторная модель объясняет 63,0% суммарной дисперсии. На рисунке 1 представлен «график камней» («каменистой осыпи») для выделенных факторов.

Scree Plot

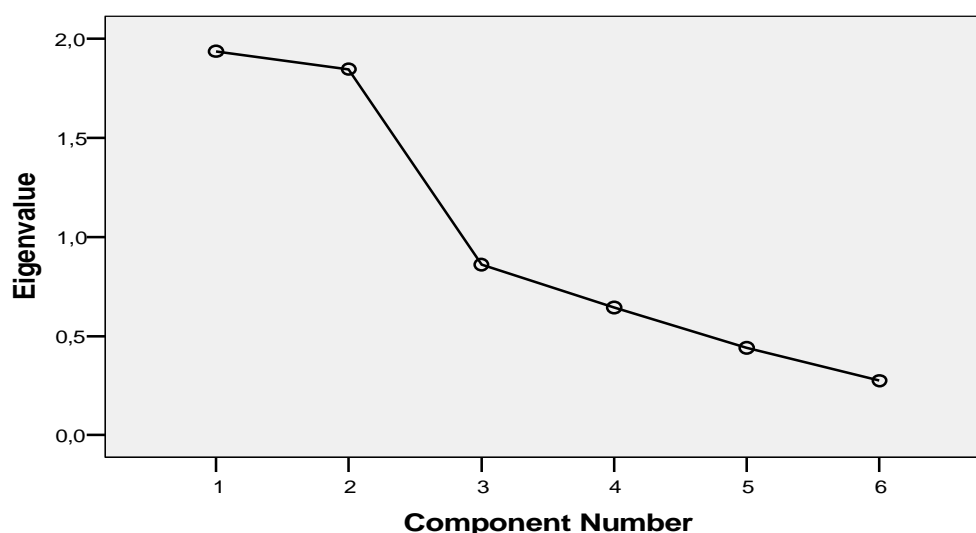


Рисунок 1 – «График камней» для интеграции данных по блокам АИС СГМ (Здоровье и образование)

Далее для двух выделенных факторов распечатывается матрица факторных нагрузок до поворота и после поворота (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Результаты факторного анализа: матрица факторных нагрузок до поворота Component Matrix(a)

| | Component | |
|----------------------|-----------|------|
| | 1 | 2 |
| Дети 6-9 лет | | ,545 |
| Дети 10-14 лет | | ,653 |
| Подростки 15-17 лет | -,628 | ,557 |
| Педагоги | | |
| Психическое здоровье | ,681 | ,538 |
| Индекс успешности | ,704 | ,525 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a 2 components extracted.

Таблица 5 – Результаты факторного анализа: матрица факторных нагрузок после поворота Rotated Component Matrix (a)

| | Component | |
|----------------------|-----------|------|
| | 1 | 2 |
| Дети 6-9 лет | | ,702 |
| Дети 10-14 лет | | ,820 |
| Подростки 15-17 лет | | ,834 |
| Педагоги | ,606 | |
| Психическое здоровье | ,865 | |
| Индекс успешности | ,875 | |

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Таким образом, определились два фактора (главные компоненты):

| Первый фактор | Второй фактор |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Здоровье детей 6-9 лет | Здоровье педагогов |
| Здоровье детей 10-14 лет | Психическое здоровье школьников |
| Здоровье подростков 15-17 лет | Успешность образовательного процесса |

Факторы независимы между собой, а внутри компонент переменные коррелированы. Содержательно это может быть интерпретировано следующим образом: на представительной выборке (17 школ г. Новокузнецка) подтвержден вывод о том, что здоровье педагогов тесно взаимосвязано с успешностью образовательного процесса и психическим здоровьем учащихся. Отдельным фактором выделено здоровье школьников, в который методом главных компонент объединены все возрастные группы учащихся. Это также логичный результат, так как здоровье школьников зависит от многих факторов, не использованных в проведении настоящего анализа (наследственное здоровье, образ жизни, качество оказания медицинской помощи, экологическая среда и т.д.).

Разумная интерпретация полученного результата применения метода главных компонент на данном примере свидетельствует о том, что редукция данных АИС СГМ (Здоровье и образование) выполнена достаточно успешно.

ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМНЫХ АВАРИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

М.В. Кипервассер
СибГИУ, г. Новокузнецк

Накапливаемый с течением времени опыт эксплуатации все более отчетливо обозначает проблему устойчивости существующих систем электроснабжения при возникновении разного рода возмущающих воздействий.

К последним относятся вполне реальные явления, а именно:

- перегрузка отходящих линий, подстанций и целых участков (районов) энергосистемы;
- сбои в работе по каким-либо причинам и полное отключение одного или нескольких мощных источников, питающих энергосистему;
- неисправности и аварии на собственных (внутренних) сетях и распределительных устройствах и выход из строя отдельных элементов оборудования энергосистемы;
- неверные (ошибочные) действия ремонтного, оперативного и административно-технического персонала;
- не относящиеся к электроэнергетике внешние природные и техногенные факторы, нарушающие работу энергосистемы и выводящие из строя отдельные ее элементы и целые участки;

Аварийные ситуации по вышеперечисленным причинам достаточно регулярно возникают в различных точках энергосистемы, приводя к длительным перерывам в электроснабжении не только аварийных участков, но и целых районов именно по причине недостаточной устойчивости системы электроснабжения.

Как правило, возникающая локальная аварийная ситуация, весьма незначительная в масштабах системы в целом, приводит к последовательной, а иногда лавинообразной цепи срабатываний защитной коммутационной аппаратуры, полностью нарушающей электроснабжение и выводящей из работы большие участки. При этом общий баланс производства и потребления электроэнергии в энергосистеме может оставаться вполне удовлетворительным. К развалу систем приводит работа схем релейной защиты и автоматики, установленных и рассчитанных для защиты отдельных элементов оборудования системы, а также резервирования и возобновления электроснабжения участков, районов и отдельных потребителей. Являясь совершенно адекватными в каждом индивидуальном случае, указанные схемы защиты и автоматики, работая в комплексе энергосистемы при реакции на аварийное возмущающее воздействие, зачастую приводят к ее развалу. Задействованный диспетчерский персонал, как правило, не успевает вмешаться и повлиять на ход событий.

Решение задачи повышения устойчивости сложной энергосистемы не достигается прямолинейным наращиванием мощности питающих ее источников и повышением качества обслуживания и ремонта отдельных элементов оборудования энергосистемы (при безусловной необходимости этих мероприятий).

Как отмечалось выше, нарушение параллельной работы в системах происходили при номинальной и даже пониженной общей нагрузке источников в целом, а причиной являлась локальная перегрузка одного из источников и одной из распределительных подстанций.

Что касается отдельных элементов собственного оборудования энергосистемы (трансформаторы силовые, тока, напряжения; высоковольтные выключатели, разъединители, отделители, высоковольтные вводы и пр.), то надежность любого устройства в отдельности, как правило, высокая или очень высокая, но ввиду весьма значительного их количества полностью исключить вероятность выхода из строя одного или нескольких устройств, работающих в системе, вряд ли возможно.

Не исключаются также полностью исключить воздействия природных и техногенных факторов, вмешивающихся и нарушающих с той или иной частотой нормальную работу оборудования. Естественные (природные) факторы, как то грозовые явления, ветровые нагрузки являются регулярными и не устранимыми. Техногенные факторы (пожары, падение летательных аппаратов на трассы ЛЭП и пр.) являются более редкими событиями, но существуют прогнозы значительного роста их количества.

Относительно ошибочных и неверных действий персонала можно отметить, что подобные случаи сопровождают работу энергосистемы в течении всего времени их существования и также являются неустраняемыми в силу несовершенства человека.

Подытоживая выше сказанное, можно заключить, что описанные возможные причины аварийных ситуаций в энергосистеме являются факторами постоянно действующими и полностью исключить влияние какого-либо из них невозможно.

Устойчивость должна быть внутренним качеством сложной системы электроснабжения, позволяющим сохранять работоспособность большего числа участков при возникновении локальной аварийной ситуации.

Достижение этого качества возможно при соблюдении ряда основных условий:

1. Соблюдение определенных пропорций в структуре энергосистемы, позволяющих перераспределять питание и удерживать в работе потребители при возникающей аварийной ситуации.

2. Предварительный анализ, разработка и настройка систем релейной защиты и автоматики, способных адекватно реагировать на возникающую аварийную ситуацию. Указанные схемы должны при отключении аварийных участков и переводе нагрузки на другие источники оценивать возможность такого переключения с точки зрения мощности источников и пропускной способности оборудования энергосистемы.

Выполнение перечисленных задач должно начинаться при закладывании проектных решений. Особенно важным представляется соблюдение второго условия. Необходимо учесть влияние возмущающих воздействий, вызванных аварийными ситуациями (сверхтоков, перенапряжений и провалов напряжений, других отклонений показателей качества электроэнергии) на работу всех элементов оборудования энергосистемы. Практическим способом решения поставленной задачи является электронное моделирование режимов работы энергосистемы, а необходимым и весьма трудоемким условием - составление адекватной модели, учитывающей рабочие характеристики всех элементов энергосистемы.

ИМИТАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОДНОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОПЕЧНОГО КОНТУРА В SIMULINK И POWER SYSTEM BLOCKSET

А.В. Крылов, С.Н. Калашников
СибГИУ, г. Новокузнецк

Энергопотребление дуговой сталеплавильной печи (ДСП) определяется режимами горения электрических дуг. Мощность электрической дуги в первую очередь зависит от длины дугового промежутка, которая по многим причинам постоянно изменяется. Электропривод, входящий в состав однофазного электропечного контура (ОЭК), служит для поддержания оптимальной длины дуги (задача статического регулирования) и скорейшего устранения возникающих отклонений от оптимума (задача динамического регулирования).

Эффективная оптимизация параметров модели ОЭК возможна в комбинированной системе визуального моделирования Simulink и Power System Blockset (SPSB) математического пакета прикладных программ Matlab [1].

Разработанная имитационная компьютерная модель (ИКМ) ОЭК наглядна, легка в корректировке и развитии структуры. Модель функционирует как с переменным шагом моделирования (метод Адамса или метод Рунге-Кутты), так и с постоянным (метод Эйлера). Разработчик модели на языке SPSB не стоит перед проблемой согласования параллельных процессов (ПП), т. к. механизмы реализации ПП относятся к скрытой внутренней организации программы.

Внутренняя структура одной фазы системы подачи электродов ДСП – трёхконтурная: контуры регулирования тока и частоты вращения электродвигателя, контур регулирования мощности дуги.

Состав предлагаемой к рассмотрению ИКМ ОЭК (рисунок 1):

- внутренняя двухконтурная система управления электроприводом подачи электрода;
- контур регулирования положения электрода (идеальный источник однофазной электродвижущей силы AC Voltage Source, активно-индуктивное сопротивление вторичного

На рисунке 2 приведены графики мгновенных оптимальных значений тока и напряжения дуги.

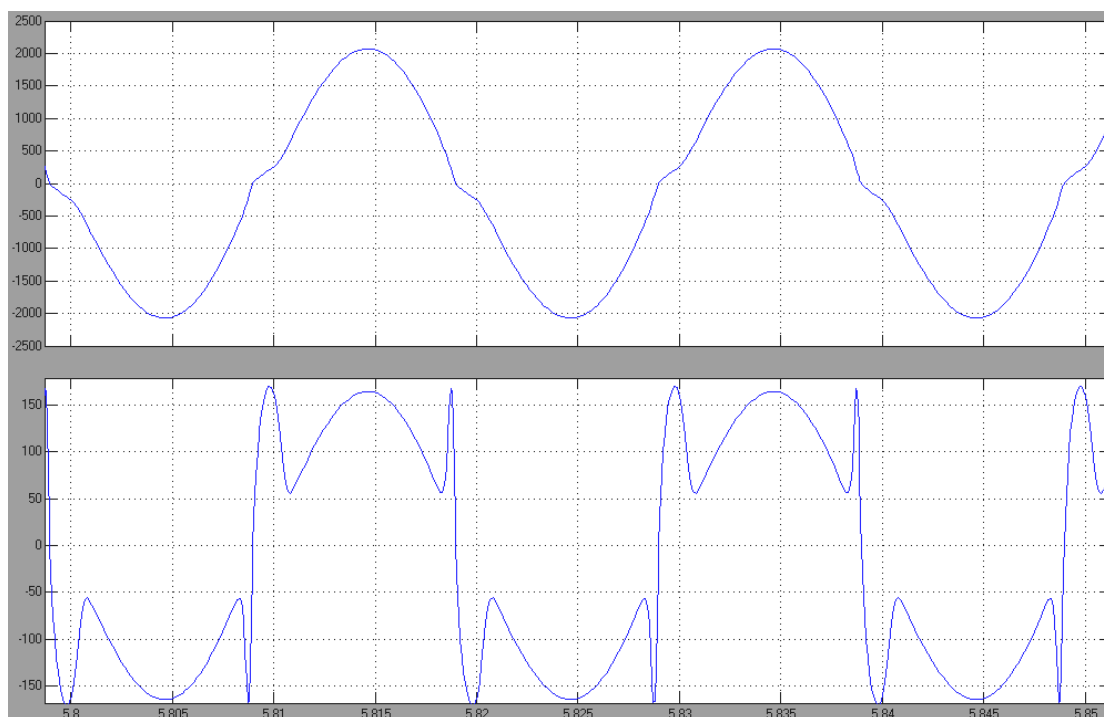


Рисунок 2 – Мгновенные оптимальные значения тока и напряжения дуги

ИКМ одного контура ДСП переменного тока позволяет оценить качество переходных процессов и устойчивость системы во всех локальных режимах (начальный пуск электрода, технологическое короткое замыкание, обработку возмущений шихты в области горения дуги, аварийное короткое замыкание, обрыв дуги), а также в закономерных переходах из одного режима в другой.

Таким образом, на основе предложенной интегрированной ИКМ возможно исследование непрерывного рабочего цикла однофазной ДСП любой длительности и сложности. Требуется лишь задать требуемое (интересующее) поведение возмущающего воздействия шихты во всём диапазоне его ключевых (для исследователя) или реальных изменений на временном интервале любой длительности.

Литература

1. Черных И.В. SimPowerSystems: Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simpower/book1>.

2. Сисоян Г.А. Электрическая дуга в электрической печи / Г.А. Сисоян. – М.: Металлургия, 1974. – 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ МЕТОДА НЕГРАДИЕНТНОГО СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

О.С. Логунова, И.В. Осипов
МГТУ, г. Магнитогорск

В работе рассматривается исследование процесса охлаждения и затвердевания непрерывнолитой заготовки прямоугольного сечения при условии получения минимальных значений перепада температур по сечению заготовки.

Математическую модель процесса затвердевания непрерывнолитой заготовки составляют:

- уравнение теплопроводности в пространственно-временных координатах для описания функции распределения температуры $T(x;y;\tau)$ с несимметричными граничными условиями третьего рода на поверхности заготовки и начальными условиями, соответствующими распределению температурного поля после выхода заготовки из кристаллизатора;

- критерий точности модели, требующий минимального значения модуля разности температуры на 1 мм ширины и высоты заготовки.

Реализация математической модели на ЭВМ потребовала ее представления в разностном виде на основе явной схемы в декартовой системе координат:

- уравнение теплопроводности:

$$T_{i,j}^{k+1} = \frac{\Delta\tau}{c_{i,j}^k \rho_{i,j}^k} \left[\frac{\lambda_{i+1,j}^k (T_{i+1,j}^k - T_{i,j}^k) + \lambda_{i,j}^k (T_{i-1,j}^k - T_{i,j}^k)}{\Delta x^2} + \frac{\lambda_{i,j+1}^k (T_{i,j+1}^k - T_{i,j}^k) + \lambda_{i,j}^k (T_{i,j-1}^k - T_{i,j}^k)}{\Delta y^2} \right] + T_{i,j}^k; \quad (1)$$

- начальное условие:

$$T_{i,j}^0 = f_1(i, j, 0) \quad (2)$$

- граничные условия:

$$T_{0,j}^{k+1} = T_{1,j}^{k+1} - \frac{\Delta x \cdot \alpha_M^{k+1}}{\lambda(T_{0,j}^{k+1})} (T_{1,j}^{k+1} - U_M^{k+1}) \quad (3)$$

$$T_{n,j}^{k+1} = T_{n-1,j}^{k+1} - \frac{\Delta x \cdot \alpha_M^{k+1}}{\lambda(T_{n,j}^{k+1})} (T_{n-1,j}^{k+1} - U_B^{k+1}) \quad (4)$$

$$T_{i,0}^{k+1} = T_{i,1}^{k+1} - \frac{\Delta y \cdot \alpha_Y^{k+1}}{\lambda(T_{i,0}^{k+1})} (T_{i,0}^{k+1} - U_Y^{k+1}) \quad (5)$$

$$T_{i,n}^{k+1} = T_{i,n-1}^{k+1} - \frac{\Delta y \cdot \alpha_Y^{k+1}}{\lambda(T_{i,n}^{k+1})} (T_{i,n}^{k+1} - U_Y^{k+1}) \quad (6)$$

где i, j, k – индексы точек разбиения по конечно-разностной схеме; $T_{i,j}$ – температура вещества в данной точке, $^{\circ}\text{C}$; r – плотность, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; λ – коэффициент теплопроводности, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}$; c – теплоемкость, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$; $\alpha(\tau)$ – коэффициент теплообмена с внешней средой, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$; $U(\tau)$ – температура окружающей среды в текущий момент времени, $^{\circ}\text{C}$; τ – время, с.

Для решения поставленной оптимизационной задачи применен неградиентный метод случайного поиска с операторами адаптации. Использование этого метода подразумевает введение функции потерь между требуемыми значениями выходного сигнала и реального выходного сигнала системы. Нами используется функция потерь, которая описывает температуру в поверхностном слое заготовки со стороны большого радиуса МНЛЗ.

$$l(T_{\text{псмб}}; T_{\text{тр}}) = \begin{cases} \left| \sum_{k=0}^{\tau_{\text{кон}}} \sum_{i=0}^n T_{i,0}^k - T_{\text{тр}} \right|, & \text{при } \left| \sum_{k=0}^{\tau_{\text{кон}}} \sum_{i=0}^n T_{i,0}^k - T_{\text{тр}} \right| > T_{\text{кр}}, \\ 0, & \text{при } \left| \sum_{k=0}^{\tau_{\text{кон}}} \sum_{i=0}^n T_{i,0}^k - T_{\text{тр}} \right| \leq T_{\text{кр}}; \end{cases} \quad (7)$$

где l – функция потерь, $^{\circ}\text{C}$.

Известны две группы методов оптимизации, близких по формальным признакам, но существенно отличающихся друг от друга по трудоемкости вычислительных процессов. К

первой группе можно отнести градиентные методы поиска, которые представляют собой одну из наиболее распространенных групп методов поиска безусловного экстремума. Все они используют значения градиента функции.

Основным критерием оптимизации является достижение нулевого значения функции потерь в каждой зоне вторичного охлаждения МНЛЗ.

Данная функция потерь не допускает дифференцирования. Поэтому говорить о градиенте нет смысла, и метод поиска решения многокритериальной задачи по этой функции, соответствующей критерию оптимальности для задачи выбора режимов охлаждения непрерывнолитой заготовки, будем называть неградиентным. В частности, используется неградиентный метод случайного поиска с оператором адаптации [1].

Первоначальное приближение искомых параметров задается априорными многогранниками возможных решений, которые будут сужаться или расширяться по апостериорным значениям функции потерь.

Реализация изменения интервала случайного поиска для параметров управляющей функции выполнена на основе оператора адаптации.

Использование неградиентного метода оптимизации требует исследования его сходимости, то есть достижение необходимого значения функции потерь за конечное количество шагов. Для этого был проведен вычислительный эксперимент по определению температурных полей заготовки при заданных начальных значениях.

В ходе этого эксперимента проведено по 10 оптимизаций для $T_{кр}$ от 1 до 20 с шагом 1. Условия оптимизации указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Условия оптимизации по каждой зоне вторичного охлаждения

| Требуемые температуры в зонах вторичного охлаждения | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Номер зоны | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $T_{тр}$ | 950 | 920 | 880 | 850 | 830 | 800 | 770 |

Для каждой зоны вторичного охлаждения составлены сводные таблицы, в которых для каждого $T_{кр}$ отображается количество шагов за которое достигнуто оптимальное $T_{тр}(n)$, коэффициент теплоотдачи (Alfa), верхние и нижние границы 95%-ого доверительного интервала для Alfa, верхние и нижние границы для n. Пример сводной таблицы приведен на рисунке 1.

| Ткрит | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| n | 6,8 | 6,9 | 5,4 | 4,9 | 5 | 4,7 | 3,7 | 5,7 | 3,3 | 3,9 | 3,9 | 2,9 | 3,7 | 3,8 | 3 | 2,4 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 3,6 |
| Alfa | 268,9 | 268,5 | 271,7 | 267,6 | 271 | 261,2 | 267,9 | 272,7 | 270,2 | 262,5 | 273,2 | 270,8 | 270,5 | 271,2 | 266,3 | 266,6 | 280,8 | 272,1 | 270,7 | 271,7 |
| Дисперсия Alfa | 0,54 | 2,28 | 79,12 | 6,71 | 13,78 | 258,6 | 23,21 | 115,8 | 70,4 | 57,83 | 138 | 59,51 | 144,94 | 75,51 | 110,2 | 135,8 | 238,8 | 406,8 | 243,6 | 307,3 |
| Доверительный интервал | 268,37 | 267,42 | 265,34 | 265,75 | 268,35 | 249,71 | 264,46 | 265,01 | 264,20 | 257,07 | 264,81 | 265,29 | 261,90 | 264,99 | 258,80 | 258,27 | 269,76 | 257,69 | 259,55 | 259,17 |
| Доверительный интервал | 269,43 | 269,58 | 278,06 | 269,45 | 273,65 | 272,69 | 271,34 | 280,39 | 276,20 | 267,93 | 281,59 | 276,31 | 279,10 | 277,41 | 273,80 | 274,93 | 291,84 | 286,51 | 281,85 | 284,23 |
| Прогноз | 7,0180 | 6,1001 | 5,5632 | 5,1823 | 4,8868 | 4,6454 | 4,4412 | 4,2644 | 4,1084 | 3,9689 | 3,8427 | 3,7275 | 3,6215 | 3,5234 | 3,4320 | 3,3465 | 3,2663 | 3,1906 | 3,1190 | 3,0511 |
| Со | 1,8917 | 1,7505 | 1,6147 | 1,4856 | 1,3654 | 1,2564 | 1,1619 | 1,0856 | 1,0316 | 1,0036 | 1,0036 | 1,0316 | 1,0856 | 1,1619 | 1,2564 | 1,3654 | 1,4856 | 1,6147 | 1,7505 | 1,8917 |
| Верхняя граница | 8,2039 | 7,1975 | 6,5754 | 6,1136 | 5,7427 | 5,4330 | 5,1696 | 4,9449 | 4,7551 | 4,5980 | 4,4718 | 4,3742 | 4,3020 | 4,2517 | 4,2196 | 4,2025 | 4,1976 | 4,2028 | 4,2163 | 4,2369 |
| Нижняя граница | 5,8321 | 5,0028 | 4,5510 | 4,2510 | 4,0309 | 3,8577 | 3,7129 | 3,5839 | 3,4617 | 3,3398 | 3,2136 | 3,0808 | 2,9410 | 2,7950 | 2,6444 | 2,4906 | 2,3350 | 2,1784 | 2,0216 | 1,8652 |

Рисунок 1 – Вид сводной таблицы для результатов вычислительного эксперимента

На рисунке 2 отображен график зависимости количества шагов метода случайного поиска для четвертой зоны вторичного охлаждения от $T_{кр}$. Из представленного графика следует, что с уменьшением $T_{кр}$, растет количество шагов итерации, что вполне объяснимо возрастающим приближением к требуемому значению температуры. При этом разброс значений коэффициента теплоотдачи сокращается и стремится к оптимальному значению, что можно наблюдать на рисунке 3.



Рисунок 2 – Зависимость количества шагов итерации от $T_{кр}$

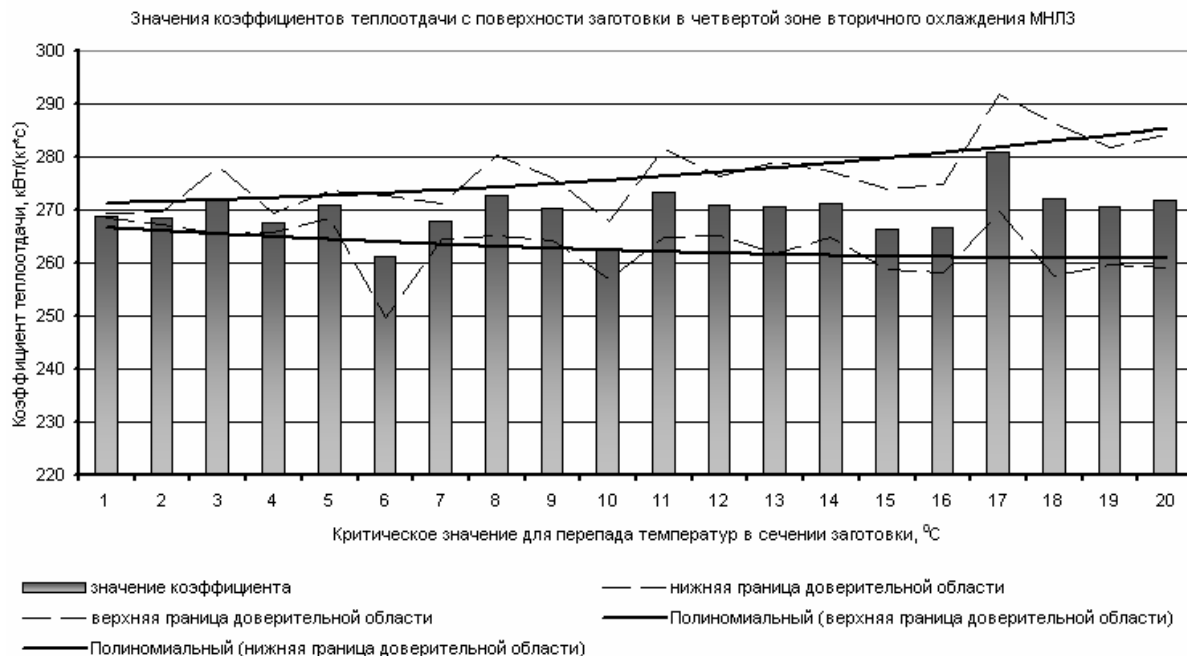


Рисунок 3 – Зависимость оценок коэффициента теплоотдачи от $T_{кр}$

Обобщение данных всех сводных таблиц по зонам вторичного охлаждения и количеству шагов итерации позволили получить поверхность линий уровня, на которой отображается изменение количества шагов итерации в каждой зоне вторичного охлаждения от критической температуры. Данная поверхность изображена на рисунке 4.

Как видно из графика на рисунке 2 зависимость количества шагов итерации от $T_{кр}$ выражается в общем виде как $y = a \cdot \ln(x) + b$, где y - количество шагов итерации, x - значения $T_{кр}$. Приведя уравнения такого вида для всех зон вторичного охлаждения, аппроксимируя зависимость a и b от номера зоны вторичного охлаждения, получили уравнения:

$$a = 0.018x^5 - 0.3561x^4 + 2.5958x^3 - 8.5962x^2 + 12.821x - 8.5905, \quad (8)$$

$$b = -0.0655x^5 + 1.2841x^4 - 9.2325x^3 + 29.889x^2 - 43.078x + 30.545. \quad (9)$$

Коэффициент детерминации для уравнений (8) и (9) составляет 0,96 и 0,98 соответственно.

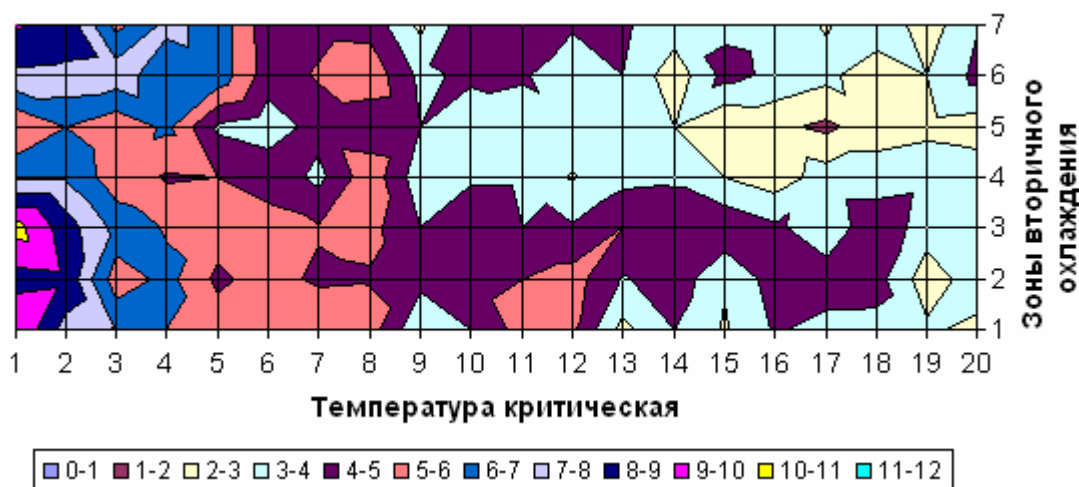


Рисунок 4 – Поверхность линий уровня

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать о возможности применения и сходимости метода неградиентного случайного поиска с оператором адаптации. Исследование метода показало, что при его использовании в нахождении оптимальных параметров охлаждения, возможно получить решения за конечное количество итераций оптимизации.

Литература

1. Гладков Д.И. Оптимизация систем неградиентным случайным поиском. – М: Энергоатомиздат, 1984. – 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СКОРОСТИ ВЫТЯГИВАНИЯ

О.С. Логунова

МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Среди параметров, определяющих динамику процесса охлаждения и затвердевания непрерывнолитой заготовки, существенное место занимает скоростной режим вытягивания заготовки из кристаллизатора.

В ходе непрерывной разливки стали возникает необходимость изменения скоростного режима в связи с заменой сталеплавильных ковшей на стенде при выводе МНЛЗ на рабочий скоростной режим, при остановке МНЛЗ на плановые профилактические ремонты и т.п. Скорость вытягивания заготовки определяет условия выбора режима ее вторичного охлаждения системой автоматизации.

На рисунке 1 показан фрагмент одной из цифровых диаграмм изменения скорости вытягивания заготовки в течение одной серии, полученных системой автоматизации в условиях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». На диаграмме наблюдаются плановые изменения скоростного режима, которые чаще всего обусловлены ритмом работы участков выплавки и доводки стали.

Согласно [1, с. 452 – 456] плановые изменения скорости подразделяются на четыре типа.

Первый тип переходного процесса – снижение скорости с одного установившегося значения до другого (разность скоростей $> 0,1$ м/сек).

Второй тип переходного скоростного процесса – увеличение скорости с одного установившегося значения до другого (разность скоростей более $0,1$ м/мин).

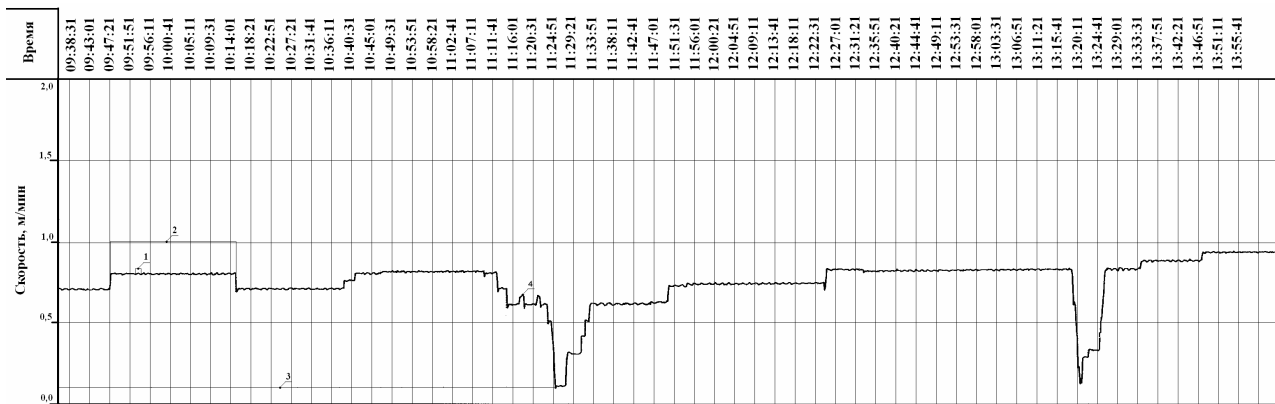


Рисунок 1 – Фрагмент диаграммы изменения скоростного режима при непрерывной разливке стали в заготовки прямоугольного сечения: 1 – циклическая составляющая, определяемая по качанию кристаллизатора; 2 – плановая составляющая; 3 – циклическая составляющая, обусловленная ритмом работы предыдущих производственных участков; 4 – случайная компонента

Третий тип переходного скоростного процесса – кратковременное снижение скорости до 0,1 м/мин на время смены погружных стаканов (до 50 с) с последующим увеличением до рабочего значения.

Четвертый тип переходного скоростного процесса – снижение скорости с рабочего значения 0,6... 1,0 до 0,1 м/мин на время смены промежуточного ковша (до 5 мин) с последующим увеличением до рабочего значения.

Все вышеперечисленные переходные процессы негативно влияют на температурную «картину» сляба, вышедшего из ЗВО МНЛЗ, и создают дополнительные напряжения в корочке слитка.

Кроме перечисленных интервалов изменения скоростного режима, просматриваются участки диаграммы, на которых существенно проявляется случайная компонента скорости. Природа этой случайной компоненты может быть разнообразной и невозможно выполнить группировку или систематизацию источников возникновения этой составляющей.

При моделировании динамического скоростного режима непрерывной разливки стали автором предлагается использовать кусочную функцию, состоящую из n элементов. Каждый из этих элементов рассматривается как временной ряд, содержащий трендовую, циклическую и случайную компоненту:

$$v(\tau) = \sum_{i=1}^n [v_i z_i (\tau_{i-1} \leq \tau \leq \tau_i) + E_i + S_{1i}] + S_2, \quad (1)$$

где $v(\tau)$ – скорость вытягивания заготовки из кристаллизатора, м/мин; v_i – плановая составляющая скорости на заданном интервале времени $\tau_{i-1} \leq \tau \leq \tau_i$, м/мин; z_i – фиктивная переменная, определяющая переход из текущего временного интервала в следующий и принимающая значение 0 при выходе из текущего временного интервала и 1 – при входе в него; S_{1i} – циклическая составляющая, обусловленная частотой и амплитудой качания кристаллизатора; S_2 – циклическая составляющая, обусловленная ритмом работы участков выплавки и доводки стали; E_i – случайная компонента скорости.

Величину циклической компоненты определяем по значению частоты и амплитуды качания кристаллизатора, а именно

$$S_{1i} = A \omega \cos \omega t, \quad (2)$$

где A – амплитуда качания кристаллизатора, изменяющаяся в диапазоне от 0,003 до 0,01 м; ω – линейная частота качания кристаллизатора, изменяющаяся в диапазоне от 40 до 120 качаний в минуту.

Математическая модель теплового состояния непрерывнолитой заготовки включает в себя:

– уравнение теплопроводности в пространственно-временных координатах:

$$c_i(T_i)\rho_i(T_i)\frac{\partial T_i(x,y,\tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_i(T_i)\frac{\partial T_i(x,y,\tau)}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda_i(T_i)\frac{\partial T_i(x,y,\tau)}{\partial y}\right) \quad (3)$$

– начальные условия в виде известной функции для описания температурного поля по сечению заготовки после выхода ее из кристаллизатора

$$T_1(x,y,0) = f_1(x,y) \quad (4)$$

– граничные условия третьего рода для каждой грани заготовки, обеспечивающие несимметричность ее охлаждения:

$$\frac{\partial T_1}{\partial x}\Big|_{x=\frac{a}{2}} = \alpha_1(\tau)\left[T_1\left(\frac{a}{2}, y, \tau\right) - U_1(\tau)\right]; \quad (5)$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial x}\Big|_{x=-\frac{a}{2}} = \alpha_2(\tau)\left[T_1\left(-\frac{a}{2}, y, \tau\right) - U_2(\tau)\right]; \quad (6)$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial y}\Big|_{y=\frac{b}{2}} = \alpha_3(\tau)\left[T_1\left(x, \frac{b}{2}, \tau\right) - U_3(\tau)\right]; \quad (7)$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial y}\Big|_{y=-\frac{b}{2}} = \alpha_4(\tau)\left[T_1\left(x, -\frac{b}{2}, \tau\right) - U_4(\tau)\right]. \quad (8)$$

В (3) – (8) введены обозначения: ρ – плотность рассматриваемой фазы как функция от температуры в данной точке, $\text{м}^3/\text{кг}$; $T(x,y,\tau)$ – температура расплава в данной точке, $^{\circ}\text{C}$; τ – время, с; a, b – ширина и толщина заготовки, м; λ – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; c – теплоемкость рассматриваемой фазы, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$; $\alpha_i(\tau)$ – суммарные коэффициенты теплообмена с внешней средой, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$; $U_i(\tau)$ – температура окружающей среды в текущий момент времени, $^{\circ}\text{C}$; i – индекс, определяющий номер фазы состояния заготовки: 1 – твердой фазы, 2 – жидкая фаза и 3 – двухфазной зона.

С использованием (1) – (8) проводилось имитационное моделирование процесса непрерывной разливки стали для изучения теплового состояния затвердевающей заготовки и возникающих в ней температурных перепадов по ее сечению и в поверхностных слоях.

Моделирование проводилось для следующих условий:

1) поддержка постоянной скорости вытягивания заготовки из кристаллизатора, составляющей значение 0,7 м/мин;

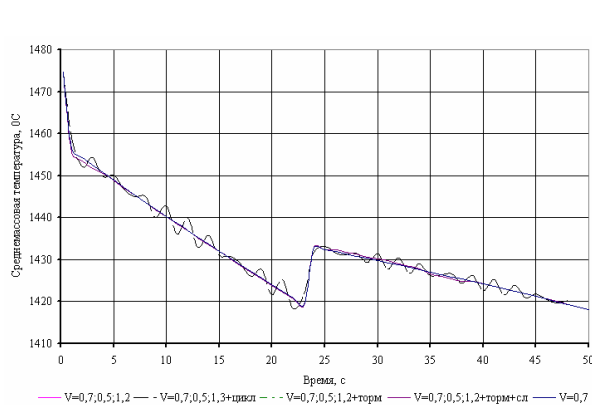
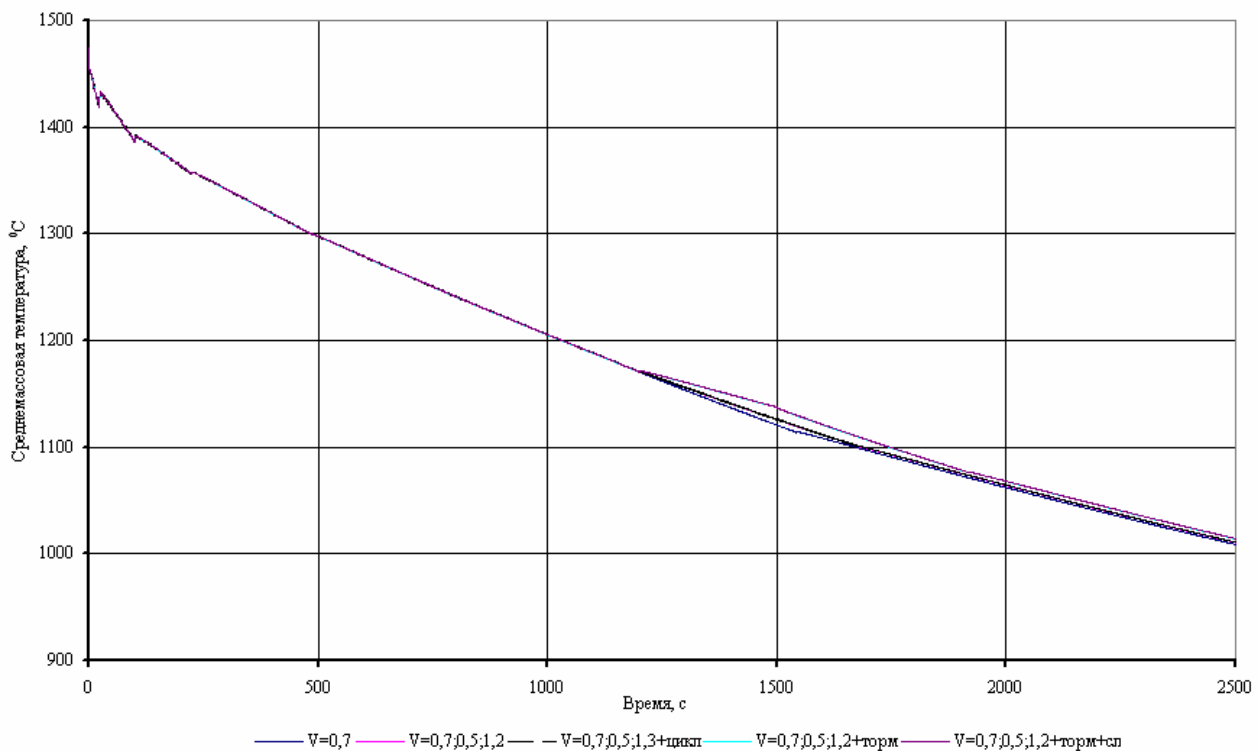
2) наличие трех плановых изменений скорости: 0,7 м/мин, 1,2 м/мин и 0,5 м/мин, переход к которым осуществляется через 20 мин;

3) наличие трех плановых изменений скорости: 0,7 м/мин, 1,2 м/мин и 0,5 м/мин, переход к которым осуществляется через 20 мин, и циклической компоненты с амплитудой колебания кристаллизатора ± 3 мм и линейной частотой 60 кач/мин;

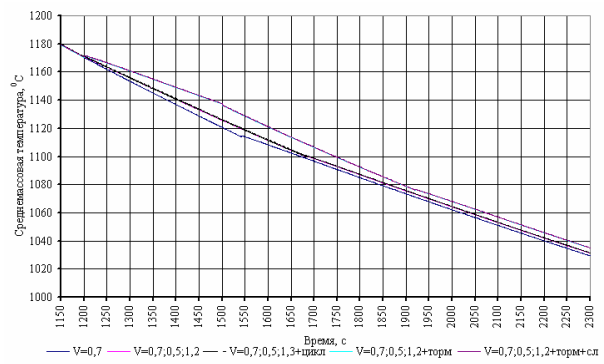
4) наличие трех плановых изменений скорости: 0,7 м/мин, 1,2 м/мин и 0,5 м/мин, переход к которым осуществляется через 20 мин, с торможением разливки стали до скорости 0,1 м/мин на время в 5 мин;

5) наличие трех плановых изменений скорости: 0,7 м/мин, 1,2 м/мин и 0,5 м/мин, переход к которым осуществляется через 20 мин, с торможением разливки стали до скорости 0,1 м/мин на время в 5 мин, и случайной компоненты величиной не более 10% от текущего значения скорости продолжительностью не более 0,5 мин.

На рисунке 2 приведены зависимости среднemasсовой температуры непрерывнолитой заготовки во времени для всех указанных режимов скорости вытягивания. Наибольшие отличия эти зависимости имеют для $t \in [0; 50]$ и $t \in [1200; 2400]$ с.



а



б

в

Рисунок 2 – Изменение среднemasовой температуры непрерывнолитой заготовки: а – $t \in [0; 2400]$; б – $t \in [0; 50]$; в – $t \in [1200; 2400]$

Наличие циклической компоненты, определяющей технологический режим работы кристаллизатора, приводит к возникновению колебаний температурных полей в поверхностных слоях заготовки, которые проникают на глубину не более 0,01 м (рисунок 3). Амплитуда этих колебаний составляет до 30 градусов за 1 с движения заготовки и образуются переохлажденные мости во внутренних и поверхностных соях заготовки. Возможно такие температурные колебания в поверхностных соях вызывают циклические термонапряжения в затвердевшей оболочке заготовки и являются одной из причин образования поверхностных дефектов, таких как сетчатые, продольные и перпендикулярные трещины, глубина проникновения которых составляет не более 0,01 м.

По результатам математического моделирования теплового состояния непрерывнолитого слитка можно сделать следующие выводы:

1) допущение о постоянстве скорости вытягивания заготовки из кристаллизатора является допустимым при исследовании процессов затвердевания заготовки и динамики продвижения фронта кристаллизации;

2) учет динамики скорости вытягивания заготовки из кристаллизатора необходим при исследовании теплового состояния поверхностных слоев заготовки глубиной не более 1 см;

3) температурные колебания, возникающие в затвердевших поверхностных слоях заготовки с амплитудой до 30° приводят к термоциклированию, в результате которого формируется мелкозернистая структура протяженностью от 0,003 до 0,01 м, которая при увеличении амплитуды колебаний разрушается и в ней формируются сетчатообразные трещины.

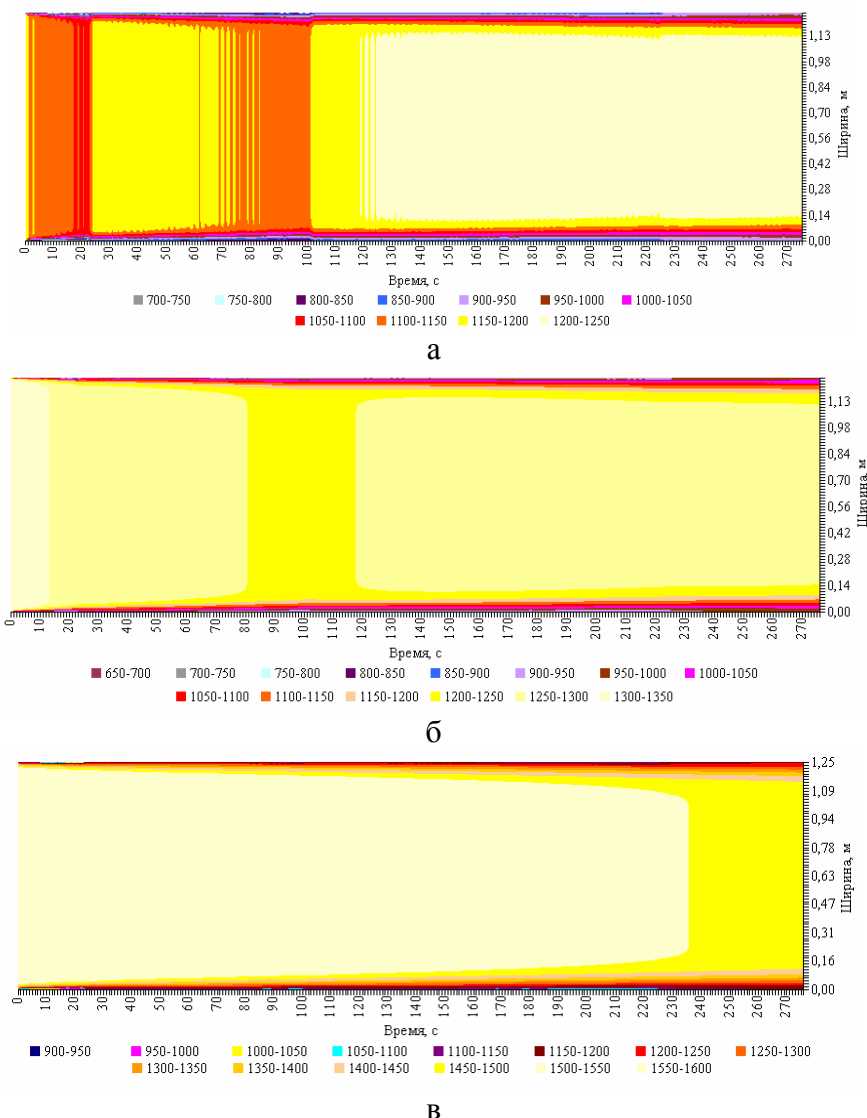


Рисунок 3 – Изменение температурного поля во времени: а – в поверхностном слое заготовки; б – в слое на глубине в 0,01 м от поверхности; в – в центральном слое заготовки

Литература

1. Тахаутдинов, Р.С. Совершенствование режимов вторичного охлаждения трещиностойкой низколегированной стали / Р.С. Тахаутдинов, Ю.А. Бодяев, А.Ф. Сарычев, С.В. Горосткин, В.П. Филиппова, С.В. Носов // Труды VIII конгресса сталеплавателей. – М. : ОАО Черметинформация, 2005. – С. 452 – 456.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ТПЧ-АД

В.П. Перепелицын, М.В. Кипервассер
СибГИУ, г. Новокузнецк

Составной частью транзисторных частотных электроприводов [ТПЧ-АД] является автономный инвертор напряжения [АИН], предназначенный для формирования переменного

напряжения с регулируемой частотой и работающий на автономную нагрузку. Если АИН питается от выпрямителя, то на его входе ставится конденсатор большой емкости для обеспечения проводимости источника в обратном направлении. Структурная схема АИН приведена на рисунке 1, где УИН – управляемый инвертор напряжения; Н – нагрузка; В – выпрямитель может быть управляемым или неуправляемым. СУИ, СУВ – система управления инвертором и выпрямителем.

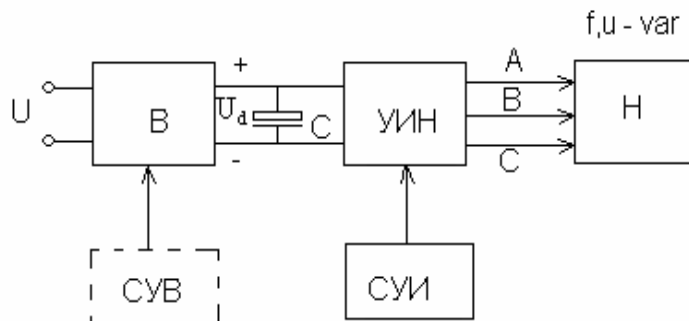


Рисунок 1 – Структурная схема АИН

В преобразовательной технике наибольшее распространение получили трехфазные инверторы, выполненные по мостовой схеме.

Методы регулирования напряжения УИН подразделяются на две группы:

1. Регулирование напряжения питания инвертора, например за счет управляемого выпрямителя.
2. Регулирование напряжения в самом инверторе, в этом случае применяется неуправляемый выпрямитель (СУВ отсутствует). При этом могут быть различные формы кривой выходного напряжения трехфазных АИН рисунок 2 [1]

Для первого случая наибольшее распространение получили схемы рисунок 2 а-г. Регулирование выходного напряжения внутренними средствами инвертора основывается на импульсных методах: широтно-импульсное регулирование [ШИР] рисунок 2 д,е и широтно-импульсное модулирование [ШИМ] рисунок 2 ж

Рассмотрим 1^й случай, соответствующий рисунку 2а.

Продолжительность открытого состояния транзистора равна $I = 20$, а цифры 1÷6 на рисунке 3 обозначают открытое состояние соответствующих транзисторов, весь период разбит на 6 частей I-VI, каждый по 60° .

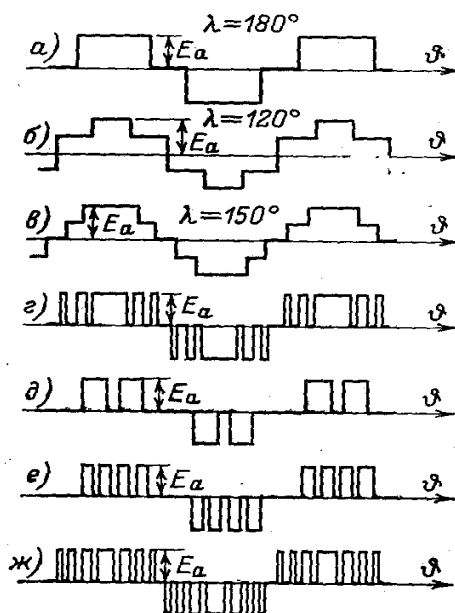


Рисунок 2 – Формы кривой выходного напряжения АИН

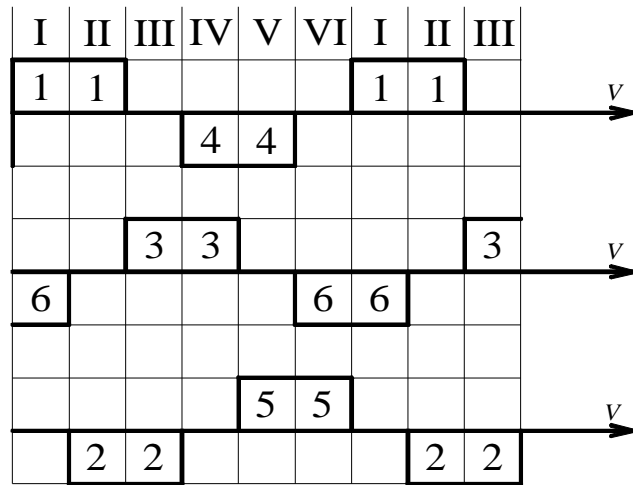


Рисунок 3 – Временные диаграммы работы силовых транзисторов инвертора

Как видно из рисунка 3 в трехфазном мостовом инверторе возможны 6 независимых сочетаний открытых и закрытых состояний транзисторов, причем одновременно всегда открыты 2 транзистора. Каждому сочетанию соответствует своя эквивалентная схема (рисунок 4). Из эквивалентной схемы видно, что при активной нагрузке, соединенной звездой (рисунок 4а), одна фаза отключена, а две другие соединены последовательно.

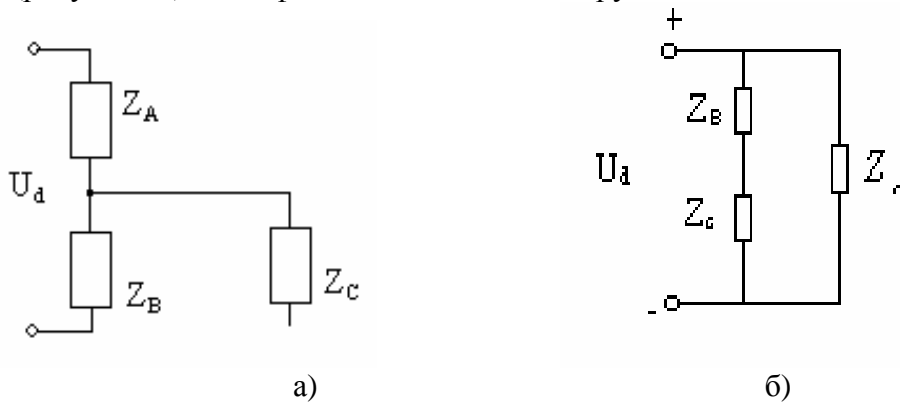


Рисунок 4 – Эквивалентная схема 3-х фазного инвертора при $\lambda = 120^\circ$ и соединении нагрузки звездой (рисунок а) и треугольником (рисунок б)

Поэтому к каждой фазе прикладывается напряжение, равное $U_d/2$, и фазное напряжение на нагрузке имеет ступенчатую форму (рисунок 2). При соединении активной нагрузки треугольником (рисунок 4б) к каждой фазе прикладывается напряжение, равное U_d и $U_d/2$, так как к одной фазе подключаются две другие, соединенные последовательно и фазное напряжение имеет двухступенчатую форму (рисунок 5).

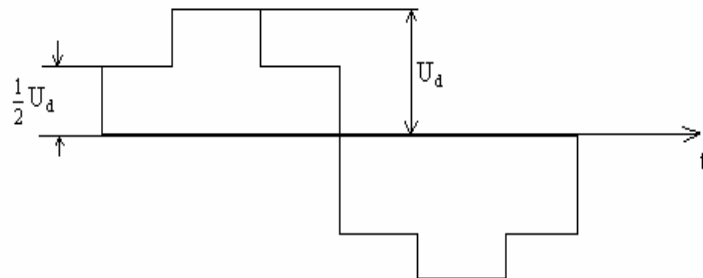


Рисунок 5 – Временная диаграмма напряжения при соединении нагрузки Δ

Рассмотрим 2^{ой} случай, соответствующий рисунку 2ж:

На рисунке 6 показана кривая напряжения, в которой длительности в последовательном ряде импульсов изменяются по закону синуса. Одним из способов получения ШИМ является сравнение напряжения сигнала несущей частоты треугольной

формы U_{on} с командным напряжением U_y . В результате образуется серия импульсов одинаковой амплитуды, по разной длительности, полезная составляющая которой имеет форму синусоиды заданной частоты и амплитуды.

Среднее значение напряжения в каждом n – интервале квантования продолжительностью $T_k = \text{const}$ составляет

$$U_n = EX_n, \quad (1)$$

где $X_n = \frac{tu}{T_k}$ - коэффициент заполнения, tu - продолжительность импульса

Для регулирования напряжения коэффициент заполнения изменяется по синусоиде

$$X_n = X_m \sin n \omega_b T_k = X_m \sin 2\pi n \frac{T_k}{T_b}, \quad (2)$$

где X_m - амплитуда выходного напряжения с периодом $T_b = \frac{2\pi}{\omega_b}$.

В результате из импульсов формируется ступенчатая синусоида, которую можно записать суммой импульсов

$$U_b = \sum I X_n \sin 2\pi n \frac{T_k}{T_b}, \quad (3)$$

где I – единственный импульс.

Ступенчатая синусоида может быть выражена непрерывной функцией [Л2]

$$U_b = EX_{(j)} \sin \int_0^t \omega_b(\alpha) dt + \Delta, \quad (4)$$

где α и γ - параметры управления частотой и напряжением рассматриваются как независимые функции, а частота $\omega_b(\alpha)$ и параметр напряжения $x(\gamma)$ при управлении - непрерывные функции времени $\omega_b[\alpha(t)]$ и $x[\gamma(t)]$; Δ - искажение квантования.

Последнему управлению соответствуют кривые U_{AG} и U_{BG} (гладкая составляющая напряжения) на рисунке 6.

На рисунке 7 приведена схема испытания приводов (транзисторного преобразователя частоты ТПЧ) типа БЧУ, соответствующего рисунку 2а и VFNC18-2002P-W фирмы TOSHIBA, соответствующего рисунку 2ж с электродвигателем типа 4AAM56AY3 имеющего данные:

$$P = 180 \text{ Вт}; n_H = 2760 \text{ об/мин}; U = 220/380 \text{ В}; S_H = 8\%$$

$$I = 0,95/0,55 \text{ А}; \cos \phi = 0,76; \eta = 66\%; r_1 = 54,9 \text{ Ом}; S_m = 46\%$$

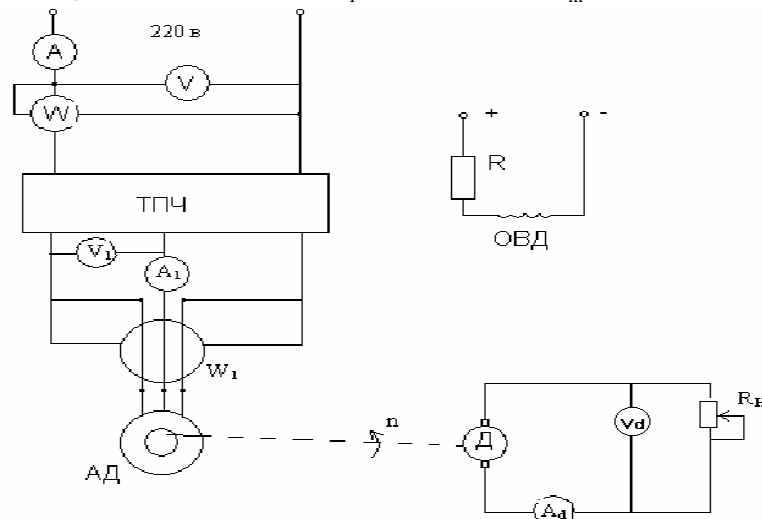


Рисунок 7 – Схема испытания электропривода ТПЧ-АД

Анализ результатов испытаний показывает, что ТПЧ типа VFNC1 имеет следующие преимущества:

1. Диапазон регулирования $D=1:100$, то есть в десять раз выше.
2. Потребляемая на холостом ходу мощность P в 3 раза меньше.
3. Потребляемый асинхронным двигателем ток I_1 на 25% меньше.
4. Коэффициент мощности $\cos j$ на 20% выше.

Литература

1. Забродин Ю.С. Автономные тиристорные инверторы с широтно-импульсным регулированием. М., «Энергия», 1997, 136с.
2. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. Учебник для втузов (Под ред. Гольдберга О.Д. – М.: Высш. шк., 2004, 431с., ил)

ТЕСТИРОВАНИЕ СВЕРНУТОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

В.А. Романов, К.А. Аксенов, Л.Г. Доросинский
УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

Свертки – процедуры уменьшения размерности модели динамического процесса. Под сверткой понимается процедура структурного и/или параметрического синтеза модели, которая ведет к уменьшению структуры и/или параметров модели [3]. Процедуры свертки представляют собой один из инструментов модификации. На необходимость разработки и использовании процедур свертки указывается в современной отечественной и зарубежной литературе. В частности, Филиппович А.Ю. в своей работе [4] указывает: «Серьезным препятствием к использованию языков и систем имитационного моделирования (ИМ) является сложность описываемых систем и экспоненциально растущее время моделирования. Необходимо разработать такие языки ИМ, которые позволяют описывать различные операции свертки, иерархические объекты, правила преобразования моделей и т.д.». В связи с этим актуальным является вопрос оценки качества свернутой модели. Наиболее эффективно произвести подобную оценку позволяет метод тестирования. На практике тестированию уделяется мало внимания, в то время как становится все более актуальным мнение, высказанное в [1]: 1/3 времени проекта должно занимать планирование, 1/6 - написание программ, 1/4 - тестирование компонентов и предварительное системное тестирование, 1/4 - системное тестирование при наличии всех компонентов.

Тестирование модели заключается в ее выполнении на некотором множестве исходных данных и сверке получаемых результатов с эталонными с целью установления соответствия различных свойств и характеристик модели реальной системе.

Введем следующие определения:

RM – реальная модель процессов преобразования ресурсов (ППР), к которой применяются процедуры свертки.

SM – свернутая модель RM .

G – графовый образ модели RM , который имеет следующую структуру [2]: операциям ППР ставятся в соответствие вершины графа $Op(G)$, ресурсам – вершины графа $Res(G)$, средствам преобразования ресурсов – вершины графа $Mech(G)$, связям между операциями ставятся в соответствие ребра графа $o_i \in O(G)$, связям между операциями и ресурсами – ребра графа $R(G)$ и связям между операциями и средствами преобразования ресурсов – ребра графа $M(G)$.

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ – время тестирования модели.

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ – множество компонентов (процессов) модели SM .

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$ – критерий тестирования модели. Тестирование модели SM по некоторому критерию C означает покрытие множества K по элементам и связям. Требования к идеальному критерию были выдвинуты в работе [6].

$TEST = \{test_1, test_2, \dots, test_n\}$ – множество избыточных тестов для модели SM. Тест $test_i \in TEST$ является избыточным, если существует покрытый им компонент $k_i \in K(SM, C)$, не покрытый предыдущими тестами $\{test_1, \dots, test_{i-1}\} \in TEST$.

$P = \{p_1, \dots, p_n\}$ – множество избыточных путей, сопоставленных каждому $test_i \in TEST$, т.е. последовательность вершин от входа до выхода графа G.

$PT = \{pt_1, \dots, pt_n\}$ – множество протестированных путей из избыточных. $pt_i(G) = 1$, если тестовый путь $test_i$ в графе G протестирован и $pt_i(G) = 0$ в противном случае.

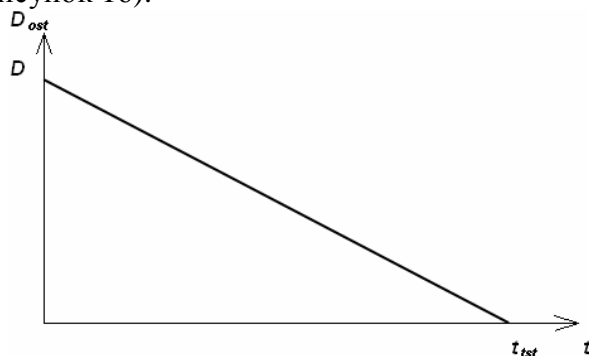
Сложность тестирования $D(SM, C)$ модели SM по некоторому критерию C определяется как максимальное количество избыточных тестов, покрывающих все компоненты K. Сложность тестирования можно определить с помощью формулы для оценки топологической сложности МакКейба [5]: $V(SM, C) = q + k_{in}$, где q – число бинарных выборов для условий ветвления, k_{in} – число входов графа G.

Остаточная сложность тестирования $D_{ost}(SM, C, TEST)$ модели SM по некоторому критерию C определяется как максимальное количество избыточных тестов, покрывающих все компоненты K, оставшиеся непокрытыми после прогона набора тестов TEST. Величина D_{ost} строго и монотонно убывает от D до 0 (рисунок 1а).

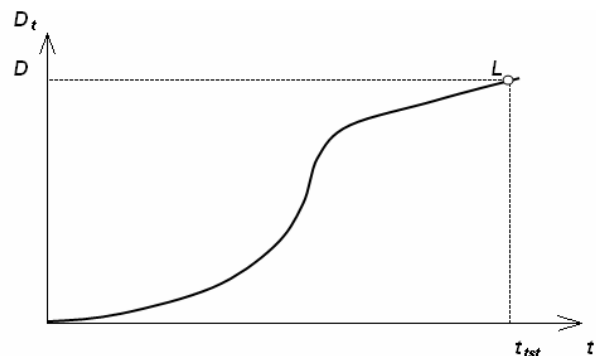
Оценка степени тестированности $D_t(SM, C, TEST)$ модели SM по некоторому критерию C определяется следующим отношением:

$$D_t = \frac{D - D_{ost}}{D} = \frac{\sum_{i=1}^n pt_i(G)}{\sum_{i=1}^n p_i(G)} \quad (1)$$

Определим критерий завершения тестирования $D_{end}(SM, C, T)$ следующим образом: $D_{end} \geq L$, где L – уровень тестирования, заданный в спецификации к модели RM (рисунок 1б).



а) Остаточная сложность тестирования



б) Критерий завершения тестирования

Рисунок 1 – Тестирование модели.

Методика оценки степени тестированности модели представлена на рисунке 2. Тестирование компонентов G предполагает прогон тестового набора TEST, покрывающий набор трасс P. Процесс построения набора тестов TEST разделяется на три этапа:

1. Построение графа G модели RM – статический анализ модели RM, задача которого состоит в получении графового образа G, на основании которого и в зависимости от критерия тестирования определяется множество элементов, которые необходимо покрыть тестами.

2. Выбор тестовых путей P (таблица 1):

Ø Статический метод – построение каждого пути осуществляется посредством постепенного его удлинения за счет добавления дуг, пока не будет достигнута выходная вершина графа G.

Ø Динамический метод – присоединение к начальным реализуемым отрезкам путей следующих их частей так, чтобы не терять реализуемости вновь полученных путей и покрыть требуемые элементы структуры модели.

3. Генерация тестов $test_i$, соответствующих тестовым путям p_i – осуществляется поиск подходящих тестов TEST, реализующих прохождение выбранных путей тестирования P.



Рисунок 2 – Процедура оценки степени тестируемости модели.

Таблица 1 – Сравнение методов построения тестовых путей.

| Метод | Достоинства | Недостатки |
|--------------|--|--|
| Статический | Сравнительно небольшое количество необходимых ресурсов при использовании и при разработке. | Не учитывается возможная нереализуемость построенных путей тестирования. Переход к полной системе тестов осуществляется вручную. |
| Динамический | Автоматический учет реализуемости или нереализуемости ранее рассмотренных путей (их частей). | Увеличение затрат ресурсов за счет разработки и эксплуатации аппарата определения реализуемости пути. |

Современная практика тестирования практически всегда проводится по критерию покрытия ветвей, т.е. каждая дуга и каждая вершина графа G должны содержаться, по крайней мере, в одном из путей тестирования. Однако при подобном подходе к построению тестового набора сложность тестирования $V(SM, C)$ становится очень высокой для построения больших систем, что следует из роста топологической сложности управляющего графа по МакКейбу. Проведение свертки модели снижает сложность тестирования на величину $V(RM, C) - V(SM, C) = q_{RM} - q_{SM}$.

Свертка модели позволяет не только снизить сложность тестирования, но и дать более четкую оценку тестируемости $D_i(SM, C, TEST)$ для всего проекта.

Литература

1. Брукс Ф. Мифический человек-месяц или как создаются программные системы. Издательство Символ-Плюс, 2006. стр. 304.

2. Романов В.А., Аксенов К.А., Доросинский Л.Г. Графовое представление образа модели информационно-методического сопровождения учебных курсов. Новые образовательные технологии в вузе: сборник материалов IV международной научно-методической конференции, 5-8 февраля 2007 г. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 424 с.

3. Романов В.А., Аксенов К.А., Доросинский Л.Г. Классификация процедур свертки и термины работоспособности имитационной модели процессов преобразования ресурсов. Областная научно-практическая конференция «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании». Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. 2005 г.

4. Филиппович А.Ю. Интеграция систем ситуационного, имитационного и экспертного моделирования для управления рынком полиграфических услуг//Материалы 42-й науч.-техн. конф. преподавателей, сотрудников и аспирантов МГУП. –М.:Изд-во МГУП, 2002.

5. Шимаров В.А. Тестирование программ: цели и особенности инструментальной поддержки // Программное обеспечение ЭВМ / АН БССР. Институт математики. Минск, 1994. - Вып. 100 - с. 19 – 43.

6. Goodenough J.B., Gerhart S.L. Toward a Theory of Test Data Selection. IEEE Transactions on Software Engineering, 1975, SE-1, №2, p.156-193.

МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ¹

А.С. Рыков, М.Е. Протопопова
МИСиС, г. Москва

Основной идеей при построении моделей объектов в условиях неопределенности, связанной с недостатком данных о протекании процесса, размытом характере входных и выходных переменных, является сбор и обработка качественной информации, представляющей собой знания и суждения специалистов-экспертов об исследуемом объекте.

Существенным моментом представленной ситуации неопределенности является наличие нечеткой информации. Выделим три подхода к построению моделей в этом случае /1/:

1) Подход, основанный на построении статистических моделей объекта с нечеткими коэффициентами методом регрессионного анализа.

2) Подход, основанный на использовании логических правил условного вывода, например в следующем виде:

$$\text{Если } x_1 \in X_1 (x_2 \in X_2, \mathbf{K}, x_n \in X_n), \text{ то } y_j \in Y_j, \quad (1)$$

где $x_i, i = \overline{1, n}$ – входные лингвистические переменные; $y_j, j = \overline{1, m}$ – выходные лингвистические переменные.

Для исследования и формализации эвристических правил управления, которыми пользуется технолог для регулирования сложных процессов на производственных объектах, используется аппарат теории нечетких множеств.

3) Подход, основанный на использовании комбинированной информации. Как правило, данный подход реализуют при построении моделей системы, являющейся комплексом взаимосвязанных объектов различного типа. В этом случае модели для

¹ Работа поддержана РФФИ, грант 07-07-00151.

отдельных объектов системы могут быть построены разными методами, причем должна быть учтена возможность объединения этих моделей в пакет.

При формальном описании производственных объектов, функционирование которых связано с малоизученными явлениями, сбор статистической информации для которых стоит очень дорого, затруднен или невозможен, хороший результат дает построение лингвистической модели на основе правил условного логического вывода.

Опишем такую модель в общем виде.

Лингвистическая модель взаимодействия переменных объекта

Лингвистическая информация о функционировании сложного производственного объекта может быть получена при изучении реакции технолога в различных ситуациях, а ход его рассуждений выражен в виде логических правил условного вывода в форме:

$$\text{ЕСЛИ } A, \text{ то } B, \quad (2)$$

где – нечеткие понятия (множества), являющиеся суждениями о входе и выходе.

Каждое такое правило определяет одно или несколько эквивалентных состояний объекта.

Будем полагать, что нечеткое отношение $R : X \rightarrow Y$ задано функцией принадлежности $m_R(x, y)$, где $x \in X$ и $y \in Y$ – нечеткие входные и выходные параметры соответственно, и задано нечеткое множество $A \subset X$ с функцией принадлежности $m_A(x)$, тогда функция принадлежности $m_B(y)$, индуцируемого в Y нечеткого множества B на основе композиционного правила ($B = A \circ R$, “ \circ ” – операция композиции), определяется формулой

$$m_B(y) = \max_{x \in X} \min(m_A(x), m_R(x, y)). \quad (3)$$

В случае точечного (четкого) входа x_0 его можно интерпретировать как нечеткий вход $x \in X$ с функцией принадлежности $m_A(y)$, везде равной нулю, за исключением точки x_0 , где она равна единице. Композиционное правило в этом случае примет вид

$$m_B(y) = m_R(x_0, y). \quad (4)$$

Если возникает необходимость, можно получить четкое решение y_0 – решение, максимизирующее результирующую функцию принадлежности

$$m_B(y_0) = \max_y \max_{x \in X} \min(m_A(x), m_R(x, y)). \quad (5)$$

Таким образом, лингвистическая модель сложного производственного объекта, построенная на основе правил условного логического вывода, позволяет описать функционирование объекта, не прибегая к помощи сложных математических структур. В рамках данного подхода мы предлагаем следующую методику оценки неопределенных параметров по нечеткой модели.

Методика оценки неопределенных параметров

1) На основе экспертной оценки построить терм-множество $T(X_i, Y_j)$ выбранных входных $x_i \in X_i, i = \overline{1, n}$ и выходных $y_j \in Y_j, j = \overline{1, m}$ переменных, где X_i, Y_j – нечеткие подмножества универсального множества входных и выходных переменных соответственно.

2) Построить функции принадлежности нечетких параметров – $m_{A_i}(x_i), m_{B_j}(y_j)$, где $A_i \subseteq X_i, B_j \subseteq Y_j$.

3) Рассчитать нечеткое значение выходного параметра y_j :

а) в случае применения логических правил условного вывода:

описать все возможные производственные ситуации, т.е. определить все возможные сочетания $\prod_{k=1}^n \sum_{l=1}^{p_k} A_k^{p_k}$ (p_k – число термов k -й переменной) термов входных переменных.

Далее на основе экспертной процедуры формализовать нечеткое отображение $R_{ij}(x_i, y_j)$ и на основе композиционного правила осуществить расчет выходного параметра;

б) в случае использования аналитической зависимости для оценки y_j : перейти к a -уровневому описанию нечетких параметров и применить принцип обобщения арифметических операций на класс нечетких чисел.

4) В случае необходимости рассчитать числовое значение выходного параметра.

Данная методика, при условии достаточной компетенции специалистов-экспертов, позволяет учесть в модели функционирования сложного производственного объекта малоизученные, трудноформализуемые взаимосвязи параметров объекта.

Опираясь на знания специалистов предметной области, используя традиционные методы оценки отдельных параметров на основе фундаментальных законов, максимально учитывая опыт управления сложными производственными объектами, можно разработать комплекс эффективных методов, алгоритмов для исследования и управления объектом в условиях неполноты информации.

Литература

1. Рыков А.С. Методы системного анализа: многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ¹

А.С. Рыков, М.Е. Протопопова
МИСиС, г. Москва

Для многих производственных объектов технологические взаимосвязи процессов и параметров очень сложны и трудноформализуемы. При их моделировании возникает проблема преодоления неопределенности, связанной с ограниченной наблюдаемостью и изученностью технологических процессов, присутствием в контуре управления человека.

Вместе с тем имеется большой практический опыт управления такими объектами, методы расчета отдельных параметров технологических процессов, разработаны и применимы с удовлетворительной точностью модели отдельных подсистем.

Эффективным способом преодоления проблем неопределенности при системном моделировании работы сложных производственных объектов является привлечение и обработка наряду с уже имеющейся дополнительной качественной информации, представляющей собой знания, суждения специалистов-экспертов. Именно активное участие на всех или некоторых стадиях построения и эксплуатации моделей опытных специалистов предметной области зачастую позволяет учесть в модели малоизученные, количественно трудноописываемые факторы, которые оказывают существенное влияние на процесс. При этом исходная информация для моделирования формируется как на основе фундаментальных законов, так и на основе эвристик, эмпирических правил и интуитивных, приближенных оценок, которые являются, как правило, качественными размытыми понятиями. Формализацию качественных понятий можно осуществлять с помощью методов теории нечетких множеств, они позволяют заложить в модель всю доступную информацию о функционировании сложного производственного объекта.

В докладе предложен подход к обработке исходной информации для моделирования сложных производственных объектов на основе теории нечетких множеств и диалоговых схем.

При моделировании предполагается использовать информацию различного характера: это могут быть значения физических измеряемых величин, оценки по применяемым на практике функциональным зависимостям, лингвистические оценки. Для использования такой разноплановой информации в формальной модели необходимо представить ее в универсальной форме.

¹ Работа поддержана РФФИ, грант 07-07-00151.

1. Лингвистическое описание переменных

При конструировании нечеткой модели все переменные предлагается рассматривать как лингвистические, в виде набора $\langle L, T(L), X, G, M \rangle$, в котором L – название переменной; $T(L)$ – терм-множество, каждый элемент которого (терм) представляется как нечеткое множество на универсальном множестве U ; X – универсальное множество, на котором определена переменная L , G – синтаксическое правило, порождающее название термов; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной ее смысл [1].

Все входные и выходные переменные модели можно представить в виде:

$$\begin{aligned} X_i &= \langle X_i^k, U_{X_i}, \tilde{X}_i \rangle, \quad X_i^k \in T_i^*(u), i = \overline{1, m}; \\ Y_j &= \langle Y_j^l, V_{Y_j}, \tilde{Y}_j \rangle, \quad Y_j^l \in T_j^*(v), i = \overline{1, n}; \end{aligned} \quad (1)$$

где U_{X_i}, V_{Y_j} – универсумы; $\tilde{X}_i = \int_{U_{X_i}} m_{X_i}(u)|u$, $\tilde{Y}_j = \int_{V_{Y_j}} m_{Y_j}(v)|v$ – нечеткие множества, описываемые функциями принадлежности $m_{X_i}(u): U_{X_i} \rightarrow [0,1]$; $m_{Y_j}(v): V_{Y_j} \rightarrow [0,1]$; $T_i^*(u)$, $T_j^*(v)$ – расширенные терм-множества лингвистических переменных, k, l – индексы термов входных и выходных лингвистических переменных соответственно.

Рассмотрим подзадачи, которые возникают при лингвистическом описании переменных: построение функций принадлежности, синтез новых термов на основе имеющихся и определение принципа обобщения арифметических операций на класс нечетких множеств.

2. Построение функции принадлежности

Успешность применения аппарата теории нечетких множеств во многом зависит от того, насколько адекватно построенная функция принадлежности отражает знания специалиста-эксперта.

Мы будем придерживаться детерминированной интерпретации принадлежности, которая предполагает, что нечеткое множество характеризует некоторое свойство объектов из универсального множества. Изменение степени принадлежности в таком случае рассматривается как изменение интенсивности проявления этого свойства у исследуемых объектов.

Наиболее используемым на практике является параметрическое задание функции принадлежности [2]. Оно подразумевает нахождение параметров функции заранее заданного вида. Конкретный вид функций принадлежности определяется на основе различных дополнительных предположений о свойствах этих функций (симметричность, монотонность, непрерывность первой производной и т.д.) с учетом специфики имеющейся неопределенности, реальной ситуации на объекте. Параметры искомой функции принадлежности определяются на основе экспертной оценки, например по диалоговому алгоритму, приведенному в [1].

Рассмотрим наиболее часто используемые на практике функции принадлежности:

$$\text{Треугольная } m_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a^- \text{ или } x \geq a^+; \\ (x - a^-)/(a - a^-), & a^- \leq x \leq a; \\ (a^+ - x)/(a^+ - a), & a \leq x \leq a^+; \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Трапецевидная } m_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a^- \text{ или } x \geq a^+; \\ (x - a^-)/(a - a^-), & a^- \leq x \leq \underline{a}; \\ 1, & \underline{a} \leq x \leq \bar{a}; \\ (a^+ - x)/(a^+ - \bar{a}), & \bar{a} \leq x \leq a^+; \end{cases} \quad (3)$$

Графики этих функции принадлежности приведены на рисунке 1.

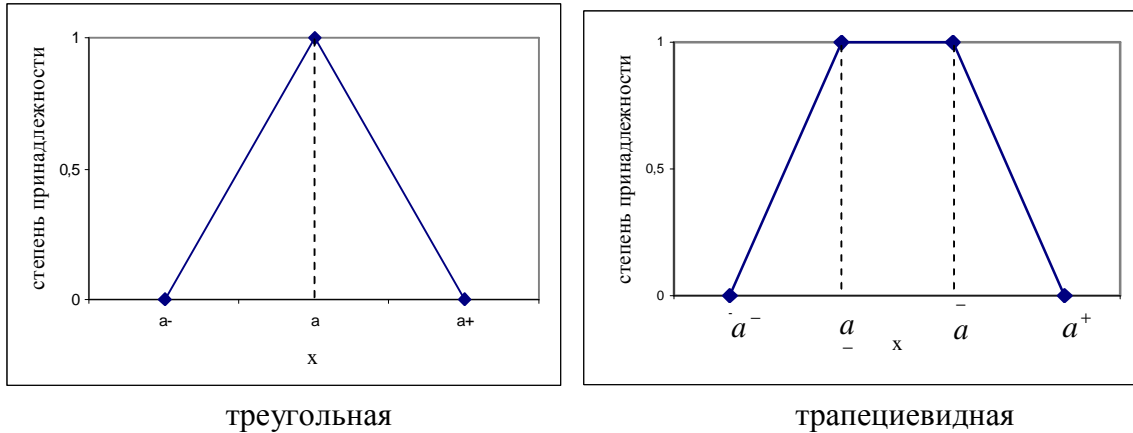


Рисунок 1 – Треугольная и трапециевидная функции принадлежности

Экспоненциального вида

$$m_A(x) = \exp(Q_A \cdot C_A |x - x_m|^{N_A}), \quad (4)$$

где Q_A – параметр, определяющий уровень нечеткости; C_A – коэффициент для изменения носителя термов; N_A – коэффициент для изменения формы графика функции принадлежности; x_m – нечеткая переменная, наиболее соответствующая данному терму.

Будем считать, что для каждой лингвистической переменной соблюдено условие полного покрытия ее универсального множества. Это означает, что все термы такой переменной полностью покрывают шкалу ее базового множества.

Все нечеткие множества, характеризующие термы лингвистической переменной, будем рассматривать как нормальные. В случае если исходное нечеткое множество не является нормальным, производим его нормализацию:

$$m_A(x) = \frac{m_{A_H}(x)}{\sup m_{A_H}(x)}, \quad (5)$$

где A – нормализованное нечеткое множество; A_H – исходное нечеткое множество.

Тогда любой терм переменной можно представить в виде положительного нечеткого числа, функция принадлежности которого имеет параметры $\langle m_1, m_2, m_3, m_4 \rangle$. Для треугольной функции принадлежности – $\langle a^-, a, a, a^+ \rangle$, трапециевидной – $\langle a^-, \underline{a}, \bar{a}, a^+ \rangle$.

Как разновидность параметрического задания функции принадлежности в [3] предложен метод построения функции принадлежности нечетких чисел, приблизительно равных некоторому четкому числу. Такой метод удобен для точечных оценок нечетких параметров (X приблизительно равен числу a) и интервальных оценок (X приблизительно находится в интервале $[a, b]$).

Например, при построении функции принадлежности чисел, приблизительно равных некоторому числу A , можно использовать функцию

$$m_A(x) = e^{-a(A-x)^2}, \quad (6)$$

где a зависит от требуемой степени нечеткости $m_A(x)$ и определяется из выражения

$$a = \frac{4 \ln 0,5}{b^2}, \quad (7)$$

где b – расстояние между точками k, l перехода $m_A(x)$, т.е. $m(k) = m(l) = 0,5$. Задача сводится к отысканию точек k, l . В [3] предложен алгоритм определения параметров функции (6) на основе экспертных оценок.

3. Принцип обобщения

Поскольку для оценки некоторых параметров могут использоваться аналитические функции, аргументами которых будут являться нечеткие числа, необходимо определить принцип обобщения арифметических операций на класс нечетких чисел.

Предлагаем использовать a -уровневый принцип обобщения, его основным преимуществом является сравнительно небольшой объем вычислений значений результирующей функции принадлежности.

Пусть $y = f(x_1, x_2, \mathbf{K}x_n)$ – функция n независимых переменных, аргументы которой $x_1, x_2, \mathbf{K}x_n$ представлены нечеткими числами $\tilde{x} = \mathbf{U}_{a \in [0,1]}(\underline{x}_a, \bar{x}_a)$, $i = \overline{1, \mathbf{K}, n}$, где $\underline{x}_a, \bar{x}_a$ –

минимальное и максимальное значение \tilde{x} на a -уровне. Значением функции $\tilde{y} = f(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \mathbf{K}\tilde{x}_n)$ называется нечеткое число $\tilde{y} = \mathbf{U}_{a \in [0,1]}(\underline{y}_a, \bar{y}_a)$, нижняя и верхняя границы

которого:

$$\underline{y}_a = \inf_{x_{i,a} \in [\underline{x}_{i,a}, \bar{x}_{i,a}]} (f(x_{1,a}, x_{2,a}, \mathbf{K}, x_{n,a})) \text{ и } \bar{y}_a = \sup_{x_{i,a} \in [\underline{x}_{i,a}, \bar{x}_{i,a}]} (f(x_{1,a}, x_{2,a}, \mathbf{K}, x_{n,a})). \quad (8)$$

Применение a -уровневого принципа обобщения сводится к решению для каждого a -уровня задачи нахождения минимального и максимального значения функции $y = f(x_1, x_2, \mathbf{K}x_n)$, при условии, что ее аргументы могут принимать значения из соответствующих a -уровневых множеств. Количество a -уровней выбирают так, чтобы обеспечить нужную точность.

Например, для нечеткого числа, представленного в треугольной форме $\tilde{x} = \langle \underline{x}, x_m, \bar{x} \rangle$, где \underline{x}, \bar{x} – нижняя и верхняя граница нечеткого числа, а x_m – задание нечеткого числа на единичном a -уровне, переход к a -уровневому описанию производится по формуле

$$\tilde{x} = \mathbf{U}_{a \in [0,1]}(\underline{x}_a, \bar{x}_a), \quad \underline{x}_a = \underline{x} + (x_m - \underline{x}) \cdot a, \quad \bar{x}_a = \bar{x} - (\bar{x} - x_m) \cdot a. \quad (9)$$

Правила выполнения основных арифметических операций над положительными нечеткими числами приведены в таблице 1.

Таблица 1. Правила выполнения арифметических операций для положительных нечетких чисел \tilde{x}_1 и \tilde{x}_2

| Арифметическая операция | \underline{y} | \bar{y} |
|---|---|-----------------------------|
| $\tilde{y} = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2$ | $\underline{x}_1 + \underline{x}_2$ | $\bar{x}_1 + \bar{x}_2$ |
| $\tilde{y} = \tilde{x}_1 - \tilde{x}_2$ | $\underline{x}_1 - \underline{x}_2$ | $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ |
| $\tilde{y} = \tilde{x}_1 \cdot \tilde{x}_2$ | $\underline{x}_1 \cdot \underline{x}_2$ | $\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$ |
| $\tilde{y} = \tilde{x}_1 / \tilde{x}_2$ | $\underline{x}_1 / \underline{x}_2$ | \bar{x}_1 / \bar{x}_2 |

4. Синтез новых термов

При нечеткой оценке параметров объекта может сложиться ситуация, когда исходное терм-множество оказывается недостаточным, и возникает необходимость построения функции принадлежности промежуточных новых термов.

Алгоритм интерполяции термов предложен в [1].

Для синтеза необходимо выделить термы $T(l_i) \in T(l)$, $T(l_j) \in T(l)$, $i, j \in N$, между которыми нужно найти промежуточные значения лингвистической переменной $L - T(l_{ij})$ (или новые значения $T(l_i^*), T(l_j^*)$), т.е. построить функции принадлежности для $m_L(l_{ij})(m_L(l_i^*), m_L(l_j^*))$.

После этого нужно выбрать модификаторы (синтаксические и семантические правила образования новых термов), которые на основе заданных основных термов позволяют описать содержание синтезируемого терма $T(l_i)$ ($T(l_i^*), T(l_j^*)$).

Провести операции над нечеткими множествами, соответствующие выбранным модификаторам:

$$m_L(l_{ij}) = m_L(l_i) \oplus m_L(l_j) \text{ или } m_L(l_i^*) = \oplus m_L(l_i^*), m_L(l_j^*) = \oplus m_L(l_j^*), \quad (10)$$

где \oplus – операция над нечеткими множествами.

Пример правил синтеза новых термов приведен в таблице 2.

Таблица 2. Правила образования новых термов

| Модификатор | Операции над нечеткими множествами |
|---------------|------------------------------------|
| более-менее t | $m_t^2(x)$ – концентрирование |
| почти/очень t | $m_t^{0,5}(x)$ – растяжение |

Применение вышеописанных методик представления нечеткой информации оправданно ввиду их практической применимости при системном моделировании производственных объектов, когда приходится обрабатывать комбинированную информацию.

Предложенное лингвистическое описание неопределенных параметров, характеризующих работу и техническое состояние объекта, в условиях недостаточности или нечеткости информации, позволяет заложить в модель более полную совокупность сложных внутренних взаимосвязей параметров объекта.

Литература

1. Рыков А.С. Методы системного анализа: многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. .: Экономика, 1999.
2. Блишун А.Ф. Сравнительный анализ методов измерения нечеткости // Техническая кибернетика. 1988. № 5.
3. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. Рига: Зинатие, 1990.

ДИАЛОГОВАЯ НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛА В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ¹

А.С. Рыков, М.Е. Протопопова

МИСиС, г. Москва

Задачи повышения технологической эффективности комплекса “конвертер – машина непрерывного литья заготовки (МНЛЗ)” выдвигают в первую очередь требования к таким наиболее важным параметрам, как температурный режим и содержание примесей в металле. Для обеспечения требуемых температуры и состава металла перед непрерывной разливкой необходимы согласованная работа всех участков маршрута “конвертер – МНЛЗ” и рациональное использование ресурсов на каждом из них. Решение этих производственных задач требует разработки связанных математических моделей, учитывающих специфику и требования к предоставляемым данным на каждом участке от конвертера до МНЛЗ. Основной задачей таких моделей является прогнозирование температуры металла в сталеразливочном ковше (СК) на любом временном отрезке при его прохождении от конвертера до МНЛЗ. В работе /1/ описаны некоторые особенности исходной информации для математического моделирования и исследованы возможные типы моделей для каждого участка маршрута “конвертер – МНЛЗ”.

¹ Работа поддержана РФФИ, грант 07-07-00151.

В докладе предложена модель и алгоритм расчета температуры металла в СК на участке “конвертер – установка внепечной обработки стали (УВОС)”. Модель позволяет оценить тепловые потери металлом и определить минимально допустимую температуру металла на выпуске, которая обеспечила бы рациональный запас тепла металла на УВОС для качественной доводки металла по химическому составу и полного удаления продуктов раскисления в шлак.

1. Основные проблемы прогнозирования температуры металла в СК

На температуру металла в СК оказывают влияние множество технологических факторов, причем влияние большинства из них нестабильно и трудно предсказуемо. Так, на рассматриваемых участках на температуру металла влияют:

- 1) длительность нахождения металла в конвертере по окончании продувки и выпуска в СК;
- 2) количество конвертерного шлака, попадающего в СК на выпуске;
- 3) качество подготовки СК (зависит от времени нахождения ковша под высокотемпературным стендом, оборота ковша);
- 4) количество науглероживателя, ферросплавов и ТШС, присаживаемых в СК;
- 5) длительность транспортировки СК к УВОС.

Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на потери тепла, выделяют тепловое состояние футеровки СК. Этот вопрос является малоизученным и вызывает трудности при расчете температурных характеристик СК. Помимо этого задачу осложняет неполнота доступной информации о некоторых физико-химических свойствах металла и шлака.

Анализ существующих методик расчета температуры металла в СК /2-4/ показал, что наиболее полную информацию о динамике температуры металла можно получить, используя численные методы моделирования процессов теплопередачи. Они позволяют рассчитывать температуру металла в СК с погрешностью не превышающую ± 10 °С. Но, несмотря на теоретическую полноту таких моделей, их построение и использование связано с рядом особенностей:

- 1) сложностью замера температур металла, необходимых для настройки модели;
- 2) слабой изученностью зависимости теплофизических свойств металла (теплоемкость, теплопроводность, плотность) от химического состава и температуры;
- 3) большим влиянием на точность вычислений выбора и реализации численного метода расчета.

Возможным выходом в такой ситуации является использование комбинированной информации в виде результатов расчета балансов, теоретических основ термодинамики и суждений специалистов.

При построении модели мы руководствовались следующими принципами:

- 1) там, где это возможно, для оценки параметров используются существующие модели, дающие точность результата, устраивающую технолога. Например, для оценки химического состава металла и шлака будем использовать результаты расчета материального баланса плавки;
- 2) технолог, имея в своем распоряжении показания приборов, различные мнемосхемы и графики, теоретические знания, а также анализируя поведение косвенных параметров, может сделать приблизительный вывод о значении неизвестного показателя.

Для обработки такой разноплановой информации использовались методы теории нечетких множеств, что в конечном итоге позволило включить в модель факторы неопределенного характера, оказывающие существенное влияние на температуру металла в СК.

2. Лингвистическое описание переменных модели прогнозирования температуры металла в СК

Исходя из анализа изменения температуры металла на рассматриваемом участке “конвертер – УВОС”, а также проведенного экспертного опроса для формального описания

проблемы расчета температуры металла в СК, были выбраны переменные, указанные в таблице 1.

Все переменные модели рассматриваем как лингвистические.

В качестве значений входных переменных (X1, X7–X24) разработанная нечеткая модель может использовать как данные замеров, так и результаты их оценки по материальному балансу.

Все параметры, описывающие рассматриваемый процесс в той или иной степени содержат неопределенность. Так, химический состав металла и шлака (X7–X10), в случае если он рассчитывается по материальному балансу, содержит в себе неопределенность, связанную с колебаниями свойств шихтовых материалов, непредсказуемым угаром элементов и т.д. Если же исходными данными является экспресс-анализ, то здесь также присутствует неопределенность: анализ производится в центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ), на это требуется определенное время, в течение которого реальные значения параметров уже изменятся. Здесь неопределенность связана не со случайностью, а именно с неполнотой информации, обусловленной сложностью протекания физико-химических процессов и неизвестным влиянием некоторых факторов.

Таблица 1 – Переменные модели

| Обозначение | Наименование | Ед.изм. | Обозначение | Наименование | Ед.изм. |
|-------------|--|---------|-------------|---|---------|
| X1 | температура последнего замера в конвертере | °С | X20 | содержание фосфора в металле в СК | % |
| X2 | выдержка перед выпуском | мин | X21 | содержание марганца в металле в СК | % |
| X3 | скорость охлаждения | °С/мин | X22 | содержание кремния в металле в СК | % |
| X4 | износ сталевыпускного отверстия | мм | X23 | содержание алюминия в металле в СК | % |
| X5 | состояние сталевыпускного отверстия (диаметр) | мм | X24 | вес плавки после раскисления | кг |
| X6 | длительность выпуска предыдущей плавки | мин | X25 | длительность транспортировки СК к УВОС | мин |
| X7 | содержание углерода в металле на выпуске | % | X26 | оборот СК | мин |
| X8 | содержание серы в металле на выпуске | % | X27 | стойкость футеровки СК | ед. |
| X9 | содержание фосфора в металле на выпуске | % | X28 | температура футеровки СК перед выпуском | °С |
| X10 | содержание марганца в металле на выпуске | % | Z1 | температура на выпуске, обусловленная плавкой | °С |
| X11 | содержание СаО в шлаке на выпуске | % | Z2 | длительность выпуска | мин |
| X12 | содержание SiO ₂ в шлаке на выпуске | % | Z3 | температура ликвидус | °С |
| X13 | содержание FeO в шлаке на выпуске | % | Z4 | количество присаживаемых ТШС | кг |
| X14 | содержание MnO в шлаке на выпуске | % | Z Z1 | теплопотери излучением от струи | °С |
| X15 | содержание MgO в шлаке на выпуске | % | Z Z2 | температура металла в СК после выпуска | °С |
| X16 | содержание P ₂ O ₅ в шлаке на выпуске | % | Z Z3 | теплопотери на нагрев ТШС | °С |
| X17 | содержание Al ₂ O ₃ в шлаке на выпуске | % | Z Z4 | теплопотери излучением с поверхности | °С |
| X18 | содержание углерода в металле в СК | % | Z Z5 | теплопотери на нагрев СК | °С |
| X19 | содержание серы в металле в СК | % | Y1 | суммарные теплопотери на этапе “конвертер – УВОС” | °С |

Длительность выдержки (X2) металла в конвертере и транспортировки СК (X25) определяются в большей степени факторами организационного характера, например ожидание СК, неготовность агрегата к приему плавки. Здесь неопределенность связана с многокритериальной зависимостью длительности пребывания плавки на технологических этапах.

Неполнота информации для оценки параметров ZZ1–ZZ5 связана с недостаточной изученностью зависимости теплофизических свойств от температуры и химического состава металла.

Сталевавар оценивает износ сталевыпускного отверстия (X4) по количеству образовавшихся колец на футеровке конвертера и делает приближенную оценку типа “умеренный” – “около 1,5 мм”, “большой” – “около 2–3 мм”. Здесь неопределенность заключается в размытости лингвистических оценок.

Было выявлено, что температура выпуска, которая заносится в паспорт плавки, в некоторых случаях не соответствует реальной. В паспорт заносят температуру последнего замера, а время нахождения плавки в конвертере от последнего замера до выпуска, в течение которого происходят дополнительные тепловые потери, не учитывается. В связи с этим предлагается ввести переменную Z1 – температура на выпуске, обусловленная плавкой, которая отражает влияние X2 – длительность выдержки перед выпуском. Причем это влияние технологи оценили как “приблизительно 0,5–1,5 °C/мин”.

Длительность выпуска (Z2) оценивается сталеваром по состоянию сталевыпускного отверстия, длительности выпуска предыдущей плавки и исходя из собственного опыта.

Расчет температуры ликвидус (Z3) вызывает трудности, так как на ее значение оказывает влияние большое количество факторов, основными из которых являются содержание химических элементов в металле и условия их взаимодействия. В условиях отсутствия универсальной формулы технологами принята следующая методика оценки температуры ликвидус:

$$T_l = T_{\text{плавFe}} - \left(\sum (a_0 + a_i^i [i]) \right), \quad (1)$$

где $T_{\text{плавFe}}$ – температура плавления чистого железа, °C; a_0 – коэффициент приведения температуры плавления чистого железа (вводится, если применяется температура плавления, отличная от приведенной выше); $a_i^i [i]$ – коэффициент значимости для соответствующего i -го элемента, содержащегося в данной марке; $[i]$ – содержание i -го элемента в данной марке стали, %.

Для оценки потерь тепла, в зависимости от расхода ТШС (Z4), использовалась методика, описанная в /5/. Снижение температуры металла после ввода ТШС:

$$\Delta t = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) / (0,836 \cdot m), \quad (2)$$

где Q_1 – затраты тепла на нагрев ТШС до температуры разложения известняка, кДж; Q_2 – затраты тепла на разложение известняка, кДж; Q_3 – затраты тепла на расплавление смеси и нагрев до температуры стали, кДж; Q_4 – затраты тепла на нагрев CO_2 до температуры стали, кДж; 0,836 – теплоемкость стали, кДж/(кг·K); m – масса плавки, кг.

Для оценки Z2, ZZ1, ZZ4 и ZZ5 были разработаны правила условного логического вывода, имитирующие рассуждения технолога.

В разработанной диалоговой системе предусмотрена возможность параметрического задания функции принадлежности и построения функции принадлежности на основе экспертных оценок. При этом параметры функции принадлежности задаются экспертом или находятся в автоматическом режиме.

В качестве принципа обобщения арифметических операций на класс нечетких чисел в разработанной модели применяется α -уровневый принцип обобщения /6/.

3. Лингвистическая модель взаимодействия переменных участка “конвертер – УВОС”

Для введения трудноформализуемых зависимостей в рассматриваемую модель, таких, как теплопотери на нагрев СК, излучение от струи и с поверхности будем использовать суждения технолога. На этапе построения лингвистической модели для полного описания ситуаций были составлены все возможные сочетания термов входных переменных и представлены технологу для оценки соответствующей выходной лингвистической переменной.

Результаты экспертного опроса были формализованы в виде нечеткого отображения R_{ij} , определяющего связь между входными x_i и выходными y_j параметрами. Для практического использования нечеткого отображения нужно построить матрицы нечетких отношений для каждого интервала дискретизации в виде:

$$m_{R_{ij}}^p(x_i, y_j) = \min(m_{A_i}^p, m_{B_j}^p), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где i – индекс входной переменной; j – индекс выходной переменной; p – индекс интервала дискретизации (терма) переменной.

С помощью композиционного правила вывода рассчитываем значения функции принадлежности выходных переменных, используя в качестве операции композиции максиминное произведение:

$$m_{B_j}^p(y_j^*) = \max_{x_i \in X} \min[m_{A_i}(x_i^*), m_{R_{ij}}(x_i, y_j)]. \quad (4)$$

Пусть x_i^* – измеренные значения (оцененные экспертами) входных переменных, тогда искомое множество, к которому принадлежат текущие измеряемые значения входных переменных, определяется как множество, для которого эти значения имеют наивысшую степень принадлежности:

$$m_{A_i}(x_i^*) = \max_i m_{A_i}(x_i). \quad (5)$$

Прогнозируемые значения выходных переменных y_j^* определяются в виде (4). Конкретные числовые значения y_j^{**} из нечеткого множества находим из соотношения:

$$y_j^{**} = \arg \max m_{B_j}(y_j^*), \quad j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Если максимальное значение функции принадлежности достигается на отрезке, то за числовые значения y_j^{**} выбирается их среднее.

В качестве примера приведем фрагмент нечеткого отображения $R(X_4, X_5, X_6, Z_2)$, отражающего зависимость между планируемой длительностью выпуска (Z_2) от износа сталевыпускного отверстия (X_4), его диаметра (X_5) и длительности выпуска предыдущей плавки (X_6). Результаты экспертного опроса приведены в таблице 2.

Таблица 2. Нечеткое отображение $R(X_4, X_5, X_6, Z_2)$

| A_4^p | A_5^p | A_6^p | B_2^p |
|--------------|------------|------------|------------|
| около 1,5 мм | изношенный | ниже нормы | норма |
| около 1,5 мм | изношенный | норма | норма |
| около 1,5 мм | изношенный | выше нормы | норма |
| около 1,5 мм | начальный | ниже нормы | ниже нормы |
| около 1,5 мм | начальный | норма | норма |
| около 1,5 мм | начальный | выше нормы | норма |
| | | | |
| около 2,5 мм | начальный | ниже нормы | норма |
| около 2,5 мм | начальный | норма | норма |
| около 2,5 мм | начальный | выше нормы | норма |

На основе обобщения описанных этапов построения нечеткой модели предложен алгоритм оценки неопределенных параметров.

Алгоритм

1. Задать значения входных переменных $x_i^{6x} \in X_i, i = \overline{1, n}$.

2. Если x_i^{6x} - число, вычислить принадлежность значения как: $m_{A_i}(x_i^{6x}) = \max_i m_{A_i}(x_i)$ и перейти к п. 5

3. Если x_i^{6x} - лингвистическая оценка, проверить её принадлежность к исходному терм-множеству $T(X_i)$. Если $T(x_i^{6x}) \in T(X_i)$, то $m_{A_i}(x_i^{6x}) = m_{A_i}(x_i)$ и перейти к п. 5

4. Если $T(x_i^{6x}) \notin T(X_i)$, то выполнить синтез новых термов и вычислить функцию принадлежности лингвистической оценки как $m_{A_i}(x_i^{6x}) = m_{A_i}(x_i) = m_{A_i}^2(x_i)$ или $m_{A_i}(x_i^{6x}) = m_{A_i}(x_i) = m_{A_i}^{0,5}(x_i)$.

5. Рассчитать нечёткие значения выходных параметров $y_j^{6bx}, j = \overline{1, m}$.

5.1 Если отображение $R_{ij}(x_i, y_j)$ задано в виде правил условного логического вывода, расчёт выходного параметра осуществить на основе композиционного правила:

$$m_{B_j}(y_j^{6bx}) = \max_{x_i \in X} \min[m_{A_i}(x_i^{6x}), m_{R_{ij}}(x_i, y_j)]$$

Перейти к п. 6.

5.2 Если отображение $R_{ij}(x_i, y_j)$ задано в виде аналитической зависимости $\tilde{y} = f(\tilde{x})$, перейти к a -уровневому описанию, нечётких параметров $\tilde{x} = \bigcup_{a \in [0,1]} (x_a, \bar{x}_a)$ и $\tilde{y} = \bigcup_{a \in [0,1]} (y_a, \bar{y}_a)$.

Выполнить арифметические операции над нечёткими числами.

6. В случае необходимости рассчитать чёткое значение выходного параметра:

$$6.1 \ y_j^{6bx} = \operatorname{argmax}_{y_j} m_{B_j}(y_j^{6bx})$$

$$6.2 \ y_j^{6bx} = \min_{x_{i,a} \in [x_{i,a}, \bar{x}_{i,a}]} f(\tilde{x}).$$

7. $j = j + 1$, перейти к п.5.

4. Тестирование модели

Предложенная нечеткая модель используется в рамках разрабатываемой нами диалоговой системы прогнозирования температуры металла в СК на всех участках технологического маршрута “конвертер – МНЛЗ”. К настоящему времени разработан программный модуль расчета тепловых потерь и температуры металла в СК на участке “конвертер – УВОС”.

В качестве примера приведем расчет температуры выпуска для стали марки Зсп при следующих входных данных (таблица 3).

Таблица 3 - Значения входных переменных

| Обозначение | Наименование | Значение |
|-------------|--|------------------|
| X1 | температура последнего замера в конвертере | 1700 °C |
| X2 | выдержка перед выпуском | норма |
| X3 | скорость охлаждения | около 0,6 °C/мин |
| X4 | износ сталевыпускного отверстия | 2 мм |
| X5 | диаметр сталевыпускного отверстия | изношенный |
| X6 | длительность выпуска предыдущей плавки | 6 мин |
| X7 | [C]ме на выпуске | 0,05 % |
| X8 | [S]ме на выпуске | 0,022 % |
| X9 | [P]ме на выпуске | 0,02 % |
| X10 | [Mn]ме на выпуске | 0,15 % |
| X11 | (CaO)шл на выпуске | 45 % |

Окончание таблицы 3

| | | |
|-----|--|------------|
| X12 | (SiO ₂)шл на выпуске | 15 % |
| X13 | (FeO)шл на выпуске | 18 % |
| X14 | (MnO)шл на выпуске | 10 % |
| X15 | (MgO)шл на выпуске | 5 % |
| X16 | (P ₂ O ₅)шл на выпуске | 2 % |
| X17 | (Al ₂ O ₃)шл на выпуске | 5 % |
| X18 | [C]ме в СК | 0,15 % |
| X19 | [Mn]ме в СК | 1,5 % |
| X21 | [Si]ме в СК | 0,55 % |
| X22 | [Al]ме в СК | 0,01 % |
| X24 | вес плавки после раскисления | 335 т |
| X25 | длительность транспортировки СК к УВОС | 19 мин |
| X26 | оборот СК | 180 мин |
| X27 | стойкость футеровки СК | 40 плавков |
| X28 | температура футеровки СК перед выпуском | низкая |

С помощью разработанной нечеткой модели получены следующие оценки ожидаемых тепловых потерь (таблица 4).

Таблица 4 – Ожидаемые теплопотери и предварительная температура выпуска

| α | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
|------------------|--------------------|-----------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ZZ1 | 4; 7 | 4,1; 6,8 | 4,2; 6,6 | 4,3; 6,4 | 4,4; 6,2 | 4,5; 6 | 4,6; 5,8 | 4,8; 5,4 | 4,8;5, 4 | 4,9;5, 2 | 5;5 |
| ZZ3 | 27; 43 | 27,8; 42,2 | 28,6;4 1,4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 35;35 |
| ZZ4 | 5; 11 | 5,2; 10,6 | 5,4; 10,2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 7;7 |
| ZZ5 | 30; 50 | 31; 49 | 32; 48 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 40; 40 |
| $\sum \Delta T$ | 67,23; 103 | 69,46; 107,2 | 71,71; 105 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 69; 92 |
| $T_{\text{вып}}$ | 1667,23; 1720,4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 1709,92 1709,92 |

Итак, предварительно рассчитанная температура составляет $T_{\text{вып}} = 1709,92$ °С. Технологические указания предписывают температуру выпуска для стали марки Зсп равную 1695–1710 °С. В случае если технолога не устраивает рассчитанная температура, он может исследовать пути ее снижения.

В качестве развития диалоговой системы планируется ввести не только модели прогнозирования температуры металла на последующих участках маршрута “конвертер – УВОС”, но и диалоговые алгоритмы оценки качества технологических режимов обработки металла и выбора наилучших параметров технологии, позволяющих достичь требуемой температуры металла в начале разливки.

Заключение

Предложен подход к проблеме прогнозирования температуры металла в СК на участке “конвертер – УВОС” на основе методов теории нечетких множеств и экспертных оценок, построены диалоговые алгоритмы расчета параметров модели, что в конечном итоге позволило технологу корректировать модели под текущую производственную ситуацию, передавать системе свои знания и опыт. Технолог получил возможность анализировать различные ситуации и выявлять потенциальные проблемы.

Литература

1. Рыков А.С., Протопопова М.Е. Выбор математических моделей для технологического маршрута “конвертер – УВОС – МНЛЗ”. Труды V Всероссийской конференции “Системы автоматизации”. Новокузнецк: СибГИУ, 2005.

2. Хоппман В., Фетт Ф., Фиге Л. Модель процесса для расчёта температуры выпуска стали из конвертера // Чёрные металлы. – 1988. - № 2.
3. Хоппман В., Фетт Ф., Фиге Л. Концепция модели для контроля в режиме он-лайн температуры металла для внепечной обработки // Чёрные металлы. – 1989. - № 23.
4. Гулыга Д.В., Сущенко А.В. Моделирование динамики температуры металла в сталеразливочном ковше на участке конвертер – МНЛЗ // Сталь. – 2004. - №9.
5. Бородин Д.И., Григорьев В.П., Чурсин Г.М. Металлургия стали. Новые технологии. М.: МИСиС.
6. Рыков А.С., Протопопова М.Е. Моделирование сложных производственных объектов при неопределенности. Труды VI Всероссийской конференции “Системы автоматизации”. Новокузнецк: СибГИУ, 2007.

ДИАЛОГОВЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ВЫБОРА ЛУЧШИХ ВАРИАНТОВ СИСТЕМ¹

А.С. Рыков, В.Г. Куликчан, А.А. Титаренко
МИСиС, г. Москва

Создание современных систем управления в производственных, финансовых, военных и других областях невозможно без использования информационных технологий для обеспечения сбора, обработки, хранения и представления требуемой информации. Внедрение этих технологий порождает проблемы, разрешение которых требует специальных практических расчетов. Сегодня на рынке информационных технологий предлагается богатый выбор технических средств и решений, способных удовлетворить функциональным требованиям заказчиков. Из них можно выбрать приемлемый вариант, руководствуясь логическими рассуждениями.

Данный выбор будет не всегда рациональным с точки зрения достижения всех целей функционирования проектируемой системы. Рациональное обеспечение качества современных систем немислимо без применения моделей и методов многокритериальной оценки. Проблема многокритериальности преодолеваются с помощью использования предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР), обладающего соответствующими знаниями и полномочиями в процессе оценки и выбора варианта системы [1 - 4].

В докладе описана многокритериальная модель принятия решений, в которой качество альтернатив (вариантов систем) описывается иерархическим множеством детерминированных критериев. Предложен специальный диалоговый алгоритм решения задачи многокритериальной оценки качества вариантов систем и выбора лучшего варианта системы.

Модель задачи многокритериального принятия решений

Выделим особенности задачи оценки качества и выбора лучших вариантов систем как задачи принятия решений:

- малое число n альтернатив (проектов ИС) x_j , $j = 1, \dots, n$ (5 – 10 проектов);
- большое число m критериев y_i ($i = 1, \dots, m$), описывающих качество проектов (от 30 до 200 критериев), критерии структурируются в виде дерева критериев;
- шкалы z_i ($i = 1, \dots, m$), по которым оцениваются значения критериев, в основном дискретные с малым числом градаций (до 5-7);
- для непрерывных шкал легко перейти к дискретным с малым числом градаций, отражающим желательные и нежелательные значения критериев;
- субъект выбора - лицо, принимающее решения (ЛПР), может быть как индивидуальным, так и коллективным. Например, ЛПР - руководитель комиссии по приемке проектов систем;

¹ Работа поддержана РФФИ, грант 07-07-00151.

- задача принятия решений может состоять в выборе одного или нескольких лучших проектов (альтернатив), окончательный выбор лучшего - за ЛПР.

Качество систем опишем четырехуровневым иерархическим множеством критериев. Общая оценка качества вариантов ИС, которую можно называть критерием нулевого уровня, описывается множеством критериев 1^{го} уровня - *обобщенными критериями* $y_i, i=1, \dots, m$, $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$. Обобщенные критерии y_i в свою очередь могут описываться критерии 2^{го} уровня - *локальными критериями* $y_{i,r}, r=1, \dots, m_i, Y_i = \{y_{i,1}, \dots, y_{i,m_i}\}$. Далее часть из этих локальных критериев $y_{i,r}$ может описываться критериями 3^{го} уровня - *частными критериями* $y_{i,r,l}, l=1, \dots, m_{i,r}, Y_{i,r} = \{y_{i,r,1}, \dots, y_{i,r,m_{i,r}}\}$. Завершает это описание критерии 4^{го} уровня - *показатели* $y_{i,r,l,d}, d=1, \dots, m_{i,r,l}, Y_{i,r,l} = \{y_{i,r,l,1}, \dots, y_{i,r,l,m_{i,r,l}}\}$, представляющие качество критериев 3^{го} уровня $y_{i,r,l}$.

Предлагаемый алгоритм многокритериальной оценки качества вариантов имеет следующий вид.

Диалоговый алгоритм оценки качества и выбора лучшего варианта системы

1. Сформировать множество решений (вариантов системы) $x_k \in X, k=1, \dots, n$.

2. Разработка многокритериального описания свойств вариантов системы.

Сформировать иерархическое множество критериев $Y = \{y_1, \dots, y_m\}, Y_i = \{y_{i,1}, \dots, y_{i,m_i}\}, Y_{i,r} = \{y_{i,r,1}, \dots, y_{i,r,m_{i,r}}\}, Y_{i,r,l} = \{y_{i,r,l,1}, \dots, y_{i,r,l,m_{i,r,l}}\}$, состоящего из детерминированных критериев. Построение

- критериев 1^{го} уровня - обобщенных критериев $y_i, i=1, \dots, m$;

- критериев 2^{го} уровня - локальных критериев $y_{i,r}, r=1, \dots, m_i$;

- критериев 3^{го} уровня - частных критериев $y_{i,r,l}, l=1, \dots, m_{i,r}$;

- критериев 4^{го} уровня - показателей $y_{i,r,l,d}, d=1, \dots, m_{i,r,l}$;

- построение (выбор) шкал для критериев;

- построение шкал индексов важности для критериев.

3. ЛПР оценить (при необходимости привлечь экспертов):

- значения критериев нижнего уровня $Y = \{y_1, \dots, y_m\}, Y_i = \{y_{i,1}, \dots, y_{i,m_i}\}, Y_{i,r} = \{y_{i,r,1}, \dots, y_{i,r,m_{i,r}}\}, Y_{i,r,l} = \{y_{i,r,l,1}, \dots, y_{i,r,l,m_{i,r,l}}\}$ для $x_k \in X$ в исходных содержательных шкалах;

- индексы важности критериев.

4. Построение агрегированных обобщенных критериальных оценок $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$ вариантов ИС $x_k \in X$:

- на основе оценок критериев 4^{го} уровня - показателей $y_{i,r,l,d}, d=1, \dots, m_{i,r,l}$ ЛПР построить оценки критериев 3^{го} уровня - частных критериев $y_{i,r,l}, l=1, \dots, m_{i,r}$ в шкале достаточности и привести дескриптивное описание альтернатив по критерию $y_{i,r,l}$;

- на основе оценок критериев 3^{го} уровня - частных критериев $y_{i,r,l}, l=1, \dots, m_{i,r}$ ЛПР построить оценки критериев 2^{го} уровня - локальных критериев $y_{i,r}, r=1, \dots, m_i$ в шкале достаточности и привести дескриптивное описание альтернатив по критерию $y_{i,r}$;

- на основе оценок критериев $2^{\text{го}}$ уровня - локальных критериев $y_{i,r}$, $r=1,\dots,m_i$ ЛПР построить оценки критериев $1^{\text{го}}$ уровня - обобщенных критериев y_i , $i=1,\dots,m$ в шкале достаточности и привести дескриптивное описание альтернатив по критерию y_i , $i=1,\dots,m$.

5. Анализ, сравнение альтернатив и выбор лучших по значениям обобщенных критериев $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$:

5.1. Проверка альтернатив на доминируемость по Парето и исключение худших.

5.2. Сравнение оставшихся альтернатив:

- сведение оценок альтернатив в единую таблицу для удобства сравнения;
- попарное по каждому обобщенному критерию сравнение альтернатив;
- группировка оценок альтернатив по недостаткам и достоинствам;
- оценка взаимной компенсации достоинств и недостатков альтернатив и выделение лучших альтернатив;
- выбор ЛПР лучшей альтернативы.

Возможно использование дополнительных решающих правил сравнения и выбора лучшей альтернативы. Ниже приведены примеры возможных дополнительных правил.

1. Выделяются подгруппы критериев, по которым оценки альтернатив совпадают.
2. Полученные подгруппы исключаются из рассмотрения.
3. Сравнение проводится по оставшимся критериям.
4. Критерии группируются и ранжируются по важности.
5. Группировка оценок альтернатив по недостаткам и достоинствам.
6. Обобщенное описание недостатков и достоинств альтернатив.
7. Построение обобщенного описания лучших альтернатив, обобщенное описание свойств, по которым лучшая альтернатива превосходит другие, обобщенное описание свойств, по которым лучшая альтернатива уступает другим.
8. Передача материалов в комиссию и окончательный выбор лучшей альтернативы комиссией.

Отметим, что для выбора лучших альтернатив, вообще говоря, достаточно использования одного из приведенных методов. За ЛПР остается решение о том, какие методы использовать при выборе лучших альтернатив. Заметим, что если все три метода приводят к выбору одной и той же альтернативы, то этот факт повышает надежность выбора и можно более уверенно говорить о превосходстве выбранной альтернативы над остальными.

Блочная структура алгоритма позволяет его легко модифицировать. Дальнейшее усовершенствование алгоритма может быть достигнуто за счет введения более сложных решающих правил (пункт 5 алгоритма).

Рассмотренный алгоритм успешно применен при решении многокритериальной задачи выбора лучшего варианта корпоративной системы управления предприятием из множества альтернатив.

Литература

7. Рыков А.С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация. М.:МИСИС, Издательский дом «Руда и металлы», 2005. – 352 с.
8. Рыков А.А., Рыков А.С. Многокритериальная оценка качества информационных систем при неопределенности. Проблемы управления, № 2, 2004, с. 31-39.
9. Рыков А.С., Пилипенко В.А. Задача многокритериального принятия решений в условиях неопределенности. Системы управления и информационные технологии, № 2.1, 2006, с. 188-192.
10. Будзко В.И., Ильясов Д.Ф., Сеницын И.Н., Рыков А.С. Многокритериальная оценка качества информационных систем в условиях неопределенности. "Безопасность информационных технологий", № 1, 2004, с. 44-54.

О КОМПЬЮТЕРНОМ МЕТОДЕ ПОИСКА ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ РЕШЕНИЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ДВОРНИКОВА

А.В. Степанов

СибГИУ, г. Новокузнецк

Создание механизма, работающего в соответствии с заданными входными и выходными условиями, начинается с синтеза его структуры. Исходными данными, чаще всего, являются: подвижность, число наложенных на систему связей, количество звеньев, допустимые классы применяемых кинематических пар, а также ограничение на максимальную сложность звена. Выполнение выходных условий обуславливается правильным выбором числа и сложности используемых звеньев, а также способа и порядка соединения их между собой.

Для определения числа звеньев той или иной сложности, не превышающей заданной, и числа кинематических пар, разрешенных к применению видов, используют различные зависимости. Профессор Дворников Л.Т. разработал стройную теорию формирования структурных схем кинематических цепей. На основе анализа структурных схем он объединил зависимости, связывающие числа звеньев различной сложности с числом кинематических пар того или иного вида при заданных условиях, и получил систему уравнений, названную им универсальной структурной системой [1].

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^5 p_k * h(k - m) = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + i n_i + \dots + 2n_2 + n_1 \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 \\ W = (6 - m)n - \sum_{k=1}^5 (k - m) * h(k - m) \end{array} \right. \quad (1)$$

где n – общее число звеньев; W – подвижность системы; m – число наложенных на систему связей; k – ограничение на классы применяемых кинематических пар; τ – количество вершин наиболее сложного звена; n_1, n_2, \dots, n_i – числа звеньев различной сложности; h – единичная функция вида:

$$h(k - m) = \begin{cases} 1, & m < k, \\ 0, & m \geq k. \end{cases} \quad (2)$$

Беглый взгляд на систему убеждает нас в том, что это необычная система, не приводимая к “классическому” виду. Количество одночленов, входящих в левые и правые части уравнений может меняться от расчета к расчету. Число неизвестных превышает число уравнений системы. Значения искомым неизвестных могут быть только целыми числами. Произвести оценивание – имеет ли система единственное решение или существует несколько наборов чисел, являющихся ее решениями – практически невозможно.

В отсутствии аналитических методов решения задачи применяют поисковые методы, в частности, методы поисковой оптимизации. Наиболее разработанными методами поисковой оптимизации являются методы деформируемых конфигураций, развивающие идеи симплексной оптимизации [2]. Однако, методы поисковой оптимизации предполагают, что качество очередного варианта решения оценивается некоторым числовым показателем – целевой функцией, являющейся аналоговой величиной. Однако в данной системе нет ни одной непрерывной переменной. Все параметры, входящие в систему, дискретного типа. В данной ситуации не представляется возможным разработать критерий оценивания решений, представляющий собой непрерывную в диапазоне изменения настраиваемых параметров функцию. Направленный поиск с использованием целевой функции не может быть организован.

Необходимо принимать во внимание и тот факт, что пространства настраиваемых параметров являются дискретными пространствами. Причем таких пространств – два: пространство числа звеньев, привносящих в систему заданное количество кинематических пар и пространство числа кинематических пар допустимых классов. Размерность этих дискретных пространств различна. Размерность первого из пространств определяется диапазоном сложности используемых звеньев, а размерность второго – количеством видов кинематических пар, разрешенных к применению.

Альтернативой направленному перебору может послужить полный перебор различных вариантов наборов звеньев и кинематических пар с процедурой последующего отсеивания неприемлемых наборов, реализующей принцип решета.

Как обеспечить гарантированно полный перебор вариантов?

Для определения стратегии этого процесса рассмотрим первое уравнение системы. Правая часть этого уравнения представляет собой целое число. Количество слагаемых в ней всегда равно значению τ . Значение любого из сомножителей n_i находится в диапазоне от нуля до n .

Известно, что любое число в конкретной системе счисления может быть записано в виде суммы его разрядов:

$$N = \sum_{i=1}^k c_i * b_i, \quad (3)$$

где N – рассматриваемое число; k – количество разрядов числа; c_i – цифра i -го разряда; b_i – вес i -го разряда; $*$ – знак умножения.

Таким образом, правая часть первого уравнения системы (1) может быть представлена в виде виртуального счетчика, содержащего τ разрядов и работающего по основанию $n + 1$. В такой интерпретации каждый одночлен правой части уравнения соответствует одному разряду счетчика, а содержимое каждого из его разрядов есть число, значение которого лежит в диапазоне от нуля до n – то есть n_i .

Для исключения проблем, связанных с переводом чисел из одной системы счисления в другую, представляется полезным отказаться от применения “чистой” системы счисления и принять к использованию смешанную систему счисления. Поскольку значение n в данной задаче меняется от решения к решению логично использовать десятично- n -ичную систему счисления.

Добавляя единицу в младший разряд счетчика можно обеспечить гарантированно полный перебор всех возможных вариантов. В связи с тем, что в каждом из разрядов счетчика может быть записано целое число в диапазоне от нуля до общего числа звеньев, общее количество его состояний значительно превышает количество возможных “реальных” наборов звеньев.

Для организации “решета” может быть использовано второе уравнение системы. Варианты наборов, для которых сумма числа звеньев, зафиксированных в счетчике, не равна их общему числу, должны быть отброшены. К дальнейшему анализу принимаются те наборы звеньев различной сложности, для которых сумма числа звеньев n_i равна их общему числу – n .

Если на множество состояний счетчика наложить такое ограничение, что сумма цифр (чисел) его разрядов согласно второму уравнению системы должна быть равна n , то такое виртуальное решето отсеет все неприемлемые варианты наборов звеньев.

Если сумму значений разрядов счетчика обозначить как $sum1$, то должно выполняться равенство:

$$sum1 = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 = n \quad (4)$$

Однако не все отобранные варианты наборов звеньев могут являться решениями системы. Из этого многообразия вариантов должны быть отобраны только те, которые обеспечивают требуемую подвижность кинематической цепи, которая, в свою очередь зависит от состава применяемых кинематических пар. Нужны дополнительные условия, выполняя которые мы получим варианты кинематических цепей, отвечающих заданным

требованиям. Наложим ограничения на генерируемые варианты звеньев различной сложности, приняв во внимание соотношения, записанные в форме третьего уравнения системы.

Умножив значение соответствующего разряда счетчика на его вес, и просуммировав произведения, получим число, значение которого представляет собой общее число кинематических пар цепи без учета того, сколько пар будет того класса или другого. Обозначим это число через $sum2$.

$$sum2 = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1 \quad (5)$$

Существует множество различных сочетаний кинематических пар с общим количеством $sum2$. Для перебора всех возможных сочетаний организуем еще один счетчик (второй). Каждый из разрядов этого счетчика может принимать значения от 0 до $sum2$. Количество разрядов в счетчике должно быть 6. Пять разрядов необходимы для хранения количеств пар первого, второго, третьего, четвертого и пятого классов. Шестой разряд нужен для регистрации переполнения, которое будет свидетельствовать о том, что перебор всех возможных сочетаний закончен. При заданном m в каждом конкретном расчете будет использоваться $6 - m$ разрядов этого счетчика.

При каждом изменении состояния счетчика необходимо получать сумму его разрядов, равную общему числу кинематических пар. Обозначим эту сумму через $sum3$.

$$sum3 = \sum_{k=m+1}^5 p_k \quad (6)$$

Полученное значение суммы необходимо проверять на допустимость путем дополнительной проверки на равенство:

$$sum3 = sum2 \quad (7)$$

Как только будет найдено сочетание кинематических пар, удовлетворяющее условию (7), организуем накопление еще одной суммы – $sum4$. В этот момент содержимое каждого разряда счетчика равно числу пар соответствующего класса.

$$sum4 = \sum_{k=m+1}^5 (k - m) p_k \quad (8)$$

Если значение полученной суммы $sum4$ равно значению выражения $6 - m - W$, то это сочетание кинематических пар разрешенных классов вместе с комбинацией звеньев – есть решение системы.

Полученная комбинация звеньев и кинематических пар регистрируется и осуществляется поиск следующего возможного решения. Изменяется состояние первого счетчика до тех пор, пока сумма его разрядов не будет равна числу звеньев цепи. Затем осуществляются заново шаги, описанные выше. Это продолжается до тех пор, пока не произойдет переполнение первого счетчика. В этом случае зарегистрированы все варианты возможных целочисленных решений системы.

Таким образом, описанный выше метод поиска возможных целочисленных решений универсальной структурной системы предполагает использование следующих технических устройств или программных модулей: генератора множества вариантов комбинаций звеньев, на основе счетчика, работающего по основанию $n + 1$; генератора сочетаний кинематических пар разрешенных классов (тоже счетчик, но с другим основанием), четырех сумматоров и нескольких блоков проверки условий.

На основе приведенного выше описания, был разработан компьютерный алгоритм и программа, позволяющая производить расчет параметров структурных схем механизмов для заданных условий.

Блок-схема программы была опубликована в статье [3]. Тестирование программы показала правильность положений, положенных в основу компьютерного алгоритма.

На разработанную программу получено свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ за № 2006611506

Литература

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. СибГГМА, Новокузнецк, 1994, -102 с., ил.
2. Рыков А.С. Поисковая оптимизация. Методы деформируемых конфигураций. – М.: Физматлит., 1993. – 216 с.
3. Дворников Л.Т., Степанов А.В. О компьютерном алгоритме решения задачи синтеза структур кинематических цепей // Материалы тринадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения. Новокузнецк, 2003, с.58-64

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКИ

М.В. Филиппова, В.Н. Перетяцько

СибГИУ, г. Новокузнецк

Обобщенная функция желательности D была использована для моделирования оптимальной температуры нагрева заготовки для точной объемной штамповки выдавливанием корпуса распылителя дизельной форсунки из стали 18Х2Н4МА.

В качестве откликов были использованы: Y_1 – сопротивление металла деформации, МПа; Y_2 – пластические свойства металла, степень деформации сдвига до разрушения Δ ; Y_3 – поверхностный угар при нагреве, кг/м².

Экспериментальные данные по исследованию сопротивления деформации, пластичности и поверхностному угару стали 18Н2Н4МА в зависимости от температуры испытания, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты опытных исследований

| | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
|---|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Сопротивление металла деформации, МПа | 450 | 355 | 290 | 245 | 200 | 165 | 136 | 102 |
| Пластические свойства металла, Δ | 1,88 | 4,40 | 7,85 | 11,30 | 15,7 | 19,6 | 25,2 | 30,6 |
| Поверхностный угар, кг/м ² | 0,05 | 0,06 | 0,12 | 0,20 | 0,40 | 0,53 | 1,18 | 1,92 |

Анализ экспериментальных данных показал, что для достижения наилучших значений тех или иных свойств приходится изменять факторы в разных направлениях. Поэтому возникла необходимость решения компромиссной задачи. С этой целью в качестве параметра оптимизации была использована «обобщенная функция желательности», представляющая собой среднее геометрическое из желательностей отдельных свойств [1]

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \dots d_n} \quad (1)$$

В общем случае D меняется от 0 до 1. Допустимым уровнем качества считается желательность $D \geq 0,40$.

Для нахождения частных функций желательности d_i используются зависимостью

$$d_i = \exp(-\exp(-z_i)), \quad (2)$$

где z_i – некоторая безразмерная величина, линейно связанная с соответствующим свойством Y_i .

Линейная связь имеет вид

$$z_i = b_{oi} + b_{li} \cdot Y_i \quad (3)$$

Коэффициенты b_{oi} и b_{li} определяют с использованием базовых отметок, значение которых выбирает экспериментатор, исходя из технологических условий получения хорошего изделия.

Полугорячую штамповку выдавливанием осуществляют в интервале температур 600-850°C. Выбираем базовые значения свойств и соответствующие частные функции желательности.

При высоком сопротивлении металла деформации возможно смятие инструмента и получение поволоков плохого качества. Поэтому из технологических соображений принимаем предельно допустимый базовый уровень сопротивления металла деформации $Y_{12} = 450$ МПа; будем считать эту частную величину желательности $d_{12} = 0,20$, т.е. получаем поковку плохого качества. При снижении сопротивления металла деформации до 300 МПа, можно существенно уменьшить износ инструмента и получать поковку хорошего качества. Будем считать, что величина частной функции желательности в этом случае равна $d_{11} = 0,70$.

Аналогично из технологических соображений назначаем базовые значения для пластических свойств металла и величины поверхностного угара [2]. В таблице 2 приведены базовые значения свойств для моделирования полугорячей штамповки выдавливанием из стали 18Х2Н4МА.

Таблица 2 - Базовые значения свойств и соответствующие частные функции желательности для полугорячей штамповки выдавливанием

| Свойства | Y_1 , МПа | | Y_2 , Λ | | Y_3 , кг/м ² | |
|----------------------------|-------------|----------|-------------------|----------|---------------------------|----------|
| | Y_{11} | Y_{12} | Y_{21} | Y_{22} | Y_{31} | Y_{32} |
| Значение свойств, Y_{ij} | 300 | 450 | 6,0 | 1,5 | 0,10 | 0,30 |
| Желательность, d_{ij} | 0,70 | 0,20 | 0,70 | 0,20 | 0,70 | 0,20 |

Подставив базовые значения сопротивления металла деформации Y_{11} и Y_{12} в уравнение (3) и, решая систему уравнений, получим значения коэффициентов b_{01} и b_{11} . Подставляя коэффициенты в уравнение (3) с учетом (2), получим значение частной функции желательности для сопротивления металла деформации

$$d_1 = \exp(-\exp(-(4,0441 - 0,01 \cdot Y_1))) \quad (4)$$

где Y_1 - сопротивление металла деформации при температурах испытания, МПа.

Для пластических свойств металла аналогично получим

$$d_2 = \exp(-\exp(-(0,978 + 0,3348 \cdot Y_2))) \quad (5)$$

и поверхностного угара при нагреве

$$d_3 = \exp(-\exp(-(1,7843 - 7,534 \cdot Y_3))) \quad (6)$$

Подставив значения частных функций желания в уравнение (1) получим значения обобщенной функции желательности в зависимости от температуры.

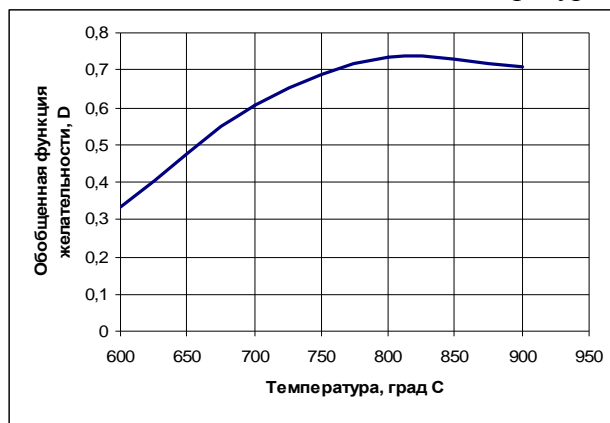


Рисунок 1 – Обобщенная функция желательности для полугорячей штамповки

Можно отметить, что обобщенная функция желательности имеет максимум при температуре 830°C. Таким образом, интервал температур 820-840°C следует рекомендовать

для нагрева заготовок при точной полугорячей штамповке выдавливанием корпуса распылителя дизельной форсунки из стали 18X2H4MA.

Горячая штамповка производится в интервале температур 950-1250°С. Отличительной особенностью горячей штамповки является повышенный угар металла при нагреве. Окалина на поверхности заготовки при ее нагреве ухудшает качество поверхности поковки. Поэтому базовые значения свойств будут иметь другие значения.

Из технологических соображений назначаем базовые значения для сопротивления металла деформации, пластическим свойствам и величине поверхностного угара при горячей штамповке выдавливанием. Результаты даны в таблице 3.

Таблица 3 – Базовые значения и соответствующие частные функции желательности для горячей штамповки выдавливанием

| Свойства | Y ₂ , МПа | | Y ₂ , Λ | | Y ₃ , кг/м ² | |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| | Y ₁₁ | Y ₁₂ | Y ₂₁ | Y ₂₂ | Y ₃₁ | Y ₃₂ |
| Значение свойств, Y _i | 150 | 300 | 18 | 8 | 0,15 | 2,00 |
| Желательность, d _i | 0,70 | 0,20 | 0,70 | 0,20 | 0,70 | 0,2 |

Аналогично решению для полугорячей штамповки подставим базовые значения Y₁₁ и Y₁₂ в уравнение (2). Решая систему и подставив значения коэффициентов в уравнение (3), а затем в (2), получим значение частной функции желательности для сопротивления металла деформации в виде

$$d_1 = \exp(-\exp(-(2,538 - 0,01 \cdot Y_1))) \quad (7)$$

Аналогично для пластических свойств

$$d_2 = \exp(-\exp(-(-1,681 + 0,151 \cdot Y_2))) \quad (8)$$

и поверхностного нагрева

$$d_3 = \exp(-\exp(-(1,147 - 0,773 \cdot Y_3))) \quad (9)$$

Подставив значения частных функций желательности (7,8,9) в уравнение (1), получим значения обобщенной функции желательности в зависимости от температуры для горячей штамповки выдавливанием.

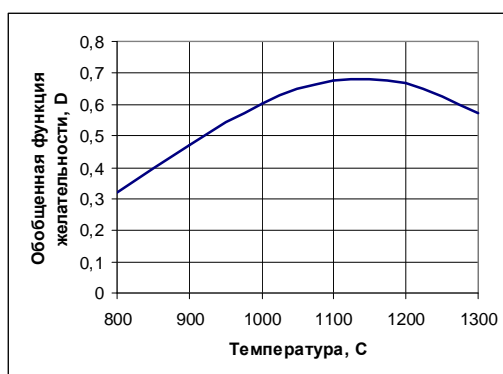


Рисунок 2 – Обобщенная функция желательности для горячей штамповки

Из рисунка 2 видно, что оптимальная температура нагрева для горячей штамповки составляет ~1150°С.

Реализовав штамповку и сравнивая качество поверхности готовой штамповки, можно отметить, что при горячей деформации на поверхности заготовки наблюдается вдавненная окалина; при полугорячей штамповке окалина на поверхности отсутствует.

Таким образом, для точной штамповки выдавливанием корпуса распылителя из стали 18X2H4MA следует рекомендовать температуру нагрева заготовки ~830°С.

Литература

1. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования эксперимента / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. – М.: Машиностроение. 1980 – 304с.
2. Перетяцько В.Н. Выбор оптимальной температуры нагрева заготовки для полугорячей штамповки / В.Н. Перетяцько, М.В. Филиппова // Известия ВУЗов. Черная металлургия. 2006. №6.

О ПОСТРОЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРОКАТА

С.М. Кулаков*, В.Б. Трофимов*, Н.Ф. Бондарь*, С.В. Чабан**

* СибГИУ, ** ОАО «НКМК», г. Новокузнецк

В данной работе рассматривается актуальная прикладная задача распознавания дефектов поверхности рельсов в процессе их производства. Ее решение направлено на снижение брака, увеличение числа рельсов, пригодных для высокоскоростных магистралей, на обучение операторов-контролеров, на рост прибыли за счет более высоких цен на качественные рельсы, снижение вероятности аварий на железнодорожных путях.

Разнообразие трактовки понятия «распознавание». Рассмотрим особенности трактовки понятия «распознавание» по работам [1 ÷ 6]. В книге [1], задача распознавания образов заключается в классификации изображений («... образом является изображение») на основе определенных требований, причем изображения, относящиеся к одному классу образов, обладают относительно высокой степенью близости. Распознавание представляет собой классификацию на множестве признаков, оцениваемых по наблюдаемому изображению. Процесс отбора информативных признаков до сих пор остался процедурой эвристической, зависящей как от предметной области, так и от предпочтений разработчика. Можно также сказать, что классификация образов заключается в отображении пространства признаков в пространства решений. При таком подходе распознавание образов включает две задачи: 1) отбор и упорядочивание информативных признаков (геометрических, топологических, вероятностных, спектральных); 2) собственно классификация (принятие решения о принадлежности изображения к тому или иному классу на основе анализа значений признаков).

Академик Я.З. Цыпкин [2] утверждает, что основная задача опознавания (узнавания, распознавания) состоит в отнесении предъявляемого объекта к одному из классов. Классы характеризуются тем, что принадлежащие им объекты обладают некой общностью, сходством. То общее, что объединяет объекты в класс, и называют образом. Для решения задачи опознавания необходимо первоначально заняться обучением посредством показа образов, принадлежность которых к тому или иному классу известна.

В учебном пособии А.Л. Горелика и В.А. Скрипкина [3] распознавание представляет собой задачу преобразования входной информации, в качестве которой уместно рассматривать некоторые параметры, информативные признаки распознаваемых образов (объектов, сигналов, ситуаций, явлений или процессов), в выходную, представляющую собой заключение о том, к какому классу относится распознаваемый образ.

В работе Дж.Ф. Люгера [4] классификация – это определение категории или группы, к которой принадлежат входные значения, а распознавание образов – идентификация структуры или шаблона данных.

К. Фу в книге [5] утверждает, что для распознавания образов более совершенным подходом (чем подход, основанный на сравнении входного образа с эталонами) является классификация, базирующаяся на некотором множестве «отобранных замеров», производимых на входных образах. Эти «отобранные замеры», называемые признаками, предполагаются инвариантными по отношению к обычно встречающимся искажениям и обладающими малой избыточностью. Классификация при этом рассматривается как принятие решения о принадлежности входного образа тому или иному классу.

Р. Дуда и П. Харт в труде, связанном с исследованиями по искусственному интеллекту, [6] структуру распознавателя образов рассматривают как модель интеллекта, состоящую из трех частей – датчика, выделителя признаков и классификатора. Датчик воспринимает воздействие объекта и преобразует его в сигналы (первичные данные), удобные для машинной обработки. Выделитель признаков (называемый также рецептором, фильтром свойств, детектором признаков или препроцессором), ориентированный на уменьшение объема обрабатываемых данных, выделяет из первичных данных полезные

сведения. Классификатор на основе этих сведений относит объект к одной из нескольких категорий.

Постановка задачи распознавания дефектов рельсов.

Дано: 1) Множество характерных фрагментов оцифрованных изображений поверхности дефектных и бездефектных участков рельсов. 2) Библиотека многовариантно представленных типовых дефектов (волосовина, раскатанный пузырь, раскатанная трещина, плена, рванина, риски). 3) Описание действующей системы визуального контроля качества рельсов в ОАО «НКМК». 4) ГОСТ 21014-88 «Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности», атласы дефектов [7 ÷ 9], технологические инструкции производства рельсов и их приемки. 5) Описание определяющих факторов, обуславливающих возникновение поверхностных дефектов. 6) Методы и алгоритмы выделения информативных признаков и классификации. 7) Аппарат ИНС: многослойный перцептрон, алгоритм обратного распространения ошибки, алгоритм Левенберга-Марквардта, алгоритм сопряженных градиентов, алгоритм быстрого распространения. 8) Группа специалистов-экспертов квалифицированно решающих задачу распознавания дефектов неподвижного рельса. 9) Методика построения продукционной модели представления знаний: IF (условие), THEN (действие) [10]. 10) Программный продукт разработки экспертных систем, поддерживающих работу в сети Internet – Exsys CORVID [11]. 11) Программный продукт Borland Delphi. 12) Типовые факторы, искажающие изображение фрагментов рельса (масляные пятна, сдвиг, поворот, вибрация). 13) Критерий качества распознавания – отношение количества правильно опознанных объектов к общему их числу в партии. 14) Ограничение – диагностические решения должны приниматься с упреждением на время, достаточное для отметки дефектных участков рельса. **Требуется** разработать интеллектуальную систему распознавания дефектов рельсов, движущихся по рольгангу, учитывающую заданные ограничения и обеспечивающую максимум правильно опознанных дефектов.

Методика. Предлагается интеллектуальная система распознавания поверхностных дефектов рельсов, объединяющая две технологии – искусственные нейронные сети (ИНС) и экспертные системы (ЭС).

Процедура распознавания поверхностных дефектов рельсов в потоке производства (рисунок 1) включает следующие основные операции:

1 – Сканирование поверхности рельса с помощью восьми видеокамер и специальной подсветки (рисунок 2).

2 – Разбиение каждого видеосигнала на последовательность непересекающихся видеокладов (цифровых изображений).

3 – Представление i -го цифрового изображения в цветовой модели RGB (то есть получение 24-разрядного рисунка).

4 – Преобразование полученного цветного изображения в изображение с нулевым контрастом (изображение в градации серого) выполняется по формуле, которая отражает цветовое восприятие человека,

$$S_{n,m}(i) = \text{Round}[0,30 R_{n,m}(i) + 0,59 G_{n,m}(i) + 0,11 B_{n,m}(i)], \quad (1)$$

где $R_{n,m}(i)$, $G_{n,m}(i)$, $B_{n,m}(i)$ – красный, зеленый, синий компоненты цветовой модели RGB; n, m – номер строки, столбца изображения; i – номер изображения (наблюдения).

5 – Минимаксное нормирование (индекс Н) изображения осуществляется по формуле

$$S_{n,m}^H(i) = \frac{S_{n,m}(i) - S^{\min}}{S^{\max} - S^{\min}}, \quad (2)$$

где $S^{\max} = 255$, $S^{\min} = 0$ – максимальное и минимальное значения $S_{n,m}(i)$.

6 – Адаптивная бинаризация (индекс Б) изображения («1» – черный цвет пикселя, «0» – белый) осуществляется по следующему правилу:

$$S_{n,m}^B(i) = \begin{cases} 1, & \text{если } S_{n,m}^H(i) \leq \beta(i); \\ 0, & \text{если } S_{n,m}^H(i) > \beta(i), \end{cases} \quad (3)$$

где $\beta(i)$ – пороговый уровень, зависящий от яркости i -го изображения.

7 – Элиминирование факторов, искажающих изображение фрагментов рельса, осуществляется следующим образом: если в заданной окрестности пикселя, у которого $S_{n,m}^B(i) = 1$, все другие пиксели имеют значение равное нулю, то $S_{n,m}^B(i)$ этого пикселя принимается равным нулю. Размер окрестности очистки устанавливает квадрат с центром в пикселе, у которого цвет черный («черный пиксель»). Размер равный единице соответствует квадрату 3×3 пикселей с центром в «черном пикселе», размер равный двум – квадрату 5×5 и т.д. Если «черный пиксель» расположен близко к краю изображения, то часть окрестности не имеющая пикселей отсекается.

8 – Получение признака путем суммирования бинарных кодов цвета пикселей в соответствии с выражениями (рисунок 3)

$$\text{по строкам: } X_1(i) = \sum_{m=1}^{96} S_{1,m}^B(i), \dots, X_{96}(i) = \sum_{m=1}^{96} S_{96,m}^B(i), \quad (4)$$

$$\text{по столбцам: } X_{97}(i) = \sum_{n=1}^{96} S_{n,1}^B(i), \dots, X_{192}(i) = \sum_{n=1}^{96} S_{n,96}^B(i). \quad (5)$$

9 – Сшивка кадров имеющих дефект, расположенный на границе соседних кадров.

10 – Проверка условия присутствия дефекта на поверхности рельса. Если условие выполняется, то делается переход к операции **11**, в противном случае – к условию **19**.

11 – Оценивание вероятности появления дефектов, путем подачи на входы ИНС (многослойного персептрона, в промежуточных и выходном слоях которого использованы нейроны сигмоидального типа с униполярной функцией активации) выделенного признака, осуществляется по следующим формулам:

$$X_j^H(i) = \frac{X_j(i) - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}}; \quad (6)$$

$$Y_p^H(i) = \left[1 + \exp \left(- \sum_{m=0}^{100} w_{pm}^{(3)} \left[1 + \exp \left(- \sum_{k=0}^{100} w_{mk}^{(2)} \left[1 + \exp \left(- \sum_{j=0}^{192} w_{kj}^{(1)} X_j^H(i) \right) \right]^{-1} \right) \right]^{-1} \right) \right]^{-1}; \quad (7)$$

$$Y_p(i) = Y_p^{\min} + [Y_p^{\max} - Y_p^{\min}] Y_p^H(i), \quad (8)$$

где $X_j(i)$ – выделенный признак, $j = 1, \dots, 96, 97, \dots, 192$; $Y_p(i)$ – оценка вероятности возникновения p -го дефекта рельса; $p = 1, \dots, 8$ (выходной нейрон, у которого $p = 1$, отвечает за дефект «Плена № 1», если $p = 2$, то «Плена № 2», если $p = 3$, то «Плена № 3», если $p = 4$, то «Плена № 4», если $p = 5$, то «Плена № 5», если $p = 6$, то «Плена № 6», если $p = 7$, то «Раскатанная трещина», если $p = 8$, то «Раскатанный пузырь»); $X_j^H(i)$ и $Y_p^H(i)$ – нормированные значения $X_j(i)$ и $Y_p(i)$; X_j^{\max} , X_j^{\min} и Y_p^{\max} , Y_p^{\min} – максимальное и минимальное значения $X_j(i)$ и $Y_p(i)$ взятые из обучающей выборки; $w_{kj}^{(1)}$, $w_{mk}^{(2)}$, $w_{pm}^{(3)}$ – весовые коэффициенты, оптимальные значения которых, определяются в процессе обучения сети.

Если сеть не смогла, однозначно установить тип дефекта, то его изображение последовательно поворачивается на разные углы. Для каждого полученного изображения вычисляется информативный признак, после чего он подается на входы сети. Параллельно запускается процедура сравнения информативных признаков этих изображений с информативными признаками эталонов типовых дефектов. Рассчитываются нормализованные коэффициенты корреляции между этими признаками. Наибольшее значение коэффициента корреляции подтверждает принадлежность наблюдения к одному из типов дефекта.

12 – Проверка условия «Все ли варианты кадров рассмотрены?». Если условие выполняется, то переход к операции **13**, в противном случае возврат к операции **3**.

13 – Отнесение отдельного изображения к одному из типов дефекта с учетом дополнительной информации (например, маркировки рельса [12]).

14 – Проверка условия «Тип дефекта установлен с заданной точностью?». Если условие выполняется, то переход к операции **18**, в противном случае переход к операции **15**.

15 – Визуальный осмотр оператором-контролером дефектного участка натурального рельса и его цифрового бинаризованного изображения.

16 – Запуск ЭС распознавания дефектов, использующей продукционную модель представления знаний, как правило, применяемой в нестандартных случаях, например, при идентификации редко встречаемых (например, 1 раз в год), нетиповых дефектов.

17 – Проверка условий «Тип дефекта установлен с заданной точностью?», «Количество повторений больше максимально возможного?». Если хотя бы одно условие выполняется, то переход к операции **18**, в противном случае возврат к операции **15**.


18 – Расчет координат и параметров дефекта.

19 – Проверка условия «Все ли поверхности данного рельса обработаны?». Если условие выполняется, то переход к условию **20**, в противном случае возврат к операции **3**.

20 – Проверка условия «Обработаны все изображения рельса?». Если условие выполняется, то переход к операции **21**, в противном случае возврат к операции **3**.

21 – Регистрация координат и параметров дефектов рельса.

Экспериментальная часть. Для моделирования предлагаемой процедуры, первоначально, авторами, была сформирована обучающая выборка типовых дефектов рельсов (рисунок 4), обучена ИНС, при этом наибольшую эффективность показал алгоритм обратного распространения ошибки, и создана ЭС на основе сочетания продукционного и бального методов.

Создание ЭС включало выполнение следующих этапов: описание проблемной ситуации, извлечение знаний, структурирование и формализация знаний, программная реализация, моделирование и натурные испытания ЭС. В качестве основных методов извлечения знаний были использованы: диалоги, дискуссии, интервью с экспертами (опытными операторами-контролерами), а также анализ текстов (ГОСТов, технологических инструкций, атласов). Эти методы позволяют осуществить перенос компетентности от эксперта к инженеру по знаниям. На основе структурирования знаний получена таблица, увязывающая типы дефектов с их характерным графическим изображением, морфологическими свойствами (цвет, блеск, гладкость, шероховатость поверхности, геометрическая форма), описанием микрошлифа, местом расположения (выкружка пера, перо, шейка, нижняя выкружка головки, боковая поверхность головки, верхняя выкружка головки, середина головки, верхняя выкружка головки, боковая поверхность головки, нижняя выкружка головки, шейка, перо, выкружка пера, подошва) и характером их расположения (единично или группами), протяженностью, глубиной и генетическими признаками (причины возникновения). Для формализации знаний была использована продукционная модель, фрагмент которой имеет следующий вид: IF («характерное графическое изображение» = «»), «цвет» = «темно-серый», «блеск» = «отсутствует», «поверхность дефекта» = «гладкая», «геометрическая форма» = «отслоение металла языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной»,

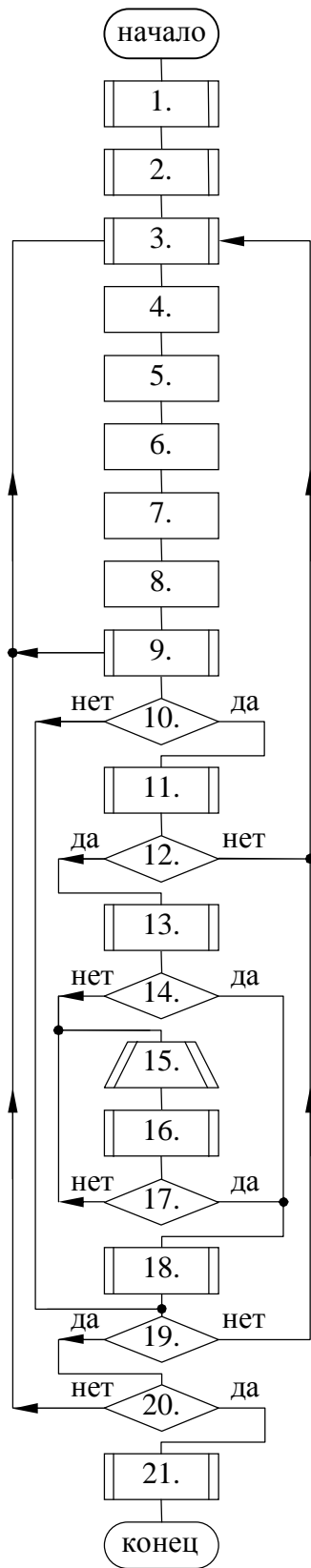


Рисунок 1 – Процедура распознавания поверхностных дефектов рельсов в потоке производства

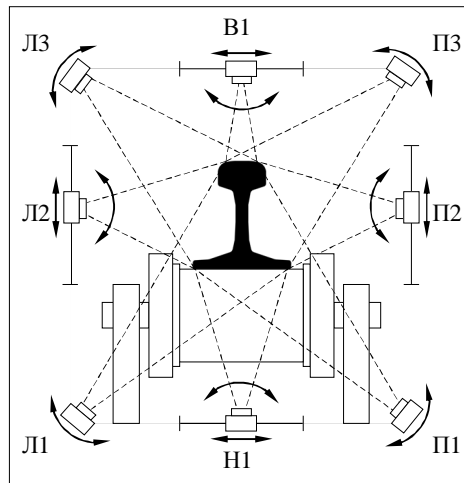
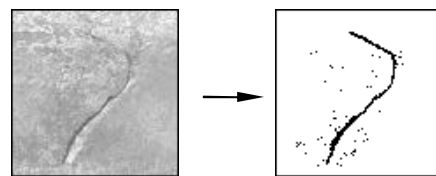


Рисунок 2 – Схема расположения камер, обеспечивающих «двух» и «трехглазие»: V1 и N1, L1 – L3 и P1 – P3 – верхняя и нижняя, левые и правые видеокамеры



Первое наблюдение (i = 1)

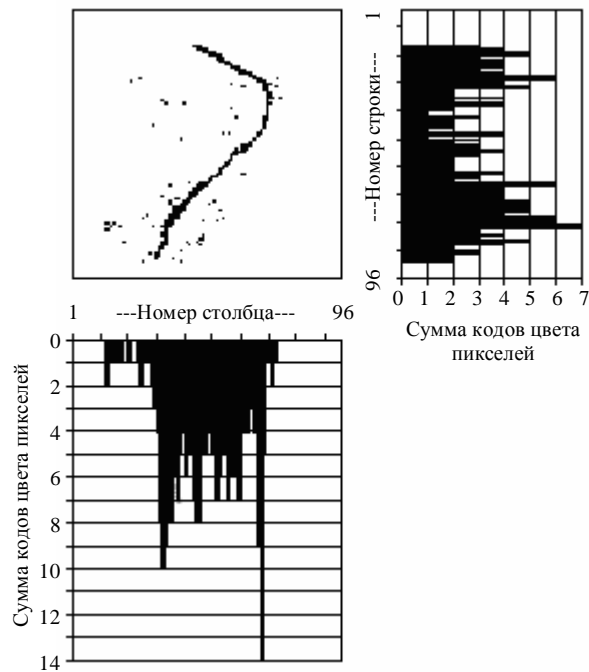


Рисунок 3 – Пример выделения информативного признака

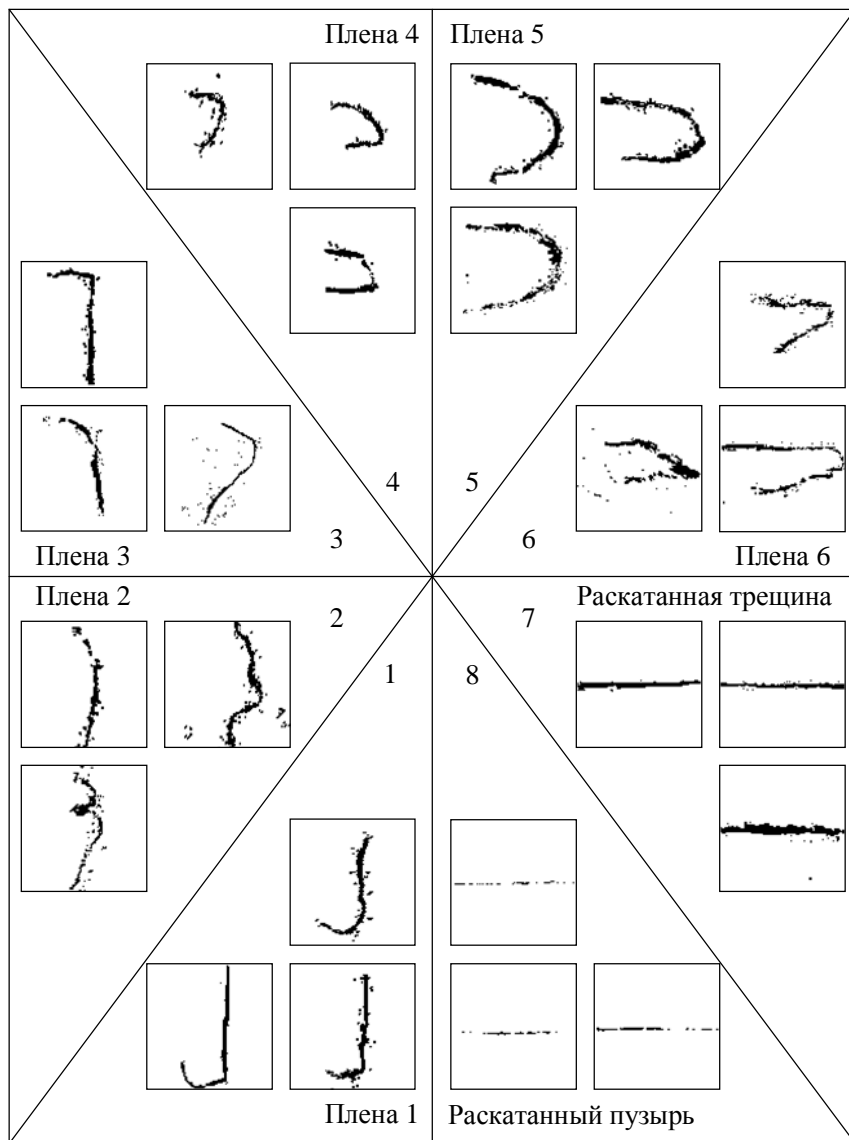


Рисунок 4 – Фрагмент обучающей выборки ИНС

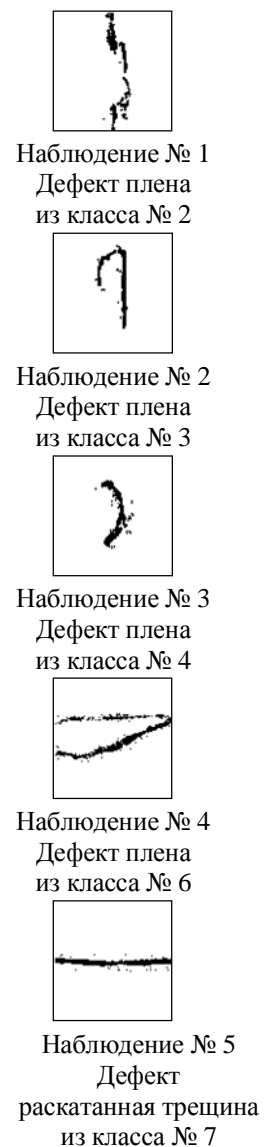


Рисунок 5 – Наблюдения из контрольной выборки ИНС

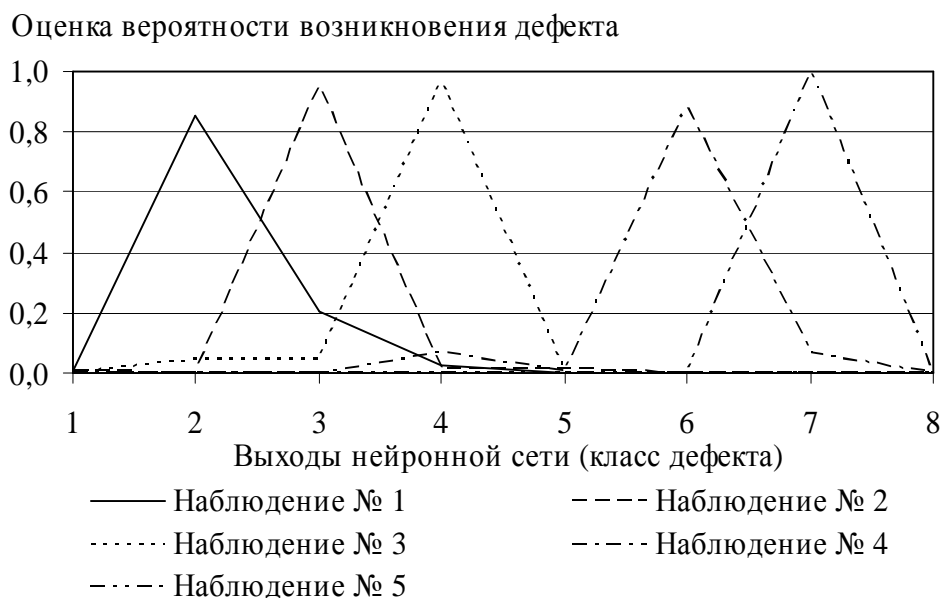


Рисунок 6 – Пример работы ИНС на контрольной выборке

«описание микрошлифа» = «в зоне дефекта наблюдается окалина, металл обезуглерожен и окислен», «элемент профиля рельса на котором располагается дефект» = «середина головки рельса», «характер расположения» = «единично», «протяженность» = «от 200 до 300 мм», «глубина» = «от 0,5 до 6,0 мм», «причины возникновения дефекта» = «заворот корочки на поверхности непрерывнолитой заготовки», ...), THEN («суммарная бальная оценка (СБО) возникновения плены» = «48,73 баллов», «СБО возникновения раскатанного пузыря» = «15,14 баллов», «СБО возникновения волосовины» = «15,05 баллов», «СБО возникновения риски» = «12,04 баллов», «СБО возникновения раскатанной трещины» = «12,03 баллов», «СБО возникновения рванины» = «10,01 баллов», ...). Для реализации ЭС-прототипа был выбран программный продукт Exsys CORVID, состоящий из среды разработки Development (логического (производственного) и командного блоков, блока «тип переменных») и среды исполнения Runtime. Моделирование ЭС-прототипа осуществлялось с использованием натуральных объектов (рельсов) и их цифровых отображений (видеоинформации в виде последовательностей кадров). Для каждой ситуации оператор-контролер, визуально осматривая дефектный участок реального рельса и его цифровое изображение, очищенное путем бинаризации от фона и помех (рисунок 3), отвечая на вопросы экспертной системы, получает суммарную бальную оценку возникновения конкретного дефекта. Указанный на рисунке 3 объект ЭС-прототип идентифицировала как плену.

После настройки ИНС и ЭС была сформирована контрольная выборка, фрагмент которой представлен на рисунке 5, после бинаризации и очистки факторов, искажающих изображение. Используя контрольную выборку, ИНС смогла идентифицировать дефекты с эффективностью 90%, за счет операции вращения изображения критерий качества распознавания составил 95%, а при подключении ЭС-прототипа его значение увеличилось до 97%, рисунок 6.

Результаты. Осуществлена содержательная постановка задачи распознавания дефектов рельсов. Разработана новая процедура интеллектуального распознавания поверхностных дефектов рельсов в потоке производства. Предложена новая схема установки, обеспечивающая полный контроль всех поверхностей рельса, в режиме реального времени.

Результаты моделирования описанной системы по ситуациям с использованием реальных видеок кадров, полученных в рельсобалочном цехе ОАО «НКМК», показали возможность достижения $90 \div 97$ % эффективности. Преобразование построенного прототипа ЭС в промышленный ее вариант позволит достигнуть практически 100 % эффективности за счет пополнения базы знаний, настройки технических узлов, модернизации ИНС.

Литература

1. Методы компьютерной обработки изображений. / Под ред. В.А. Сойфера – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. / Я.З. Цыпкин – М.: Наука, 1968. – 216 с.
3. Горелик А.Л. Методы распознавания: Учебное пособие для вузов. / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин – М.: Высш. шк., 2004. – 261 с.
4. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. / Дж.Ф. Люгер – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
5. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. / К. Фу – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1969. – 328 с.
6. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен. / Р. Дуда, П. Харт – М.: Издательство «Мир», 1976. – 512 с.
7. Дефекты и качество рельсовой стали: Справ. изд. / В.В. Павлов, М.В. Темлянец, Л.В. Корнева и др. – М.: Теплотехник, 2006. – 218 с.
8. Дефекты стальных слитков и проката: Справ. изд. / В.В. Правосудович, В.П. Сокуренок, В.Н. Данченко и др. – М.: Интернет Инжиниринг, 2006. – 384 с.

9. Дефекты в металлах. Справочник-атлас. / А.А. Ежов, Л.П. Герасимова – М.: Русский университет, 2002. – 360 с.
10. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных системы. / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
11. Awad E. Building knowledge automation expert systems with Exsys CORVID. / E. Awad – Charlottesville: University of Virginia, 2005. – 265 p.
12. Автоматическая идентификация рельсов в потоке производства / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов, Н.Ф. Бондарь, С.В. Чабан // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-19: Труды XIX Международной научной конференции. – Воронеж: ВГТА, 2006. – С. 78 – 81.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

**Т.М. Гулевич, А.А. Федотов, И.К. Бауэр,
П.А. Морозов, П.К. Юдин**
СибГИУ, г. Новокузнецк

В рамках применения традиционных лабораторных установок ввиду ряда ограничений невозможно охватить весь спектр задач освоения и исследования различных структур, методов и средств измерений, и особенно новых информационных технологий.

Поиск возможного решения таких задач и расширения функциональных возможностей ведется по пути создания учебно-исследовательских комплексов (УИК) с использованием технологии виртуальных приборов (ВП) в среде графического программирования LabVIEW (LV). LV является стандартом среды разработки ВП, широко используется для создания автоматизированных контрольно-измерительных и технологических систем в промышленности, научно-исследовательских центрах и учебных заведениях [1].

Виртуальные приборы состоят из компьютера, снабженного функциональными контрольно-измерительными модулями и программного обеспечения, которые в комплексе образуют систему, идентичную традиционным приборам, ориентированным на выполнение, как правило, одной конкретной задачи. Именно с помощью современной среды программирования LabVIEW разработчик, исследователь и обучаемый получают возможность создания таких приложений, как пользовательские интерфейсы, алгоритмы сбора данных, синхронизации, обработки и представления результатов. Существенным преимуществом технологии ВП, реализованной в LV, является возможность создания распределенных измерительных систем, управляемых через Интернет.

Рассмотренная компьютерная технология поэтапно внедряется при модернизации многовариантного автоматизированного обучающего комплекса «Логос» по информационно-измерительным технологиям, включающего автоматизированные лабораторные установки (АЛУ) «Доза», «Расход», «ОДИМИМА», «Градус», «Коррекция», «АЦП» и другие встроенные и подключаемые измерительные подсистемы с соответствующими типовыми задачами промышленной метрологии, предназначенными для выполнения практических и исследовательских работ как в обычном, так и в дистанционном режимах.

Сбор данных и управление натурными подсистемами АЛУ осуществляет сервер АЦП, который состоит из многофункциональной платы сбора данных фирмы Advantech и сервера ОРС. Клиентская часть разработана на основе ActiveX, что позволяет использовать для доступа к АЛУ стандартный веб-браузер. Промежуточным звеном между клиентом и сервером АЦП является специализированный программный модуль, разработанный с использованием пакета NI LabVIEW 8.0. Подключение может осуществляться как удаленно через Internet, так и из внутренней сети университета (лабораторий и вычислительных

классов) с использованием программного обеспечения, поддерживающего протокол OPC.

Примером разработок являются конкретные приложения и пользовательские интерфейсы, разработанные в среде графического программирования LabVIEW в составе автоматизированной лабораторной установки «Доза». АЛУ «Доза» представляет собой действующую модель системы порционного дозирования сыпучих материалов с тестовым нагружением и прямым цифровым управлением от персонального компьютера и предназначена для изучения и освоения традиционных и тестовых методов измерения массы, а также практических приемов настройки алгоритмов и технических средств в аналого-цифровых весодозирующих системах [2]. На рисунке 1 представлен интерфейс программы «Доза» с визуализацией динамики процесса дозирования.

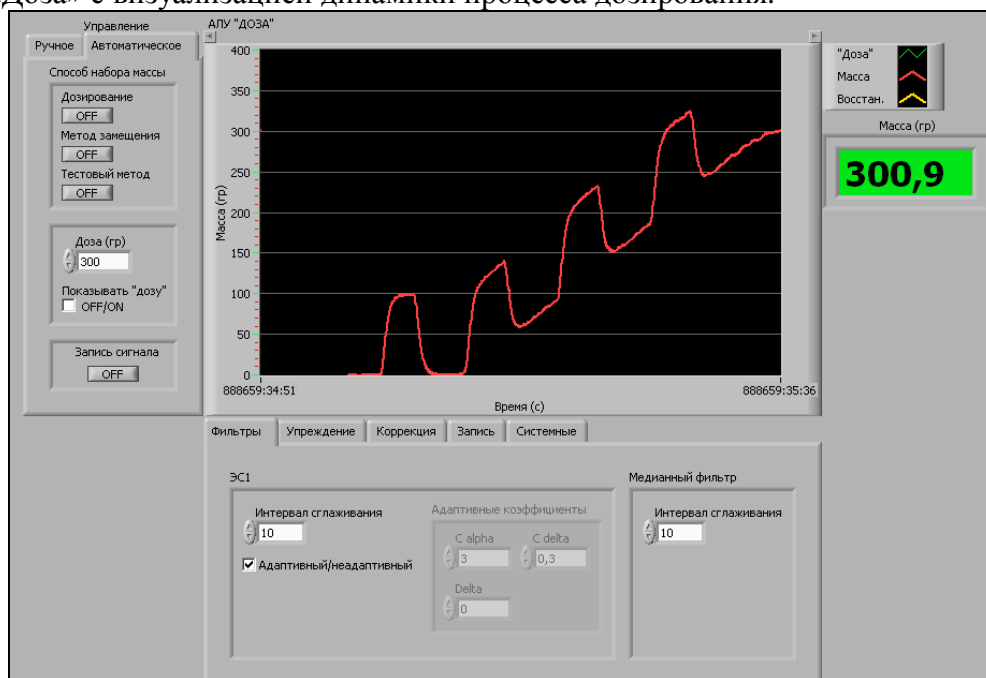


Рисунок 1 – Интерфейс программы «Доза»

Алгоритмическое обеспечение комплекса составляют помехозащищенные алгоритмы считывания, многовариантного усреднения и сжатия последовательностей цифровых отсчетов с проверкой достоверности и контролем нестабильности считывания, выделения информативных участков СИИ в виде «полочки» и прямоугольного импульса (при пульсирующем тестировании), определения реакции сигнала на тест, многовариантного восстановления явных и неявных градуировочных характеристик и определения значений массы набираемого материала, а также алгоритмов выработки управляющих команд в соответствии с реализуемым методом и функцией дозирования.

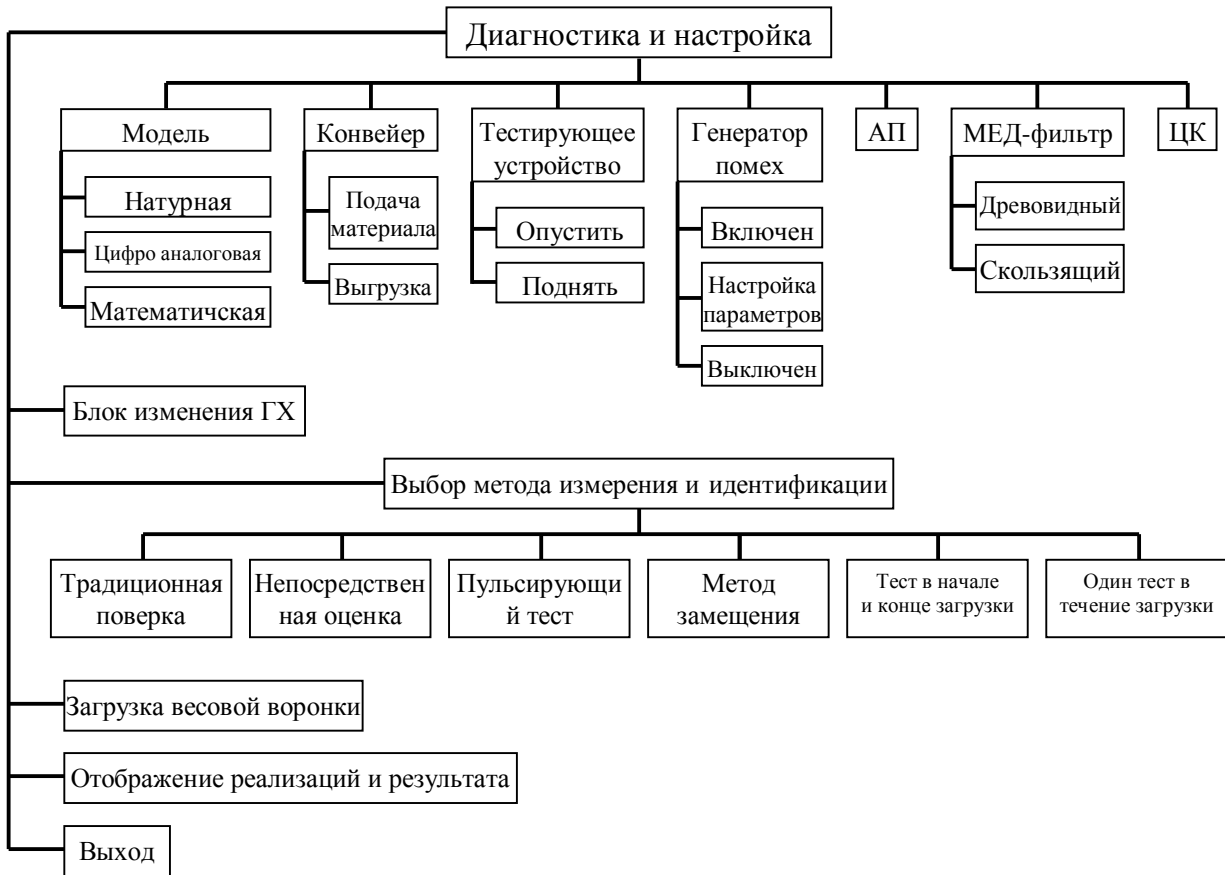
Программная оболочка позволяет оператору с помощью меню выбирать необходимые алгоритмы и режимы работы. Набор процедур при различных комбинациях их использования позволяет реализовать тот или иной метод измерения и повышения точности. Структура основных пунктов меню приведена на рисунке 2.

На рисунке 3 представлен фрагмент блок-схемы алгоритма дозирования.

Модуль АЛУ, реализующий алгоритм обработки натуральных сигналов измерительной информации (СИИ), представлен фрагментом блок-схемы, приведенным на рисунке 4.

В модуле обработки данных в среде LV реализованы различные алгоритмы сглаживающих фильтров как в виде моноструктур, так и в виде многовариантной структуры. В качестве примера на рисунке 5 представлен фрагмент блок-схемы фильтра скользящего среднего с использованием элементарных функций LV.

Таким образом, на основе рассмотренной технологии программирования поэтапно реализуется программное обеспечение всех автоматизированных лабораторных установок, входящих в учебно-исследовательский комплекс, а также исследовательских подсистем для проведения НИР учебного, научного и производственного назначения.



АП – аналоговый противоподменный фильтр, ЦК – цифровая коррекция,
ГХ – градуировочная характеристика

Рисунок 2 – Структура меню модуля АЛУ «Доза»

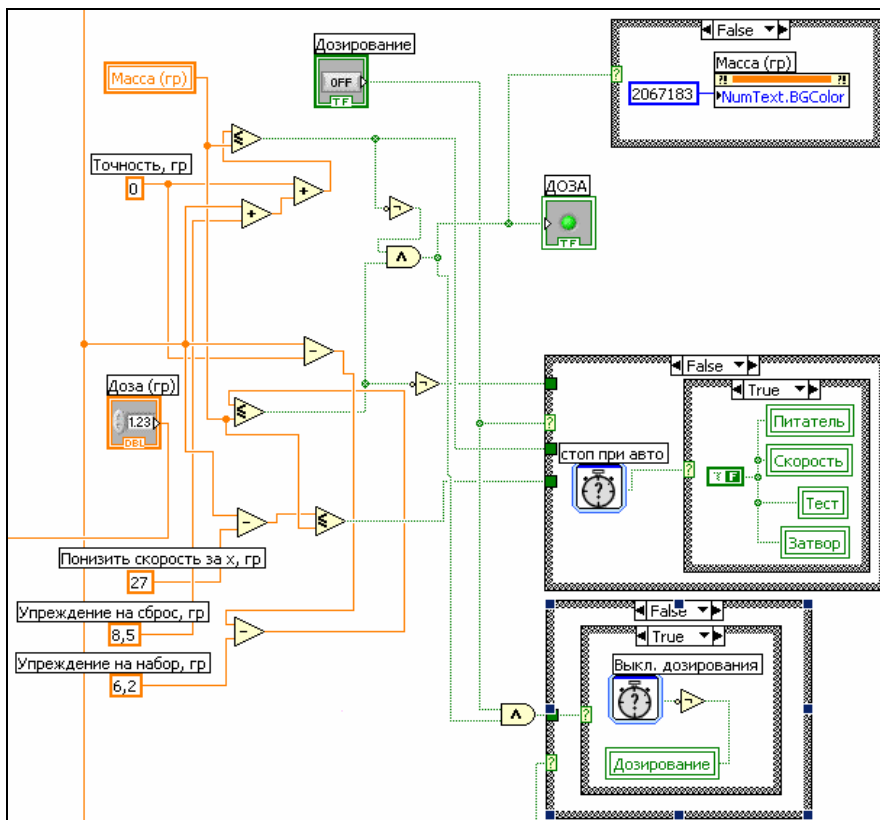


Рисунок 3 – Фрагмент блок-схемы алгоритма дозирования

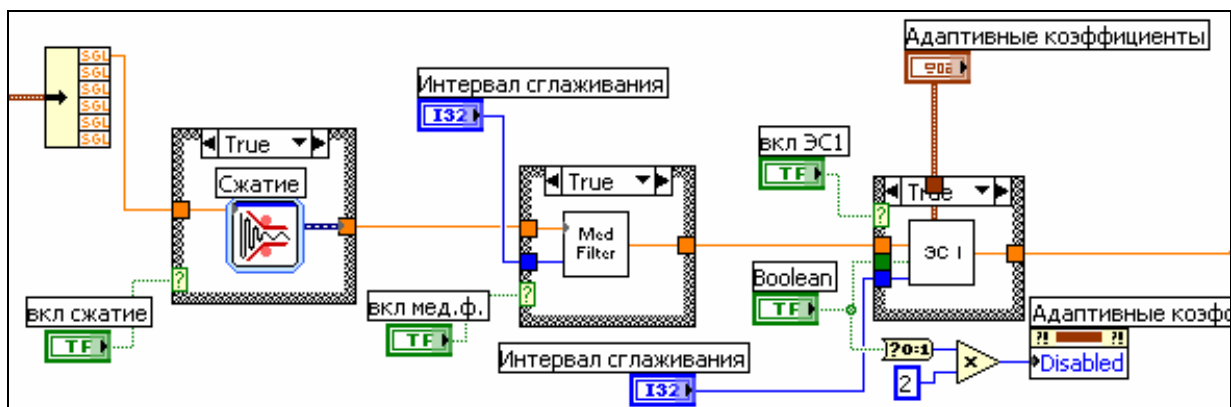


Рисунок 4 – Фрагмент блок-схемы обработки сигнала

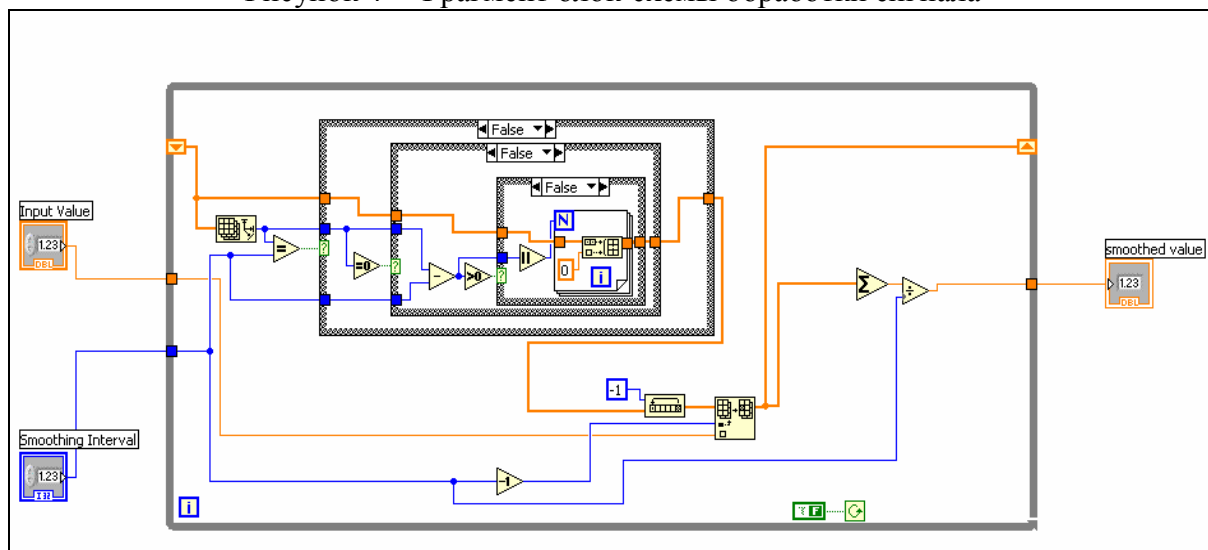


Рисунок 5 – Реализация фильтра, построенного на основе алгоритма скользящего среднего

Литература

1. National Instruments LabVIEW. Основы I. Учебный курс (пер. с англ. Михеев П.М.). – МГУ, 2003.
2. Изучение методов измерения массы в системах порционного дозирования (АЛУ «ДОЗА»): Метод. указ. / Сост.: О.Н. Андрианов, Т.М. Гулевич: СибГИУ. – Новокузнецк, 2002. – 20 с., ил.
3. 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.

О ФРЕЙМОВОМ ОПИСАНИИ МНОГООБРАЗИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ПЛОСКИХ МЕХАНИЗМОВ

А.В. Степанов
СибГИУ, г. Новокузнецк

Теория фреймов [1] может быть продуктивно использована для решения задач компьютерного формирования вариантных структур. Для примера рассмотрим задачу о поиске полного многообразия структурных схем плоских рычажных механизмов. В упрощенном виде эта задача может быть сформулирована следующим образом.

Дано некоторое количество деталей (звеньев) различной сложности, представляющих собой полигональные модели. Каждая из деталей соединяется с другими деталями с помощью соединительных элементов (кинематических пар) одного и того же вида. **Необходимо** сформировать полное многообразие вариантов всевозможных соединений этих

деталей между собой, не принимая во внимание тот факт, что некоторые варианты соединений окажутся неприемлемыми для дальнейшего использования.

Отметим, что уже при семи деталях количество получаемых вариантов соединений превышает сотню. При увеличении количества деталей количество возможных структур нелинейно увеличивается и может достигать нескольких тысяч и более.

Множество вариантов получаемых структур можно разбить на подмножества, имеющие какой-то характерный признак. Для рассматриваемой здесь задачи полное множество вариантов соединений звеньев между собой распадается на ряд подмножеств, представленных на рисунке 1. Количество подмножеств легко рассчитывается с применением формул (175), (176), приведенных в [2].

Множества вариантов соединений, имеющих замкнутые изменяемые контуры, распадается также на подмножества. На рисунке 2 приведен пример для множества вариантов структур с одним изменяемым контуром.

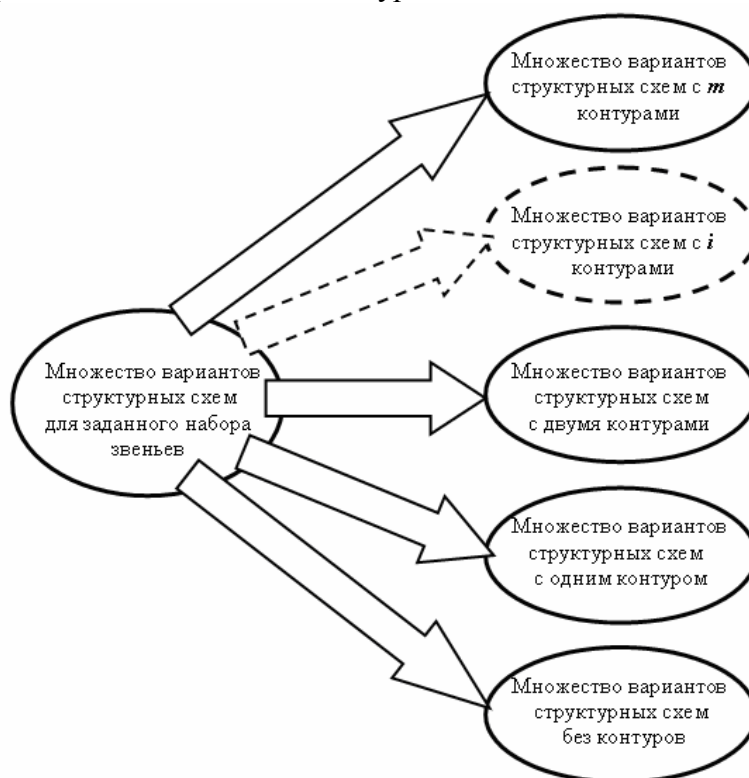


Рисунок 1 – Расчленение полного множества вариантов соединений деталей между собой на подмножества

Для структурных схем с несколькими контурами иерархическая структура получается еще более разветвленной. В упрощенном виде она представлена на рисунке 3.

В результате формирования полного многообразия соединений деталей получатся структуры, не имеющие замкнутых контуров, имеющие один замкнутый контур, имеющие два контура, три и более.

Очевидным является тот факт, что при формировании двухконтурных схем, необходимо вновь построить все варианты контуров, которые были сформированы для одноконтурных структур. При формировании структурных схем с тремя контурами необходимо вновь формировать фрагменты одиночных и двойных контуров и т. д.

Многочасное повторное формирование вариантов реализации одиночных контуров различной сложности, двойных, тройных и т.д. при формировании структурных схем с несколькими контурами приводит к существенному увеличению времени работы компьютерных программ и объема требуемой оперативной памяти. Использование же фреймов позволяет существенно уменьшить затраты компьютерных ресурсов.

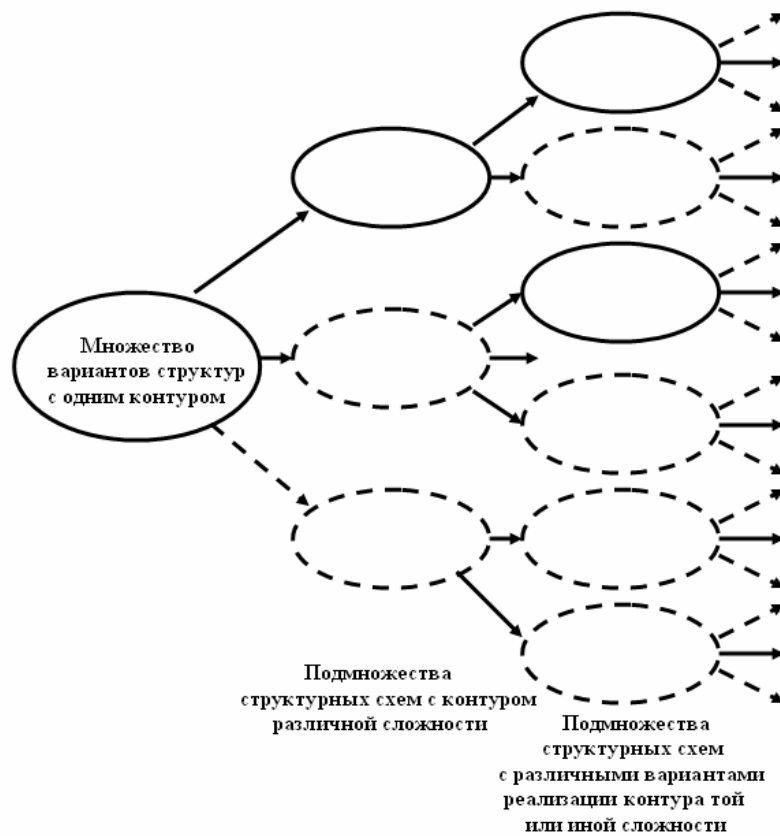


Рисунок 2 – Иерархическая структура множества вариантов структурных схем с одним единственным контуром

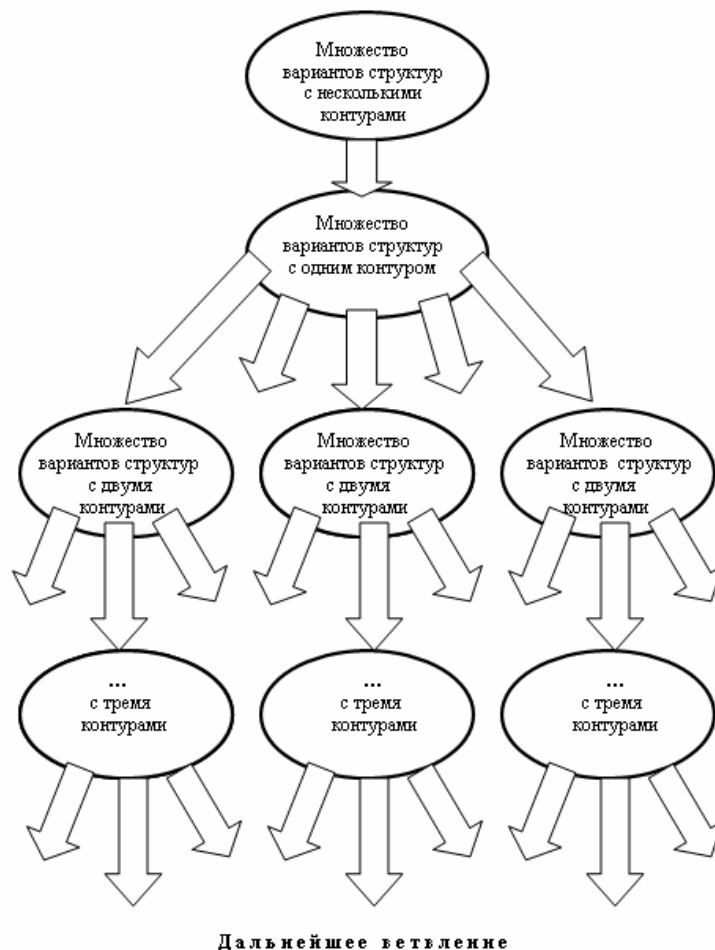
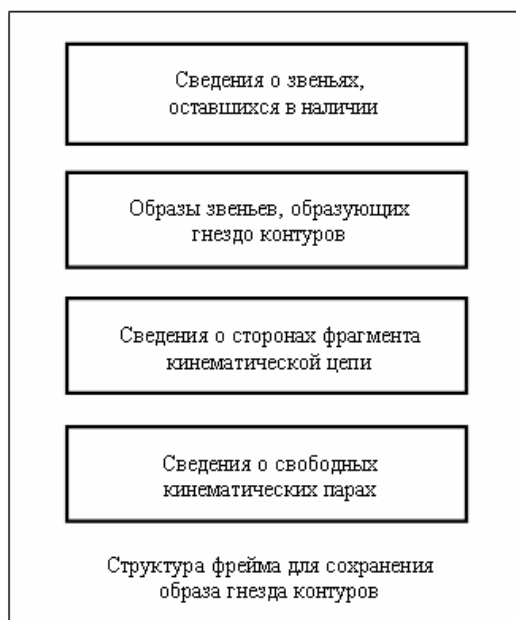


Рисунок 3 – Образование подмножеств вариантов при формировании структурных схем с несколькими контурами

В реальных компьютерных программах для решения задачи поиска полного многообразия структурных схем плоских рычажных механизмов фреймы соответствовали образам совокупностей контуров, к которым затем присоединялись оставшиеся в наличии звенья. Структура используемых фреймов была представлена в виде совокупности следующих слотов:



Литература

1. Минский М. Фреймы для представления знаний: Пер. с англ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с., с ил.
2. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. СибГГМА, Новокузнецк, 1994, -102 с., ил.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМ С МЕДЛЕННЫМИ И БЫСТРЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ

П.Н. Кунинин, Т.В. Богдановская
СибГИУ, г. Новокузнецк

Целенаправленное введение быстрых движений позволяет синтезировать многоконтурные системы с любым желаемым перерегулированием или без и практически одинаковым быстродействием, независимо от числа контуров. Однако методика их синтеза, предложенная в [1, 2], приводит к неоправданно быстрому росту сложности регулятора с ростом числа контуров. В данной статье предлагается модифицированная методика, свободная от указанного недостатка.

Как и в [1], синтез начинается с внутреннего контура многоконтурной системы, и также используется не весь процесс, а только та его часть, от которой зависит контролируемая выходная переменная Y . Обобщенная структурная схема контура в соответствии с [1] приведена на рисунке 1.

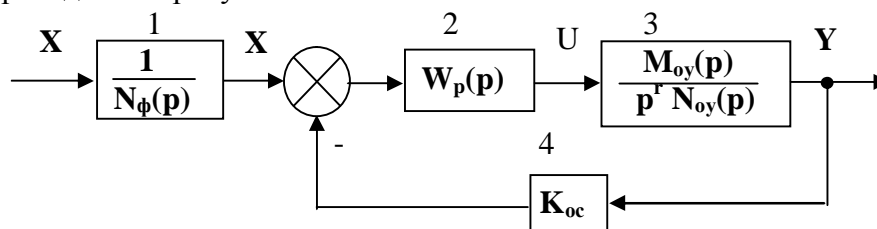


Рисунок 1 – Входной фильтр 1, регулятор 2, передаточная функция контролируемой части процесса 3, коэффициент передачи обратной связи 4.

Чтобы минимизировать установившуюся ошибку контура, регулятор следует синтезировать астатическим. Если при этом управляемая часть процесса также имеет интегрирующую составляющую, то возникает необходимость в применении входного фильтра контура 1. Причем специально задаваться фильтром не следует, его необходимость и параметры выявляется, как будет показано ниже, методикой синтеза регуляторов.

На основании рисунка 1 составим передаточную функцию контура с учетом фильтра 1 и приравняем ее желаемой с разделяемыми медленными и быстрыми движениями в соответствии с [1]:

$$\frac{W_p(p)M_{oy}(p)}{N_\phi(p)[N_\delta(p)p^r N_{oy}(p) + W_p(p)M_{oy}(p)K_{oc}] = \frac{K}{N_\delta(p)N_M(p)}. \quad (1)$$

Желаемая передаточная функция в правой части уравнения (1) имеет ту особенность, что корни ее характеристического полинома $N_\delta(p)N_M(p)$ составляют две группы с полярными свойствами: группу $N_\delta(p)$ больших корней, которые вызывают быстро затухающие процессы, и группу $N_M(p)$ малых корней, которым соответствуют медленно затухающие процессы, определяющие основное движение. Быстрые процессы, оказывая малое влияние на основные медленные процессы, обеспечивают синтез физически реализуемой передаточной функции регулятора.

Уравнение (1) разрешим относительно передаточной функции аналогового регулятора $W_p(p)$:

$$W_p(p) = \frac{KN_\phi(p)N_{oy}(p)p^r}{M_{oy}(p)[N_\delta(p)N_M(p) - N_\phi(p)K_{oc}K]}, \quad (2)$$

при этом учтем, что нулевую установившуюся ошибку управления обеспечивает регулятор, в состав характеристического полинома которого входит интегрирующая составляющая. Для этого знаменатель регулятора (2) должен содержать интегрирующий множитель p^{r+1} , степень которого на единицу больше степени множителя p^r в числителе. Это условие можно выполнить, если обеспечить равенство нулю коэффициентов характеристического полинома регулятора при операторах со степенями от $r=0$ ($p^0=1$ -свободный член без оператора p) до p^r . Для этого развернем многочлены знаменателя (2), предварительно раскрыв скобки, из которых как разность складывается характеристический полином регулятора:

$$M_{oy}(p)N_\delta(p)N_M(p) = b_{L_m+L_\delta+L_M}p^{L_m+L_\delta+L_M} + \dots + b_2p^2 + b_1p + 1, \quad (3)$$

$$M_{oy}(p)N_\phi(p)K_{oc}K = (f_{L_m+L_\phi}p^{L_m+L_\phi} + \dots + f_2p^2 + f_1p + 1)K_{oc}K, \quad (4)$$

где b_i и f_i - коэффициенты, получившиеся при раскрытии скобок левых частей многочленов (3) и (4); L_m - порядок полинома $M_{oy}(p)$ процесса; L_δ - порядок полинома $N_\delta(p)$ быстрой подсистемы; L_M - порядок полинома $N_M(p)$ медленной подсистемы; L_ϕ - порядок характеристического полинома $N_\phi(p)$ входного фильтра; $L_m + L_\delta + L_M$ - порядок многочлена (3), $L_m + L_\phi$ - порядок многочлена (4).

Вычитая из многочлена (3) многочлен (4) запишем разностный многочлен, но в записи сохраним только младшие члены с операторами от $p^0=1$ до p^r :

$$\Delta N(p) = \dots + (b_r - f_r)p^r + \dots + (b_2 - f_2)p^2 + (b_1 - f_1)p + 1 - K_{oc}K = 0, \quad (5)$$

в результате в соответствии с вышеизложенным обоснованием получим следующие равенства:

$$1 - K_{oc}K = 0, \text{ откуда } K = 1/K_{oc}, \quad (6)$$

$$b_1 - f_1 = 0, \quad b_2 - f_2 = 0, \quad \dots, \quad b_r - f_r = 0. \quad (7)$$

Согласно (4), при условии, что если $N_{\phi}(p)=1$, то коэффициенты f_i являются коэффициентами при операторах p^i многочлена $M_{oy}(p)$. Если порядок многочлена $M_{oy}(p)$ $L_m < r$, то, по крайней мере, $f_r = 0$ и равенство $b_r - f_r = 0$ в (5) не будет выполнено. Увеличить порядок многочлена $M_{oy}(p)$ для решения этой проблемы не предоставляется возможным, поскольку он является составной частью объекта управления и относится к неизменяемой части системы. Поэтому в этом случае вводится фильтр, порядок которого $L_{\phi}=r$. Следовательно, выбор фильтра осуществляется исходя из условий:

$$L_{\phi} = \begin{cases} r, & \text{если } L_m < r \\ 0, & \text{если } L_m \geq r \end{cases} \quad (8)$$

Таким образом, назначение фильтра с полиномом $N_{\phi}(p)$ - создать коэффициенты f_i для реализации соотношений (7).

Порядок числителя регулятора (2) определяется порядком произведения многочленов $N_{\phi}(p)N_{oy}(p)p^r$. Зная порядок L_{ϕ} полинома $N_{\phi}(p)$ из (7), можно определить порядок полинома числителя L_{χ} регулятора:

$$L_{\chi} = L_{\phi} + L_m + r \quad (9)$$

Порядок характеристического полинома регулятора (2) зависит от порядка разности двух многочленов его знаменателя, который с учетом (6) переписывается в виде:

$$M_{oy}(p)N_{\sigma}(p)N_m(p) - M_{oy}(p)N_{\phi}(p). \quad (10)$$

Для устойчивости регулятора необходимо, чтобы коэффициенты его характеристического полинома (10) были положительными. Если порядок первого многочлена $M_{oy}(p)N_{\sigma}(p)N_m(p)$ меньше порядка второго многочлена $M_{oy}(p)N_{\phi}(p)$, то старший член многочлена разности будет отрицательным. Поэтому порядок первого многочлена должен быть больше порядка второго многочлена и порядок L_3 характеристического полинома определится суммой порядков многочленов $M_{oy}(p)$, $N_{\sigma}(p)$ и $N_m(p)$:

$$L_3 = L_m + L_{\sigma} + L_m, \quad (11)$$

где $L_m=2$ – порядок полинома $N_m(p)$ желаемой передаточной функции (2) подсистемы с медленными движениями.

Критерием выбора регулятора должен служить минимальный порядок быстрой подсистемы или более простая передаточная функция регулятора. Это достигается в том случае, если порядок полинома знаменателя

$$L_3 = L_{\chi}. \quad (12)$$

Подставляя L_3 из (12) в (11) и выполнив преобразования, получим выражение для расчета порядка подсистемы с быстрыми движениями:

$$L_{\sigma} = L_{\chi} - L_m - L_m. \quad (13)$$

Нулевое или отрицательное значение порядка свидетельствует о том, что нет необходимости в быстрой подсистеме.

В качестве медленной подсистемы целесообразно использовать линейную систему, описываемую передаточной функцией второго порядка

$$W_m(p) = \frac{Y(p)}{X_{\sigma}(p)} = \frac{K}{T_p^2 p^2 + 2\xi T_p p + 1}, \quad (14)$$

поскольку она обеспечивает как колебательные, с заданным перерегулированием, так и апериодические, с максимальным быстродействием, процессы. Кроме того, она обеспечивает простую связь параметров контура с коэффициентами полинома с учетом возможного ограничением темпа изменения одной из внутренних координат контура.

В передаточной функции (14): характеристический полином

$$N_m(p) = T_p^2 p^2 + 2\xi T_p p + 1, \quad (15)$$

$L_m=2$ – его порядок, ξ - коэффициент демпфирования, при $\xi=1$ определяет аperiodические, а при $\xi<1$ колебательные процессы, T_p – быстродействие процессов.

В качестве быстрой примем подсистему, процессы в которой описываются передаточной функцией

$$N_6(p)=(T_6p+1)^n \quad (16)$$

порядок L_6 которой определяется в процессе синтеза системы.

В качестве быстрой подсистемы принята аperiodическая система порядка n с одинаковыми корнями, поскольку из аperiodических систем наиболее быстродействующей является система с кратными отрицательными действительными корнями [3].

Приведем пример синтеза регулятора для управления процессом

$$\frac{I(p)}{U_y(p)} = \frac{K_{\Pi} / R_{\text{я}}}{T_{\Pi} T_{\text{я}} p^2 + (T_{\Pi} + T_{\text{я}}) p + 1}, \quad (17)$$

в котором с учетом рисунка 1 имеем: $N_{\text{oy}}(p)=T_{\Pi} T_{\text{я}} p^2 + (T_{\Pi} + T_{\text{я}}) p + 1$ – полином знаменателя объекта управления, $M_{\text{oy}}(p) = K_{\Pi} / R_{\text{я}}$ – полином числителя объекта управления, $r = 0$ – астатизм управляемого процесса, $L_n=2$ – порядок полинома знаменателя $N_{\text{oy}}(p)$, $L_m= 0$ – порядок полинома числителя $M_{\text{oy}}(p)$.

Поскольку $L_m=r$, на основании формулы (8) имеем

$$L_{\phi}=0, \quad (18)$$

откуда следует, что

$$N_{\phi}(p)=1. \quad (19)$$

По формуле (9) рассчитаем порядок полинома числителя $L_{\text{ч}}$ регулятора (2). Для этого подставим L_{ϕ} из (15), L_n и r из пояснений к (17). В результате получим

$$L_{\text{ч}}=L_{\phi}+L_n+r=0+2+0=2, \quad (20)$$

а по формуле (12) определим порядок полинома знаменателя L_3 :

$$L_3=L_{\text{ч}}=2. \quad (21)$$

По формуле (13), подставив $L_{\text{ч}}$ из (20), $L_m=0$ из пояснений к (17) и $L_m=2$ из (15), рассчитываем порядок подсистемы быстрого движения:

$$L_6=L_{\text{ч}}-L_m-L_m=2-0-2=0, \quad (22)$$

откуда следует, что быстрая подсистема не требуется.

По уравнению (6) записываем:

$$K=1/K_{\text{oc}}, \quad (23)$$

где K_{oc} – коэффициент обратной связи контура на рисунке 1, который может быть рассчитан из соотношения $K_{\text{oc}}=X_{2\text{н}}/Y_{\text{н}}$, где $Y_{\text{н}}$ – номинальные значения выхода, а $X_{\text{н}}$ – соответствующее ему значение входа.

Подставляя найденные параметры в (2) составим передаточную функцию регулятора синтезируемого контура:

$$W_p(p) = \frac{R_{\text{я}}[T_{\Pi} T_{\text{я}} p^2 + (T_{\Pi} + T_{\text{я}}) p + 1]}{K_{\text{oc}} K_{\Pi} K_{\text{я}} (T_p p + 2\xi) T_p p}. \quad (24)$$

При $\zeta=1$ процессы будут аperiodическими, а при $\zeta<1$ – с перерегулированием, причем постоянная времени T_p может быть рассчитана из условия ограничения выходной координаты Y . Структурная схема синтезированного контура приведена на рисунке 2

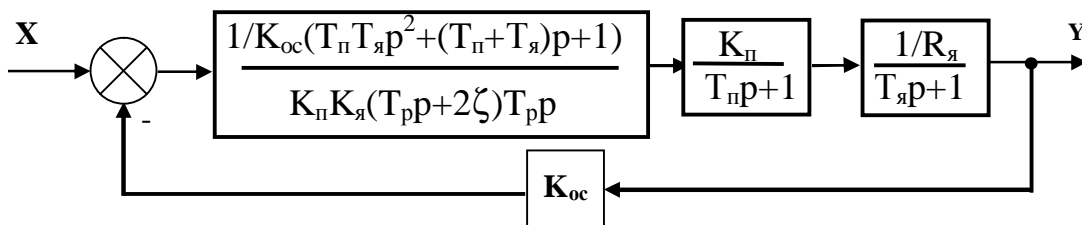


Рисунок 2 – Структурная схема контура системы с медленными и быстрыми движениями

Таким образом, создана теория и разработана методика синтеза контуров систем с медленными и быстрыми движениями, обеспечивающие построение многоконтурных систем с наперед заданным перерегулированием или с апериодическими процессами и быстродействием, определяемым ограничением координат контуров.

Литература

1. Кунин П.Н., Богдановская Т.В. Многоконтурные системы с медленными и быстрыми движениями / Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции.-Новокузнецк: СибГИУ, 2003, с.73-78.
2. Кунин П.Н., Богдановская Т.В. Синтез многоконтурных систем с быстрыми движениями и входным фильтром / Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции.-Новокузнецк: СибГИУ, 2003, с.332-336.
3. Красовский А.А. Основы автоматики и технической кибернетики / А.А. Красовский, Г.С. Поспелов. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ И ПРОБЛЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

П.Н. Кунин, Ал-р.С. Дружилов, Ар-м.С. Дружилов
СибГИУ, г. Новокузнецк

При проектировании систем управления непрерывными объектами широко применяются методы синтеза дискретных алгоритмов на основе передаточных функций аналоговых регуляторов с целью их программной реализации в контроллере командой PID стандартных языков программирования. Поскольку команда реализует регулятор не выше второго порядка, то это сдерживает применение более совершенных методов управления, в частности, при реализации систем с медленными и быстрыми движениями [1, 2, 3]. В последних системах, в отличие от типовых систем, обеспечивается быстродействие с апериодическим процессом или с любым наперед заданным перерегулированием, определяемым только физическими и техническими ограничениями параметров объектов управления и источников энергии. Особенно это важно в микроконтроллерных системах, которые не поддерживают стандартные МЭР языки программирования контроллеров.

В известных методах [4, 5] рассматривают только системы, в которых порядок полинома знаменателя ниже порядка полинома числителя. Для регуляторов же характерен случай, когда порядки полиномов знаменателя и числителя передаточной функции совпадают. Преобразование такой передаточной функции в дифференциальное уравнение приводит к некорректно поставленной задаче и при преобразовании его к разностному уравнению применяется приближенное дифференцирование входного воздействия по его приращению за период дискретизации.

В силу изложенного представляется целесообразным разработка метода синтеза алгоритмов управления более высоких порядков и с более широкими функциональными возможностями на основе преобразования передаточных функций более совершенных аналоговых прототипов регуляторов в систему обыкновенных дифференциальных уравнений с последующим их преобразованием в разностные уравнения исключая некорректную операцию дифференцирования входного воздействия.

В общем виде передаточную функцию регулятора можно записать в следующем виде:

$$\frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} \quad (1)$$

Умножим левую и правую части передаточной функции (1) на выражение

$$\frac{U(p)}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}$$

и приравняем вспомогательной переменной $X_1(p)$, в результате получим:

$$\frac{Y(p)}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p + b_0} = \frac{U(p)}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0} = X_1(p). \quad (2)$$

Перепишем первое и второе равенства (2) в следующем виде:

$$U(p) = (a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0) X_1(p), \quad (3)$$

$$Y(p) = (b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p + b_0) X_1(p). \quad (4)$$

Учитывая, что оператор $p = \frac{d}{dt}$, операторные уравнения (3) и (4) переведем во временную область, причем уравнение (3) разрешим относительно старшей производной $X^{(n)}$:

$$X_1^{(n)} = -\frac{a_{n-1}}{a_n} X_1^{(n-1)} - \frac{a_{n-2}}{a_n} X_1^{(n-2)} - \dots - \frac{a_1}{a_n} X_1^{(1)} - \frac{a_0}{a_n} X_1 + \frac{1}{a_n} U, \quad (5)$$

$$Y = b_n X_1^{(n)} + b_{n-1} X_1^{(n-1)} + b_{n-2} X_1^{(n-2)} + \dots + b_1 X_1^{(1)} + b_0 X_1, \quad (6)$$

где $X_1^{(i)}$, $i=1,2,\dots, n$ – производные от X_1 порядка i . Введем обозначения:

$$X_1^{(1)} = X_2, \quad X_1^{(2)} = X_2^{(1)} = X_3, \quad X_1^{(3)} = X_2^{(2)} = X_3^{(1)} = X_4, \dots, \quad (7)$$

$$X_1^{(n-1)} = X_2^{(n-2)} = \dots = X_{n-2}^{(3)} = X_{n-1}^{(1)} = X_n,$$

тогда

$$\begin{aligned} X_1^{(1)} &= X_2, \\ X_2^{(1)} &= X_3, \\ X_3^{(1)} &= X_4, \\ &\dots\dots\dots \\ X_{n-1}^{(1)} &= X_n, \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом (7) уравнения (5) и (6) перепишем в виде:

$$X_1^{(n)} = X_n^{(1)} = -\frac{a_{n-1}}{a_n} X_n - \frac{a_{n-2}}{a_n} X_{n-1} - \dots - \frac{a_1}{a_n} X_2 - \frac{a_0}{a_n} X_1 + \frac{1}{a_n} U, \quad (9)$$

$$Y = b_n X_n^{(1)} + b_{n-1} X_n + b_{n-2} X_{n-1} + \dots + b_1 X_2 + b_0 X_1. \quad (10)$$

Уравнения (8) и (9) в переменных состояния и уравнение выхода (10) составляют аналоговую математическую модель регулятора. Модель регулятора следует преобразовать в алгоритм, который может быть запрограммирован и размещен в памяти микроконтроллера, причем для начальной инициализации микроконтроллера необходимо знать значения переменных состояния в момент пуска контура в работу. Анализ уравнений (8) показывает, что переменные состояния с меньшим индексом является результатом интегрирования переменных состояния с большими индексами. Например, переменная состояния X_2 является результатом интегрирования переменной X_3 , а переменная X_3 – результат интегрирования переменной X_4 . Выходная величина интегратора не может измениться скачком, поэтому переменная состояния с большим индексом получит приращение, начиная от нуля, только после того, как получит приращение переменная с большим индексом, если дополнительно в правой части уравнения данной переменной не приложено внешнее воздействие. В нашем контуре имеет место только одно внешнее воздействие – вход U . Оно входит в правую часть только уравнения (9), поэтому переменная состояния X_n первой получает приращение. Но поскольку переменная X_n является интегралом от входного воздействием U , то она начинает

свое изменение с нулевого значения и получит первое приращение только на следующем шаге интегрирования.

Производная $X_n^{(1)}$ в соответствии с уравнением (9) изменится скачком, если скачком изменится вход U . Но производная $X_n^{(1)}$ входит в уравнение (10) выхода, поэтому скачком измениться переменная Y . Величина изменения Y зависит от уровня изменения производной $X_n^{(1)}$ и, следовательно, в соответствии с уравнением (9) от величины изменения входа U . Изменение фиксируется при первом просчете уравнения (10), а значение начальной инициализации не используется. Поэтому ее значение безразлично.

Таким образом, при начальной инициализации всем переменным состояния и выходу контура необходимо присваивать нулевые значения.

Дискретизацию уравнений (8), (9) и (10) выполним по Эйлера для численного интегрирования систем дифференциальных уравнений первого порядка. Для этого осуществим замену производных от переменных состояния на отношение приращений:

$$X^{(1)} = \frac{dX}{dt} \cong \frac{X_k - X_{k-1}}{T_k - T_{k-1}} = \frac{X_k - X_{k-1}}{\Delta t}. \quad \text{В результате замены и после несложных}$$

преобразований получим систему разностных уравнений, представляющих собой алгоритм цифрового регулятора с шагом расчетов ($k=0, 1, 2, \dots$), причем для реализации алгоритма требуются данные текущего k и предыдущего шага ($k-1$):

$$\begin{aligned} X_{1(k)} &= X_{1(k-1)} + \Delta t X_{2(k-1)}, \\ X_{2(k)} &= X_{2(k-1)} + \Delta t X_{3(k-1)}, \\ X_{3(k)} &= X_{3(k-1)} + \Delta t X_{4(k-1)}, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad (11)$$

$$X_{(n-1)(k)} = X_{(n-1)(k-1)} + \Delta t X_{n(k-1)},$$

$$X_{n(k)} = \left(1 - \frac{a_{n-1}}{a_n} \Delta t\right) X_{n(k-1)} + \left(\frac{a_{n-2}}{a_n} X_{(n-1)(k-1)} - \dots - \frac{a_1}{a_n} X_{2(k-1)} - \frac{a_0}{a_n} X_{1(k-1)} + \frac{1}{a_n} U\right) \Delta t, \quad (12)$$

$$Y = b_n X_{nk} + b_{n-1} X_n + b_{n-2} X_{n-1} + \dots + b_1 X_2 + b_0 X_1. \quad (13)$$

В приведенном алгоритме производные от входа U не используются и поэтому некорректная задача как в случае одного дифференциального уравнения высокого порядка в данном алгоритме не возникает.

Программирование алгоритма (11), (12) и (13) без учета особенностей вычислений в микроконтроллерных системах осуществляется достаточно просто. Однако, как правило, возникают проблемы, связанные с особенностями вычислительной техники. И поныне в микроконтроллерных системах чаще всего применяется целочисленная или дробная арифметики и связанная с ними необходимость применения достаточно жесткого и сложного масштабирования, что в разы увеличивает сложность программирования и объем программы. Призывы выполнять пошаговое масштабирования, то есть масштабирование каждой машинной операции, при всей его привлекательности, практически не имеют под собой почвы, поскольку код, связанный с выполнением алгоритма, теряется в массе масштабирующих и защитных операций. Код программы возрастает до необозримых размеров и абсолютно теряется читабельность программы.

В тоже время основная цель применения целочисленной и дробной арифметик – сократить объем кода из-за малого объема памяти теряет в настоящее время всякий смысл. Современные микроконтроллеры средней и большой мощности имеют объем памяти и разрядность регистров в 16-32 бит вполне достаточные для использования арифметики с плавающей точкой. При этом объем не очень маленькой программы не только не возрастает при использовании современной элементной базы, а даже уменьшается, поскольку часть емких операций реализуется аппаратно и выполняется очень быстро, а относительная доля кода библиотек уменьшается с увеличением объема кода управляющих и служебных

программ. При этом проблема масштабирования практически полностью снимается.

Проблема неприятия новой элементной базой объясняется тем, что в России очень медленно развиваются высокоэффективные и наукоемкие технологии, поскольку имеющему сверхвысокие доходы и присвоившему государственные сырьевые ресурсы дельцу нет дела до создания новых технологий, их внедрение не сулит быстрых выгод. Его психология накопителя не позволяет упустить сиюминутную выгоду, поскольку в завтрашнем дне он не уверен, а рисковать не может и не хочет.

Отсутствие заинтересованных денежных мешков привело к тому, что вузовская наука и процесс обучения осуществляется практически при полном отсутствии технической литературы и документации на русском языке по новым микроконтроллерам, аппаратной поддержке и финансированию. Имеются русские переводы только на устаревшие или устаревающие изделия, выполненные отдельными энтузиастами. А отсутствие заказов на исследования и разработку и, как следствие, отсутствие финансирования, привело вузовскую науку, а вместе с ней и процесс обучения к весьма заметному спаду.

Одаренная молодежь, создавая малые лаборатории на дому или как-то пробивая свои идеи на производстве, покупает только те изделия, на которые есть переводная литература и техническая документация и которые легко доступны. Поэтому современная элементная база по своей стоимости мало отличающаяся, а иногда даже более дешевая, от элементной базы, изготовленной по устаревшим технологиям, часто остается в не поля зрения Российского исследователя.

Техническая литература направлена в основном на обучение программированию на ассемблере, но и той катастрофически не хватает. Хотя уже давно известно, что современные микроконтроллеры гораздо проще и быстрее программируются на "С". Выявить не эффективную часть кода проблемы не составляет, а она, как показывают исследования, не превышает 10% от общего объема программы. Для существенно повышения эффективности программы достаточно на ассемблере переписать только эту не эффективную часть кода. Но проблема также в том, что практически отсутствует литература программирования микроконтроллеров на "С".

Программируя алгоритм регулятора, необходимо в программу включать код, выявляющий и обрабатывающий исключительные ситуации без аварийного останова управляемого оборудования. Например, ситуация машинного нуля или машинной бесконечности. Эта проблема достаточно острая и не единственная при целочисленной и дробной арифметике и маловероятна при использовании арифметики с плавающей точкой. Для исключения этой проблемы в современных микроконтроллерах применяются аккумуляторы с увеличенной на единицу разрядностью или сигнальные процессоры с несколькими с расширенной разрядность аккумуляторами. И что самое главное, система команд современных микроконтроллеров заточена на применение языка "С", а это значит, что есть хорошая возможность для создания специализированных языков программирования типа стандартных языков МЭК для контроллеров, операционных систем реального времени, созданию эффективных библиотек с плавающей точкой. Прецедент имеется, это операционные системы реального времени для микроконтроллеров японской фирмы FUJITSU разработанные в Японии и Германии.

Считаю, что цель статьи достигнута, если студенты и молодые инженеры поймут, что приведенный алгоритм существенно отличается от существующих, не требует прорисовки трудоемких различных алгоритмических структур. И что немаловажно, решена проблема разрывной правой части дифференциального уравнения высоко порядка, которая при применении системы дифференциальных и разностных уравнений даже и не возникла и что его особенно целесообразно применять при использовании современных, а не устаревающих менее функциональных микроконтроллеров. Моя цель будет достигнута, если у студентов появится желание знакомиться с новинками на языке первоисточников и изучение английского языка станет как средство изучения технической документации и описаний примеров применения новейших микроконтроллеров. Естественно время, потраченное на изучении английского языка, не пропадет даром. Проблем с первоисточниками не будет,

поскольку их можно бесплатно скачать с сайтов некоторых фирм, например, фирмы Microchip: www.microchip.com, русскоязычные с сайта www.microchip.ru, но в ограниченном количестве и на устаревающие изделия.

Литература

1. Кунин П.Н., Богдановская Т.В. Многоконтурные системы с медленными и быстрыми движениями / Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции.-Новокузнецк: СибГИУ, 2003, с.73-78.

2. Кунин П.Н., Богдановская Т.В. Синтез многоконтурных систем с быстрыми движениями и входным фильтром / Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IV Всероссийской научно-практической конференции.-Новокузнецк: СибГИУ, 2003, с.332-336.

3. Кунин П.Н., Богдановская Т.В. Синтез алгоритмов регуляторов систем с медленными и быстрыми движениями. В данном сборнике.

4. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Особые линейные и нелинейные системы.-2-е изд. перераб.-М.: "ythujbplfn? 1981/-304 с., ил.

5. Лукас В.А. Теория управления техническими системами: Компьютерный учеб.курс для вузов.-3-е издание, перераб. и дополн.-Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002.=675 с., ил.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТНЫМ ТИРИСТОРНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

В.Ю. Островляничик, Д.Е. Модзелевский

СибГИУ, г. Новокузнецк

Работа тиристорного преобразователя в качестве возбудителя имеет ряд особенностей. Как правило, тиристорный преобразователь является нелинейным звеном и имеет очень большую зону нечувствительности, что затрудняет реализацию требуемых законов управления. Системы импульсно-фазового управления с раздельным управлением, работающие в электроприводах большой мощности, за счет большой индуктивности не только обладают существенной нечувствительностью, но и это приводит к износу и аварийным режимам в обмотке возбуждения.

В данной работе рассматриваются особенности разработки микропроцессорной системы импульсно-фазового управления, используемой как модернизация комплектного тиристорного электропривода (КТЭ) с аналоговой системой импульсно-фазового управления (СИФУ), используемой в качестве возбудителя.

Следует отметить, что в процессе разработки микропроцессорного комплектного тиристорного электропривода была выполнена физическая модель генератора большой мощности на базе физической модели шахтной подъемной установки. В лаборатории получены характеристики нагрузки, соответствующие генератору мощностью до 5 МВт, что вполне достаточно для исследования подобных электроприводов [1]. За счет включения последовательно с обмоткой возбуждения генератора специальным образом соединенных обмоток трансформаторов удалось получить постоянную времени порядка $1 \div 1,2$ с.

Разработанная структура цифровой системы импульсно-фазового управления представлена на рисунке 1. Здесь, как при построении всей системы в целом, использован модульный принцип. В основе построения функциональной структуры СИФУ преобразователя с раздельным управлением лежит следующее разбиение на функциональные блоки: синхронизация, формирование задания, формирователь импульсов (ФИ), логическое переключающее устройство (ЛПУ), информационный блок состояния тиристорных мостов. Такое разбиение базируется на принципах, которые были заложены в последнем поколении КТЭ, разработанном в 80-х годах запорожским НИИ преобразовательной техники. Методы проектирования, использованные при разработке, рассмотрены в статьях [2] и [3].

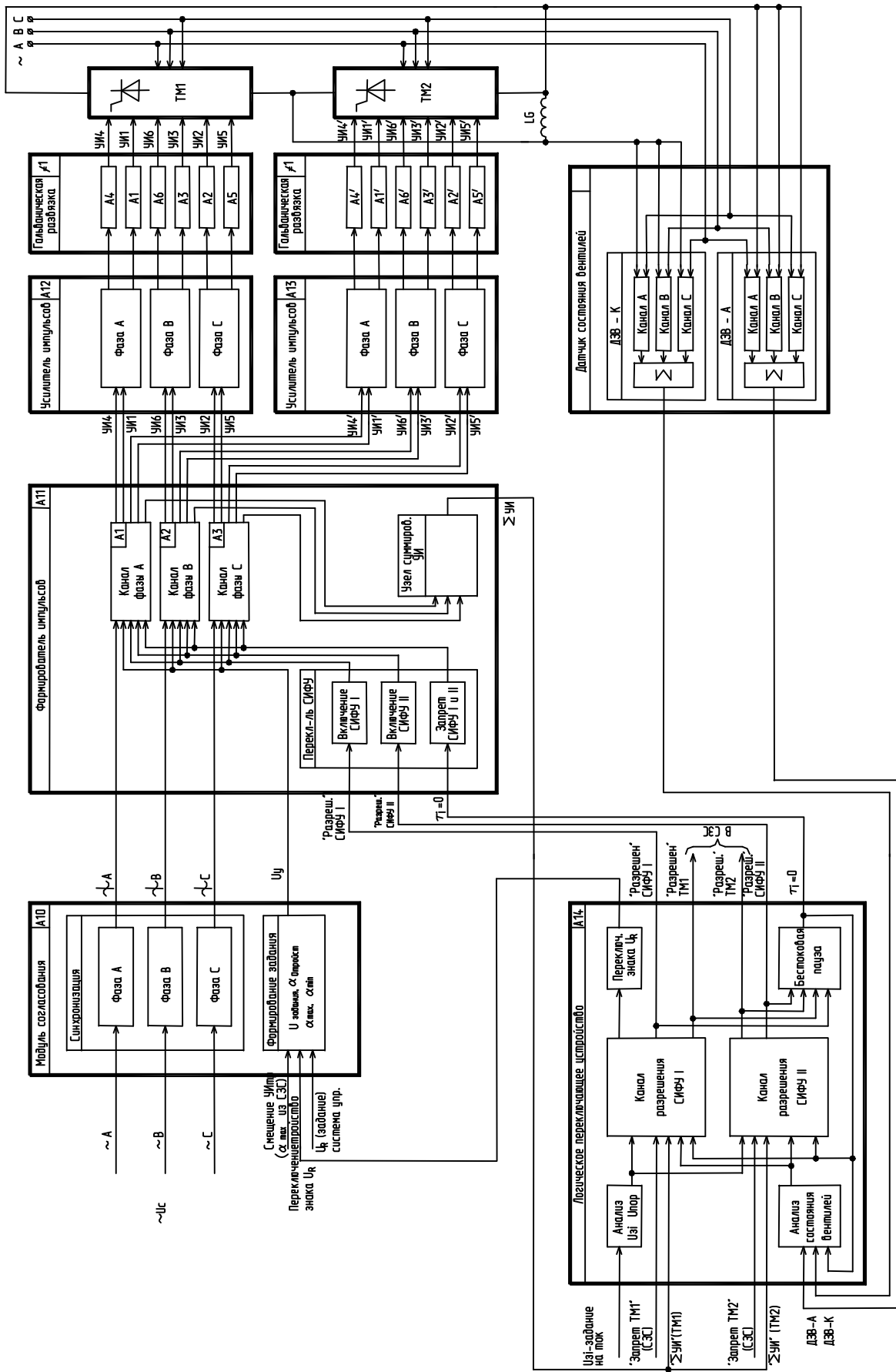


Рисунок 1 – Модульная структура системы импульсно-фазового управления

Разработана модульная структура всех систем электропривода. Предложен новый принцип изображения принципиальных схем с включение функциональных блоков, функционально отражающий алгоритмы работы контроллера. Эти схемы отражают внутрипрограммные принципы работы системы и являются необходимыми как при наладке, так и при эксплуатации. Подобный принцип описания функциональности применен в электроприводах фирмы Siemens, но при этом как функциональная, так и принципиальная часть схемы там изображается довольно условно.

Основное внимание в работе уделено принципу формирования импульсов на тиристоры, при этом разработаны определенные законы, по которым должен управляться тиристорный преобразователь, особенно в момент реверса и открытия моста. При испытаниях тиристорного преобразователя на нагрузку большой индуктивности были исследованы различные варианты управления и выбраны оптимальные режимы, сводящие нелинейности работы преобразователя к минимуму. Данные принципы разработаны и проверены в лаборатории НИИ АЭМ СибГИУ.

На рисунке 2 представлен модуль формирования импульсов принципиально-функциональной структуры цифровой системы импульсно-фазового управления.

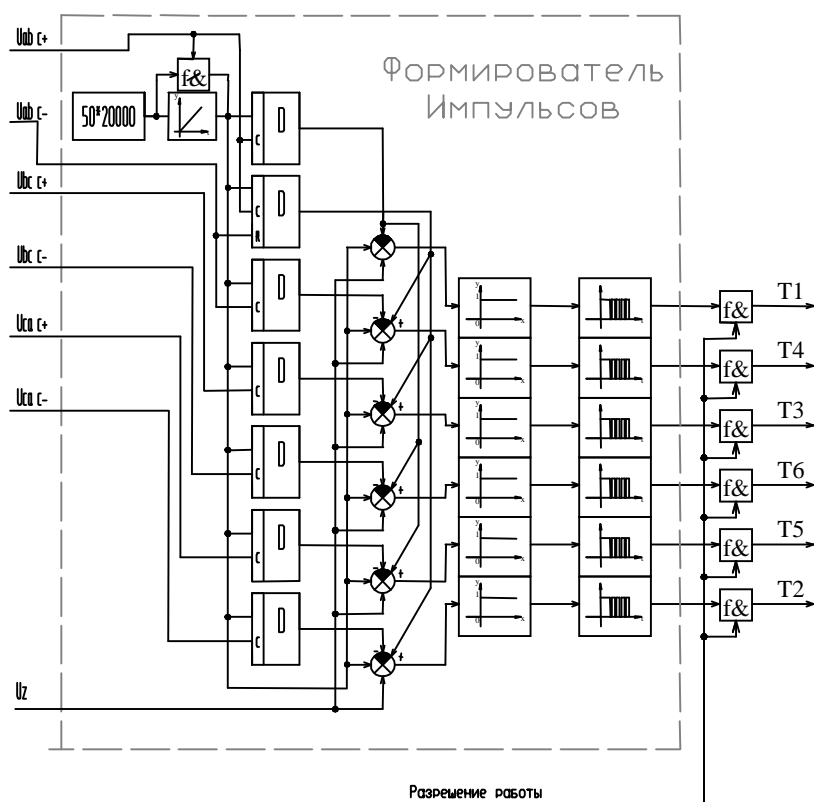


Рисунок 2 – Функциональная схема формирователя импульсов

Сигналы синхронизации поступают на вход блока синхронизации, в котором производится фильтрация и определяется момент времени перехода через ноль фильтрованного сигнала и прямого и обратного направления. Эти логические сигналы поступают на вход блока формирования импульсов (ФИ).

Отстройка по времени производится по первому сигналу фазы АВ, при котором сбрасывается таймер (на схеме интегратор). В момент прихода остальных синхронизирующих сигналов значения таймеров фиксируется элементами памяти.

В момент времени, когда значение сигнала синхронизации от таймера превысит значение задания на угол управления, происходит формирования импульса заданной ширины. Ширина импульса задается интегратором единицы, сравниваемой с константой, сбрасываемого сигналом момента формирования. Второй подтверждающий импульс формируется от тиристора, следующим вступающего в работу.

Интеграл напряжения ширины импульса выглядит следующим образом:

$$U_{\text{шир. имп}} = \int_{t=\{I_{\text{вк}}=1\}} 1 dt; \text{ где } U_{\text{шир. имп}} - \text{напряжение пины, определяющее ширины импульса; } I_{\text{вк}} -$$

логическая переменная, формирующая единицу во время формирования импульса; $\{I_{\text{вк}}=1\}$ – время, когда пины синхронизации превысила величину задания на угол.

Тогда имеем следующее математическое описание в дискретном виде: Если $U_z - U_{\text{са с}} > 0$, то $I_{\text{вк}} = 1$, иначе 0; Если $I_{\text{вк}} = 0$, то $U_{\text{шир. имп}} = 0$; Если $I_{\text{вк}} = 1$, то $U_{\text{шир. имп}} = U_{\text{шир. имп}(n-1)} + 1 \Delta t$; Если $U_{\text{шир. имп}} > C_{\text{шир}}$, то $I_{\text{от}} = 0$, иначе 1; $I_i = I_{\text{вк}} \& I_{\text{от}}$; $I_{T_i} = I_i + I_{i+1}$; $\text{SumI} = \sum_i I_i$, где вычисления во внутренней скобке считаются для каждого тиристора, т.е. б

раз; U_z – сигнал задания на угол управления; $U_{\text{са с}}$ – сигнал значения момента синхронизации, как разница между временем таймера и временем прихода соответствующей фазы синхронизации (СА, АВ или ВС); $I_{\text{вк}}$ – логическая переменная момента включения подачи импульса; $I_{\text{от}}$ – логическая переменная момента отключения подачи импульса; $\&$ – операция логического И; I_i – импульс, заданной ширины, для i -ого тиристора; I_{i+1} – импульс, заданной ширины, для $i+1$ -ого тиристора (если $i = 6$, то $i+1=1$); I_{T_i} – парный импульс (открывающий и подтверждающий) подаваемый на i -ый тиристор; SumI – суммарный импульс, необходимый для работы ЛПУ.

На выходе формирователя импульсов присутствует блокировка импульсов по сигналам выбора моста от ЛПУ, по запрету импульсов из системы защит и сигнализации и внешним блокировкам.

Подобные принципы использованы для описания каждого модуля системы. В последствии составляется математическое описание системы в целом, на основании которого составляется управляющая программа. Таким образом, осуществляется наглядность и документированность разработки, а также ясность принимаемых решений.

В заключении хочется отметить, что подобные подходы эффективны при модернизации существующих систем, так и при разработке новых систем, содержащих микропроцессорные компоненты.

Литература.

1. Островлянич В.Ю. Автоматический электропривод постоянного тока горно-металлургического производства: Учебное пособие – Новокузнецк, 2004. – 383 с.
2. Модзелевский Д.Е. «Алгоритмизация процессов управления в электроприводе ШПУ» // Труды десятой юбилейной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных СТТ-2004 Томск: Изд-во ТПУ, 2004 г. т.1 стр. 260
3. Островлянич В.Ю., Модзелевский Д.Е. «Принципы построения алгоритмических структур систем логического управления современного электропривода» // Труды второй всероссийской научно-практической конференции: «Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях»/ Под. ред. В.Ю. Островляничка, П.Н. Кунина — Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2004 г. стр. 116

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.Е. Шендриков, С.П. Мочалов, И.А. Рыбенко

СибГИУ, г. Новокузнецк

При совершенствовании и разработке технологических режимов металлургических процессов требуется решение различных оптимизационных задач [1, 2], направленных на сокращение сроков освоения и потерь производства при применении новых технических и технологических разработок.

В данной работе представлены результаты по разработке инструментальной системы расчета металлургических процессов на основе объектно-ориентированного подхода, которая позволяла бы оперативно перестраивать схемы расчета технологических режимов и решать соответствующие оптимизационные задачи без привлечения к модификации программных модулей специалиста-разработчика.

Для реализации такой системы использованы современные технологии разработки, основанные на объектно-ориентированном программировании (ООП), анализе (ООА) и проектировании. Схема, отражающая общие взаимосвязи предметной области и особенности организации соответствующей информации в инструментальной системе представлена на UML диаграмме классов объектно-ориентированного представления металлургического процесса как технологического объекта (рисунок 1).

Самым простым элементом системы с этой точки зрения является химический элемент E_i , который не является составным и характеризует последний уровень системы дальше которого декомпозиция не имеет смысла. Он определяется только набором свойств и молярной массой M_{E_i} , которая необходима для расчета материального баланса системы.

Набор химических элементов в определенных пропорциях задает вещество $E_{ix}E_{jy}$, где x и y - коэффициенты соединения. С использованием обозначения языка UML это отражено на диаграмме отношением агрегации между веществом и химическим элементом. Графически отношение агрегации изображается сплошной линией, один из концов которой представляет собой незакрашенный внутри ромб. Этот ромб указывает на класс вещество, который представляет собой «целое». Класс химический элемент является его «частью».

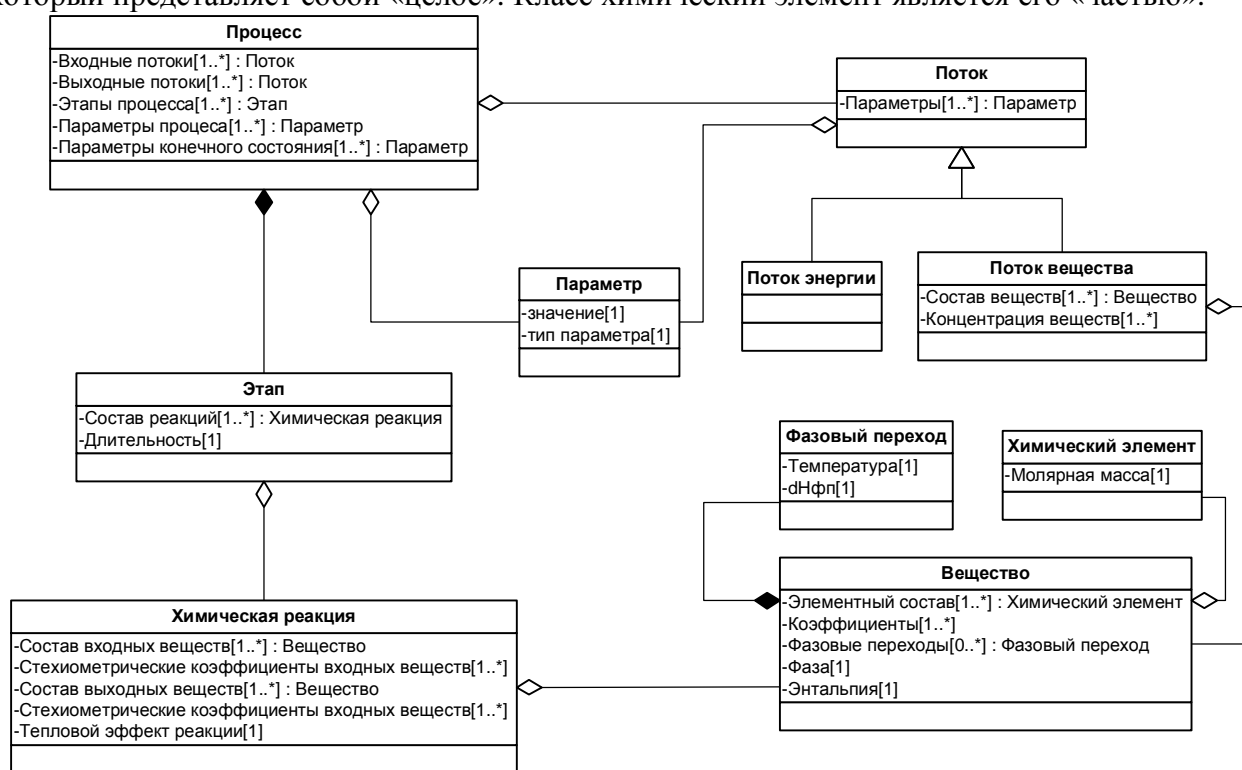


Рисунок 1 – UML диаграмма классов объектно-ориентированного представления металлургического процесса как технологического объекта

Вещество, в свою очередь, является реагентом или продуктом более сложного элемента системы – химической реакции и помимо составляющих его химических элементов определяется текущей фазой состояния и фазовыми переходами, если они существуют. Поэтому на диаграмме фазовый переход связан с веществом отношением композиции. Это отношение является частной формой отношения агрегации и служит для выделения специальной формы отношения «часть-целое», при которой составляющие части в некотором смысле находятся внутри целого. Специфика взаимосвязи между ними заключается в том, что фазовые переходы тесно связаны с веществом и не могут выступать в

отрыве от него, т.е., выражаясь в терминологии UML, с уничтожением вещества уничтожаются и все его фазовые переходы.

Также как химический элемент связан с веществом отношением агрегации, последнее, в свою очередь, связано с химической реакцией. Для выполнения закона сохранения вещества всем веществам, принимающим участие в реакции, задаются стехиометрические коэффициенты.

Химические реакции, сгруппированные по некоторым критериям (агрегатному состоянию реагентов и продуктов реакции; числу фаз, в которых находятся участники реакции; тепловому эффекту и т.д.) образуют определенный этап протекания процесса. Химическая реакция и этап процесса связаны отношением агрегации, сам процесс и его этапы находятся в отношении композиции.

Соединения химических элементов, принимающих участие в химических реакциях, образуют потоки веществ поступающих k и образующихся l в ходе процесса. Однако в связи с тем, на систему могут оказываться различные внешние воздействия, поток вещества связан с процессом через свой класс-предок «поток», который является обобщением для классов «поток вещества» и «поток энергии». Это отражено на UML диаграмме отношением обобщения между перечисленными классами.

Общее количество веществ в потоке определяется кратностью атрибута «состав веществ» и в нашем случае соответствует $[1..*]$, что в нотации языка UML означает, что количество веществ в потоке может принимать любое положительное целое значение большее или равное 1. Для некоторого вещества m его содержание R_m в k -ом входном потоке в процентах указывается от общей доли всех веществ в потоке. Для выходного потока содержание некоторого вещества n обозначим R_n .

При рассмотрении параметров системы приняли, что вещества m и n являются элементами множества \mathcal{X} и могут присутствовать в разных фазах в виде различных соединений $E_{ix}E_{jy}$, состоящих из элементов E_i и E_j множества ξ . Подмножеством \mathcal{X} являются: оксиды произвольного элемента Z_xO_y или металла MeO_y ; простые вещества Z , $[Z]$, $[Me]$, состоящие из одного элемента; восстановители B , $[B]$, $\{B\}$ в виде твердого, растворенного или газообразного вещества.

Для потока характерно наличие параметров, отражающих материальную, энергетическую, информационную и финансовую составляющую потока. Для произвольного потока материальными параметрами являются: t – температура, °C; ρ – плотность, кг/м³; G – массовый расход, кг/с. К энергетическим параметрам относится тепло потока Q , кДж/с; к информационным – энтропия S ; к финансовым – удельная цена материала потока Π , руб/т.

К параметрам процесса относятся коэффициенты, характеризующие степени дожига газов: $\eta_{\text{дож}}^{\text{CO}}$ – степень дожига CO до CO₂ и $\eta_{\text{дож}}^{\text{H}_2}$ – степень дожига H₂ до H₂O. Конечными параметрами процесса являются: степень восстановления металла $\eta_{\text{восст}}$, основность шлака B , содержание углерода в металле $[C]$, %.

Базовый набор веществ, присутствие которых возможно в той или иной фазе процесса, справочные данные по химическим элементам являются единичными и берутся из общей базы данных; информация о параметрах протекания процесса, характеристиках потоков хранится либо в базе данных, либо информация о них является предопределенной на этапе разработки системы и «зашита» в модель. На основе этой информации пользователь системы путем визуального конструирования собирает каркас металлургического процесса. Механизм инкапсуляции, заложенный в системе, реализует функцию скрытия от него внутренних механизмов построения и связывания объектов, а также их индивидуальные параметры, используемые при расчете.

Расчет расходов компонентов входных потоков при заданном конечном состоянии осуществляется на основе расчетов материального и теплового балансов, базирующихся на законах сохранения массы и энергии относительно составляющих гетерогенной системы. Для

стационарного режима были выведены [3] и получены основные уравнения, положенные в основу расчета.

Так, с учетом вышеизложенных обозначений уравнение баланса по каждому элементу E_i , который может присутствовать в разных фазах в виде различных соединений записали в виде:

$$\sum_{k=1}^{K^f} \sum_{m=1}^{N_k^{E_i^f}} \frac{G_k^f / E_{ix_m} E_{jy_m} / k}{100} \cdot \frac{x_m M_{E_i}}{M_{E_{ix_m} E_{jy_m}}} + \sum_{k=1}^{K^r} \sum_{m=1}^{N_k^{E_i^r}} \frac{G_k^r \{E_{ix_m} E_{jy_m}\}_k}{100} \cdot \frac{x_m M_{E_i}}{M_{E_{ix_m} E_{jy_m}}} =$$

$$= \frac{G_M \cdot [E_i]}{100} + \sum_{n=1}^{N_{\text{шл}}^{E_i}} \frac{G_{\text{шл}}(E_{ix_n} E_{jy_n})}{100} \cdot \frac{x_n M_{E_i}}{M_{E_{ix_n} E_{jy_n}}} + \sum_{n=1}^{N_{\text{г}}^{E_i}} \frac{G_{\text{г}} \{E_{ix_n} E_{jy_n}\}}{100} \cdot \frac{x_n M_{E_i}}{M_{E_{ix_n} E_{jy_n}}}, \quad (1)$$

где $/E_{ix_m} E_{jy_m} /$, $\{E_{ix_m} E_{jy_m}\}$ - концентрация m -го вещества, содержащего элемент E_i в k -ом конденсированном либо газообразном входном потоке соответственно, %, $[E_i]$ - концентрация вещества, состоящего из элемента E_i , в металле, %; $(E_{ix_n} E_{jy_n})$, $\{E_{ix_n} E_{jy_n}\}$ - концентрация n -го вещества, содержащего элемент E_i в шлаковой и газовой фазах выходного потока соответственно, %; $N_k^{E_i^f}$, $N_{\text{шл}}^{E_i}$, $N_{\text{г}}^{E_i}$, - количество веществ, содержащих элемент E_i , в k -ом входном потоке, шлаке и газе, x_m , y_m - стехиометрические коэффициенты m -го соединения элемента E_i ; M_{E_i} , $M_{E_{ix_m} E_{jy_m}}$ - молярные массы E_i элемента и его соединений, кг/моль.

Уравнение теплового баланса с учетом теплообмена с окружающей средой и описанных переменных представили в виде:

$$\sum_{k=1}^{K^f} \sum_{m=1}^{N_k^f} (\Delta H_T^0)_m \frac{G_k^f / R_m / k}{100 \cdot M_{R_m}} + \sum_{k=1}^{K^r} \sum_{m=1}^{N_k^r} (\Delta H_T^0)_m \frac{G_k^r \{R_m\}_k}{100 \cdot M_{R_m}} + Q_{\text{ист}} =$$

$$= \sum_{n=1}^{N_M} (\Delta H_T^0)_n \frac{G_M [R_n]}{100 \cdot M_{R_n}} + \sum_{n=1}^{N_{\text{шл}}} (\Delta H_T^0)_n \frac{G_{\text{шл}}(R_n)}{100 \cdot M_{R_n}} +$$

$$+ \sum_{w=1}^W \Delta H_w^0 \left(\sum_{k=1}^K \frac{G_k R_{kw}}{100 M_{R_w}} - \sum_{l=1}^L \frac{G_l R_{lw}}{100 M_{R_w}} \right) + Q_{\text{пот}}. \quad (2)$$

где $(\Delta H_T^0)_m$ - изменение энтальпии вещества m -го вещества в k -ом входном потоке при нагреве от 298 К до T_k , кДж/моль; R_{mk} - концентрация вещества R_m в k -ом входном потоке, %; M_{R_m} - молярная масса вещества R_m , кг/моль; W - число независимых реакций; ΔH_w^0 - стандартный тепловой эффект w -ой химической реакции; R_{kw} , R_{lw} - содержание вещества R , прореагировавшего в w -ой реакции во входном k и выходном l потоке соответственно; $Q_{\text{ист}}$, - приход тепла в систему от внешних источников, кДж/с; $Q_{\text{пот}}$ - тепловые потери в окружающую среду, кДж/с.

Реализация создания информационной системы по модели предметной области, включающей объекты и взаимосвязи, представленные на рисунке 1, для исследования стационарных режимов металлургических объектов осуществляется в объектно-ориентированной среде программирования и быстрой разработки приложений Borland Delphi.

При построении системы используются следующие основные решения: применение средств диалога и визуализации на этапах конструирования задач; использование принципов объектно-ориентированного проектирования для формализованного описания структуры и логики моделируемой системы; использование технологии реляционных баз данных для хранения и обработки данных об исследуемом объекте; применение дополнительных

инструментов и средств для осуществления вычислительных задач, анализа и статистической обработки данных, организуемых в виде отдельных модулей, динамически подключаемых OLE Automation приложений.

Система разрабатывается для проведения расчетов следующих процессов: непрерывное получение металла из чугуна и окалины в агрегате типа СЭР; комплекс различных технологий прямого получения металла из пылевидных руд и отходов в агрегате типа СЭР; кислородно-конверторный процесс; электросталеплавильное производство и др.

Литература

1. Мочалов С.П., Рыбенко И.А., Климов В.Ю. Разработка методики и системы расчета процессов непрерывного получения металла в агрегатах струйно-эмульсионного типа. – В кн.: Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: Труды Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2001. С. 193-199.

2. Мочалов С.П., Калашников С.Н. Цымбал В.П. и др. – В кн.: Современные проблемы и пути развития металлургии: Труды Международной научно-практической конференции.- Новокузнецк: изд. СибГГМА, 1997. С. 116.

3. Рыбенко И.А., Мочалов С.П. Разработка средствами Excel системы расчета металлургических процессов //Изв. вуз. Черная металлургия. 2005. № 2. С. 55-58

ВВЕДЕНИЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

А.В. Юденков, Е.А. Зрюмов, С.П. Пронин

АлтГТУ, г. Барнаул

На сегодняшний день наблюдается возрастающая тенденция использования в научных исследованиях многоэлементных фотоприемников, в том числе видеокамеры на основе ПЗС - фотоприемников. В сочетании с персональными компьютерами они представляют мощные экспериментальные комплексы сбора и обработки информации, которые в совокупности представляют информационно-измерительные оптико-электронные системы (ИИ ОЭС) [1]. Нельзя забывать о том, что любое средство измерения требует оценки его качества. Характеристика ПЗС-фотоприемника ИИ ОЭС является показателем качества системы, поэтому требует детального изучения. В настоящий момент известные показатели качества не дают полного представления о воспроизводящих свойствах ИИ ОЭС, в том числе и частото-контрастная характеристика (ЧКХ). При исследовании тест - объекта в динамическом режиме авторы предлагают ввести дополнительный показатель - функцию передачи сигнала. Функция передачи сигнала (ФПС) - это зависимость уровня сигнала между двух штрихов от пространственной частоты в пирамидальной мире.

Для исследования ФПС и ЧКХ ПЗС-фотоприемника разработана экспериментальная установка, позволяющая задавать частоту вибрации тест-объекта, изображение которого фиксируется на ПЗС-фотоприемнике видеокамеры, после чего с помощью специализированного программного обеспечения рассчитывается контраст изображения и строится контрастно-частотная характеристика. Тест-объект представляет собой набор штрихов с различной пространственной частотой (рисунок 1): $N_1=0,091\text{ мм}^{-1}$, $N_2=0,109\text{ мм}^{-1}$, $N_3=0,145\text{ мм}^{-1}$, $N_4=0,169\text{ мм}^{-1}$, $N_5=0,235\text{ мм}^{-1}$, $N_6=0,400\text{ мм}^{-1}$, $N_7=1,111\text{ мм}^{-1}$.

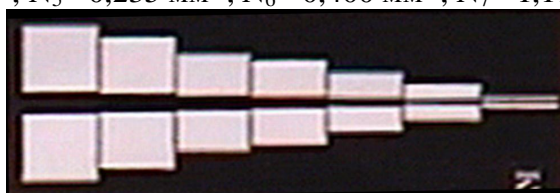


Рисунок 1 – Изображение штриховой миры при отсутствии вибраций

В первом эксперименте частота вибрации тест-объекта составляла 0 Гц, то есть тест-объект находился в состоянии покоя (рисунок 1). Во втором эксперименте частота вибрации тест-объекта составляла 50 Гц, то есть тест-объект находился в динамическом состоянии (рисунок 2).



Рисунок 2 – Изображение штриховой миры при частоте вибрации 50 Гц.

По результатам обработки полученных данных построены ЧКХ (рисунок 3) и ФПС (рисунок 4) ПЗС-фотоприемника видеокамеры в различных режимах.

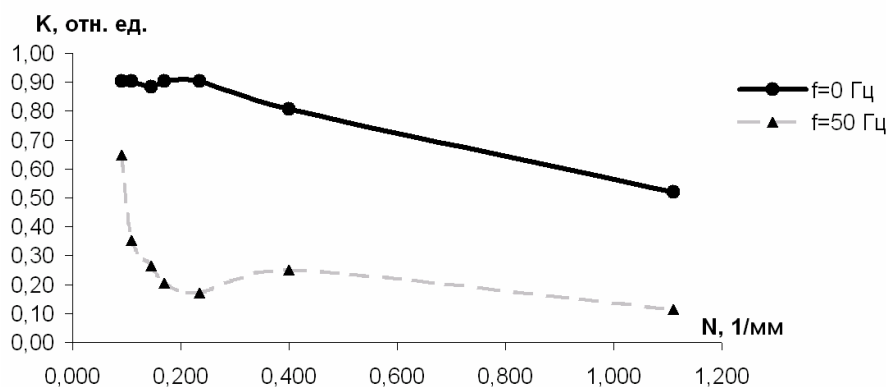


Рисунок 3 – Динамическая и статическая ЧКХ

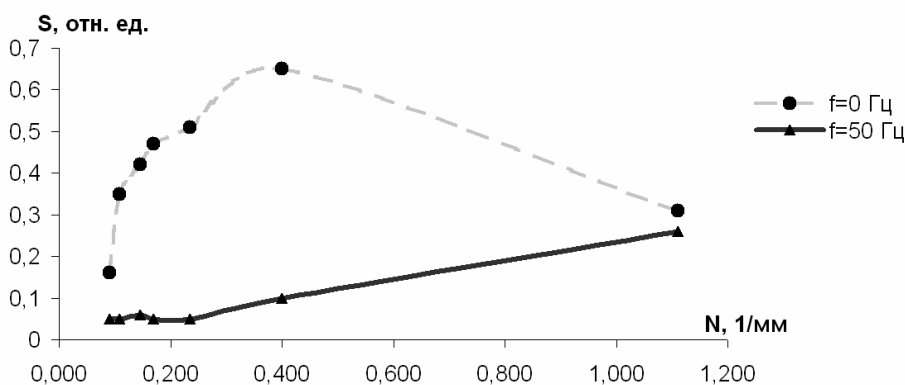


Рисунок 4 – Динамическая и статическая ФПС

Можно сказать, что в статическом режиме контраст изображения растров пирамидальной миры незначительно уменьшается с увеличением пространственной частоты (рисунок 3), причем при $N > 0,5 \text{ мм}^{-1}$ контраст изменяется незначительно. Как видно из рисунка 4 в статическом состоянии ФПС плавно увеличивается с увеличением пространственной частоты.

При частоте колебаний тест-объекта 50 Гц, как видно из рисунка 2, на пространственной частоте $N = 1,111 \text{ мм}^{-1}$ штрихи становятся неразличимы, т.е. наблюдается так называемый "нулевой контраст". При $N = 0,400 \text{ мм}^{-1}$ наблюдается эффект ложного разрешения [2], при котором темный промежуток становится светлым. На всех остальных пространственных частотах такого эффекта не наблюдается и штрихи раstra различимы. Проанализируем ЧКХ в динамическом режиме. Как видно из рисунка 3 по ЧКХ нельзя определить возникновение эффекта ложного разрешения, т.к. значению контраста, соответствующего пространственной частоте $N = 0,400 \text{ мм}^{-1}$, на которой наблюдается эффект

ложного разрешения, соответствует такое же значение контраста, как и частоте $N = 0,145 \text{ мм}^{-1}$ на которой растры различимы.

Анализируя ФПС (рисунок 4) необходимо отметить, что частота $N = 0,400 \text{ мм}^{-1}$, на которой наблюдается пространственный фазовый сдвиг, соответствует глобальному максимуму этой функции. Следовательно с помощью ФПС можно определить фазовые изменения, происходящие с изображением тест-объекта в динамическом режиме.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что для исследования качества ИИ ОЭС в динамическом режиме не достаточно применения ЧКХ, т.к. по ней нельзя определить фазовых сдвигов. Использование ФПС дает возможность определить фазовый сдвиг в изображении пирамидальной миры.

Литература

1. Пронин С.П. Оценка качества информационно-измерительной оптико-электронной системы: Монография / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. - 125с.
2. О'Нейл Э. Введение в статистическую оптику. М.: Мир, 1966. 254 с.

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ

В.Е. Белоусов, А.В. Ерохин, А.М Лысов
ВГАСУ, г. Воронеж

При анализе экономических явлений на основе экономико-математических методов особое место занимают модели, выявляющие количественные связи между изучаемыми показателями и влияющими на них факторами.

Главным инструментом эконометрии служит экономико-математическая модель факторного анализа, параметры которой оцениваются средствами математической статистики. Эта модель выступает в качестве средства анализа и прогнозирования конкретных экономических процессов на основе реальной статистической информации.

Системный подход к прогнозированию сложных объектов требует максимально возможный учет совокупности переменных, характеризующих объект, и взаимосвязей между ними. В процессе исследования прогнозист вынужден выбирать компромиссный вариант между числом переменных в описании объекта, сложностью и трудоемкостью анализа и прогноза. Если к тому же большинство или все из этих переменных имеют стохастический характер, то задача значительно усложняется.

В связи с этим для построения адекватных статистических моделей в данной работе для целей экономического прогнозирования предлагается метод группового учета аргументов (МГУА).

МГУА основан на принципе самоорганизации моделей на ЭВМ [1]. Согласно этому принципу осуществляется целенаправленный перебор постепенно усложняющихся структур математических моделей и их отбор по ряду эвристических внешних критериев, которые проходят через свои минимумы, что и дает возможность определить модель оптимальной сложности. В этом методе все вопросы оптимизации решаются при помощи перебора вариантов только на материале заданной обучающей и проверочной выборках. Никакой информации о распределениях вероятности не используются. Это по существу непараметрический метод [2,3].

Принцип самоорганизации моделей заключается в том. Что при постепенном увеличении сложности моделей значение внутренних критериев при наличии шума монотонно падает. В тех же условиях все внешние критерии проходят через свои минимумы, что и дает возможность определить модель оптимальной сложности, единственную для каждого внешнего критерия. В качестве критерия можно, например, выбрать среднеквадратическую ошибку $\Delta^2(B)$, рассчитанную по контрольной выборке, то есть на данных, не использованных для получения коэффициентов модели.

Предлагаемый метод группового учета аргументов позволяет учесть практически любое число переменных небольшими группами, например, попарно. При этом процедура синтеза модели состоит в рекуррентном повторении решения, элементарной системы нормальных уравнений с небольшой по размерности матрицей. Матрицы уравнений построенных на полных полиномах Колмогорова-Габор [4], всегда плохо обусловлены. Но среди разнообразия малых матриц частных уравнений всегда можно выбрать хорошо обусловленные матрицы. В том случае, когда обучающая выборка ограничена, некоторые аргументы становятся “вредными”, поэтому точность увечится, если мы избавимся от них. Эту работу и выполняют пороговые самоотборы после каждого шага. Оптимальное число переменных, пропускаемых из ряда в ряд, определяется по величине порога. В качестве порога может быть выбрана величина среднеквадратической ошибки, определяемой по контрольной выборке, или коэффициент корреляции между предиктантом и действительной величиной прогнозируемой переменной на момент прогноза. Сокращение размерности матрицы за счет устранения второстепенных, несущественных членов полинома является эффективным средством повышения обусловленности [5].

Согласно принципу неокончательных решений (свобода выбора) всякая однорядная процедура может быть заменена многорядной, требующей меньшего времени счета, только при условии сохранения достаточной свободы выбора, нескольких лучших решений каждого предыдущего ряда.

Принцип неокончательных решений находит применение при разработке многорядных алгоритмов МГУА и при последовательном применении внешних критериев для выбора лучших моделей. В соответствии с этим принципом в процессе последовательного принятия решений в каждом ряду алгоритма выбирается определенное число (F) лучших решений. Лишь в последнем ряду, где достигается минимум внешнего критерия точности, выбирается одно самое лучшее решение. Если дальнейшее увеличение числа рядов не дает улучшения внешнего критерия, то это значит, что получена модель оптимальной сложности.

Используя различные опорные функции, при помощи операции сложения или умножения можно получить соответственно аддитивные, мультипликативные или аддитивно-мультипликативные модели. Зачастую экономические задачи требуют введения в состав аргументов обратные величины и их степени или другие нелинейные функции.

Алгоритм получения аддитивно-мультипликативных моделей, содержащих мультипликативные члены в любых, в общем случае не целых, положительных и отрицательных степенях, запишем в виде:

$$y = \sum_{k=1}^c a_k \prod_{i=1}^m x_i^{p_{ki}} \quad (2)$$

где p_{ki} - любая (в общем случае не целая) положительная или отрицательная степень i -го аргумента; c - показатель максимальной сложности аддитивно-мультипликативной модели при заданном числе аргументов m , a_k - коэффициенты, подлежащие определению.

Синтез модели выполняется в 2 этапа. Предположим, что задана выборка длиной N при m переменных, часть из которых не входит в модель. Необходимо найти структуру и параметры модели, лучшим образом описывающей данный процесс.

I этап. Предположив, что модель имеет максимальную сложность представим ее в виде произведения всех заданных переменных в неизвестных степенях:

$$y = x_1^{k_1} \cdot x_2^{k_2} \dots x_m^{k_m} \quad (3)$$

Прологарифмируем это выражение по произвольному основанию b ($b > 0$):

$$\log_b y = k_1 \log_b x_1 + k_2 \log_b x_2 + \dots + k_m \log_b x_m \quad (4)$$

По выборке данных измерений величин y , x_1 , x_2 , ... x_m составляется выборка прологарифмированных значений этих переменных.

Далее действует комбинаторный алгоритм МГУА [5] с линейными частными описаниями при единичной степени переменных. По очереди во всевозможных комбинациях исключаются те или иные слагаемые полного полинома (4), а полученные таким образом частные полиномы оцениваются по двум критериям $\Delta(NB)$ – точности краткосрочного прогноза (определяется на проверочной выборке NB): n_{CM} – минимума смещения (определяется на выборке NA – обучающей и NB – проверочной). Неизвестные коэффициенты a_k и k_m находятся по методу наименьших квадратов.

Критерий точности пошагового прогноза вычисляется на проверочной выборке $\Delta(NB)$ по формуле:

$$\Delta(N_b) = \sqrt{\frac{\sum_{t \in N_b} (y_t^m - y_t)^2}{\sum_{t \in N_b} (y_t - \bar{y}_t)^2}}$$

где y_t^m – значение прогнозируемого элемента (предиктанта), вычисленного по модели;

y_t – истинное значение предиктанта на момент прогноза; $\bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum y_t$ – среднее значение предиктанта из всех реализаций; $N = N_A + N_B + N_C$ – вся совокупность исходных данных; N делится на обучающую выборку N_A , при помощи которой оцениваются параметры модели, на проверочную выборку N_B , при помощи которой осуществляется выбор модели, и на экзаменационную для проверки качества прогноза [4].

Критерий минимума смещения вычисляется по формуле:

$$n_{cm} = \sqrt{\frac{\sum_{t \in N} (y_t^{N_a} - y_t^{N_b})^2}{\sum_{t \in N} (y_t^{N_a} + y_t^{N_b})^2}}$$

где $y_t^{N_a}$ – значение предиктанта y , рассчитанного по модели, оценки коэффициентов которой получены на части N_A таблицы исходных данных $y_t^{N_b}$ – то же на части N_B таблицы исходных данных; N – полное число точек таблицы.

Далее находим некоторое число $F1$ оптимальных моделей логарифма предиктанта. Потенцируя их, получаем $F1$ оптимальных в смысле минимума некоторого заданного внешнего критерия мультипликативных моделей вида (3).

II этап. Исходный базис независимых переменных (предикторов) участвующих в синтезе модели, расширяется введением в качестве дополнительных предикторов $F1$ моделей первого этапа.

По комбинаторному алгоритму МГУА для исходного вектора предиктанта y и расширенной матрицы исходных данных синтезируются $F2$ моделей вида

$$y_i = \sum_{j=1}^m b_{ji} x_j + \sum_{j=1}^{m+F1} b_{ji} x_j \prod_{k=1}^n x_k^{a_{ki}}, i=1, \bar{F2}$$

На первом этапе по однорядному комбинаторному алгоритму МГУА выполняется перебор моделей без свободного члена, на втором этапе – полный перебор.

Таким образом, использование многорядных алгоритмов МГУА с пороговыми отборами является эффективным средством преодоления проблемы размерности, а внешний критерий используется как ограничение перебора моделей. МГУА позволяет не только реализовать нелинейный полином практически любой сложности, но и выбрать его степень, при которой достигается максимум точности, измеряемой на отдельной проверочной выборке, то есть происходит оптимизация сложности полинома.

При использовании метода группового учета аргументов на ЭВМ от исследователя не требуется больших априорных знаний о моделируемом объекте. Выборка, класс уравнений, предполагаемые виды опорных функций, в которых следует искать модель, внешние критерии – вот и все, что требуется для самоорганизации модели. Исследователь может влиять на результат самоорганизации модели через уточнение, комбинирование или постановку новых внешних критериев выбора модели, выбор лучшей из небольшого числа моделей, указанных ЭВМ. Благодаря этому, МГУА приводит к объективному выбору модели оптимальной сложности с учетом пожеланий исследователя (эксперта).

Самоорганизации связана с эвристическими методами. Следует отметить, что точность результатов моделирования зависит не только от совершенства математического аппарата, но также от целесообразного выбора критерия и умения его применения. Эвристически характер самоорганизации моделей особенно проявляется при выборе опорной функции частных описаний, критериев отбора моделей, способа регуляризации, способа нормирования данных, реализации последовательного повышения сложности моделей – претендентов. Пороговые значения, используемые при пороговом отборе, могут быть заданы эвристически и уточнены при помощи многократного повторения вычислений.

Литература

1. Бирт Ст. Кибернетика и управление производством. – М.: Наука, 1965. -391 с.
2. Ватырева О.В. расчет значимости коэффициентов множественной корреляции и выбор оптимального числа предсказателей // Метеорология и гидрология. – 1969. –N3. –С. 49-57.
3. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.
4. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1988. - 424 с.
5. Золоторев В.Н., Юрачковский Ю.П., Жуков В.А. Прогноз дефицита точки росы с использованием алгоритма метода группового учета аргументов с двухчленными частными моделями // Тр. Гидрометцентра СССР. 1989. Вып. 299. –С. 51-55.

ASSOCIATIVE NETWORK DISCOVERY (AND) – КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ АССОЦИАТИВНЫХ СЕТЕЙ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

П.С. Деменков^{1,2}, Е.Э. Аман², В.А. Иванисенко²

¹*Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск*

²*Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск*

Большой объем данных о взаимодействиях между молекулярно-генетическими объектам накоплен в публикациях и компьютерных базах данных. Для анализа этой информации необходимо применение компьютерных методов, позволяющих автоматически обрабатывать тексты статей и интегрировать полученные данные о взаимодействиях с информацией из баз данных [1-3].

Для решения задачи извлечения информации о взаимодействиях молекулярно-генетических объектов из текстов была разработана система Associative Network Discovery (AND), позволяющая автоматически реконструировать сети молекулярно-генетических взаимодействий на основе методов Text- и Data-mining [4].

Система реконструкции ассоциативных сетей AND [5] состоит из модуля анализа текста, базы знаний об ассоциативных взаимодействиях и программы визуализации для реконструкции сетей взаимодействий. С использованием словарей синонимов названий молекулярно-генетических объектов производится лингвистический анализ текстов рефератов из базы данных PubMed. Полученная информация об ассоциациях между белками, генами, метаболитами, микроРНК заболеваниями заносится в базу данных. База данных реализована с использованием средств СУБД MySQL 5.0.

Нами было проанализировано 8 114 444 рефератов из PubMed за период с 1990 по 2006 гг., на основе этих текстов выявлено 2497567 ассоциаций.

Для оценки точности распознавания фактов взаимодействий из текстов нами было проведено сравнение генной сети реконструированной экспертом (активация NF- κ B) с ассоциативной сетью NF- κ B, построенной на основе информации, извлеченной из текстов рефератов. В этих сетях было выявлено 89% общих объектов, 59% общих связей.

Наряду с информацией о взаимодействиях, выявленных из тестов, база данных ассоциативных сетей содержит данные о взаимодействиях, извлеченных из фактографических баз данных, таких как KEGG, IntAct, TRRD, MirBase и др.

На сегодняшний день объем базы данных составляет более 60 миллионов записей.

Система AND может быть полезна при решении широкого спектра задач системной биологии, биомедицины, и биотехнологии, таких как расширение и дополнение генных сетей, реконструированных экспертом, выявление ассоциации генных сетей с заболеваниями, поиск возможных молекулярных механизмов ассоциаций между патологиями, выявление генов-кандидатов для генотипирования, мутации в которых приводят к возникновению заболеваний.

Система AND применяется для интерпретации результатов microarray анализа изменения экспрессии генов под действием определенного фактора. С помощью ассоциативной сети, мы имеем возможность определить, функционирование каких метаболических, транспортных путей и путей передачи сигналов изменяется вследствие исследуемого воздействия на клетку. Такой анализ может быть полезен как для получения новых знаний о функционировании ряда генных сетей, так и для верификации эксперимента.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований грант № 05-04-49283-а, CRDF Rup2-2629-NO-04 и № RUX0-008-NO-06, Междисциплинарным интеграционным проектом фундаментальных исследований СО РАН 49, а также грантом Поддержки ведущих научных школ № НШ-4413.2006.1.

Литература

1. Jenssen TK, Laegreid A, Komorowski J, Novig E. A literature network of human genes for high-throughput analysis of gene expression. // *Nat Genet.* 2001; 28(1):21-8.
2. Leroy G, Chen H. Filling preposition-based templates to capture information from medical abstracts. // *Pac Symp Biocomput.* 2002, 350-61.
3. Novichkova S, Egorov S, Daraselia N. MedScan, a natural language processing engine for MEDLINE abstracts. // *Bioinformatics.* 2003 Sep 1;19(13):1699-706.
4. S. Ananiadou, D.B. Kell, J. Tsujii (2006) Text mining and its potential applications in systems biology, *Trends Biotechnol.*, 24: 571-579
5. Aman E.E., Demenkov P.S., Pintus S.S., Nemiátov A.I., Apasieva N.V., Korotkov R.O., Ignatieva E.V., Podkolodny N.L., Ivanisenko V.A. A computer system for the automated reconstruction of molecular-genetic interaction networks. *Proc. BGRS-2006, Novosibirsk*, 3, 15-18

О СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Т.В. Киселева, Т.В. Пучкова

СибГИУ, г. Новокузнецк

Структурный анализ временных рядов данных применяется для определения внутренней структуры реализаций различных параметров [1]. Он опирается на распознавание разнообразных трендов с их наглядным представлением. Оперативное распознавание и фиксирование особых точек (моментов изменения трендов), которые соотносятся с моментами наиболее значительного изменения конкретных свойств динамического ряда данных, обеспечивает своевременность принятия управляющего

решения. Как известно, правильное и своевременное принятие управляющего решения влияет на эффективность функционирования системы управления.

Одной из задач структурного анализа временных рядов данных является построение условно-образцовой кривой, представляющей собой низкочастотную составляющую динамической последовательности исследуемого параметра. Она строится с помощью различных скользящих средних [1].

Условно-образцовая кривая необходима для поиска оптимальных настроек тех методов структурного анализа, которые далее в темпе с процессом могут использоваться для распознавания моментов поворота тенденций на исследуемых реализациях. Поэтому от того, насколько она правильно выделена, зависит правильность выбора оптимальных настроек используемых методов.

Для определения оптимального интервала скольжения применяется двухкомпонентный критерий, содержащий точностную и гладкостную составляющие [3]. Таким образом, условно-образцовая кривая должна быть в равной мере гладкой, т.е. не содержать высокочастотную составляющую, и точной, т.е. отражать все особенности анализируемого ряда. Двухкомпонентный критерий записывается в следующем виде:

$$\begin{aligned} K &= 1 - Q, \quad Q = 0,5 \cdot Q_1^{omn} + 0,5 \cdot Q_2^{omn}, \\ K &\rightarrow \max, \quad Q \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (1)$$

где Q_1^{omn} - гладкостная составляющая $Q_1^{omn} \in [0,1]$; Q_2^{omn} - точностная составляющая $Q_2^{omn} \in [0,1]$, 0,5 – настроечный коэффициент для точностной и гладкостной составляющих.

Гладкостная составляющая определяется как

$$\begin{aligned} Q_1^{omn} &= \frac{Q_1}{Q_1^{\max}}, \text{ где} \\ Q_1 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\tilde{x}(i) - 2\tilde{x}(i-1) + \tilde{x}(i-2)|, \\ Q_1^{\max} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x(i) - 2x(i-1) + x(i-2)|, \end{aligned} \quad (2)$$

где $x(i)$ – значения исходного ряда данных; $\tilde{x}(i)$ – значения сглаживающей кривой, рассчитанные с помощью скользящих средних; i – номер отсчета; N – количество отсчетов.

Точностная составляющая определяется как

$$\begin{aligned} Q_2^{omn} &= \frac{Q_2}{Q_2^{\max}}, \text{ где} \\ Q_2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x(i) - \tilde{x}(i)|, \\ Q_2^{\max} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x(i) - x_{cp}|, \\ x_{cp} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x(i). \end{aligned} \quad (3)$$

Низкочастотную составляющую можно считать условно-образцовой кривой, если согласно (1) Q_1^{omn} и Q_2^{omn} при ее выделении минимальны.

При использовании двухкомпонентного критерия K существует проблема определения его максимума, так как данный критерий является малочувствительным к настройкам сглаживателя. Кроме того, гладкая составляющая критерия вносит меньший вклад, чем точностная. Для повышения чувствительности критерия ранее были предложены некоторые его модификации [2]. Однако проблема различного вклада составляющих в общий критерий не решена.

Для решения предлагается алгоритм построения условно-образцовой кривой с элементами теории нечетких множеств. Предпосылкой для использования теории нечетких множеств является тот момент, что двухкомпонентный критерий является по своей сути нечетким: наилучшая настройка сглаживателя соответствует максимуму двухкомпонентного критерия, который, в свою очередь, достигается в случае, когда гладкая и точностная составляющие принимают наименьшие значения.

Основным положением теории нечетких множеств является следующее: каждый элемент нечеткого множества (НМ) может принадлежать последнему с некоторой точностью в интервале $[0;1]$ в отличие от четкого множества, принадлежность элемента к которому определяется как «элемент принадлежит множеству» (принадлежность равна 1) или «элемент не принадлежит множеству» (принадлежность равна 0) [2]. Степень принадлежности элемента к НМ определяется функцией принадлежности, которая ставит в соответствие каждому элементу число из интервала $[0,1]$.

Для задачи построения условно-образцовой кривой можно выделить два НМ: «гладкая кривая» (ГК) и «точная кривая» (ТК). Элементами этих множеств являются сглаживающие кривые, рассчитанные при разных настройках m , $m = \overline{3, 21}$. Область определения нечетких множеств ГК и ТК – показатели гладкости и точности двухкомпонентного критерия соответственно.

Так как гладкая составляющая Q_1^{omn} и точностная Q_2^{omn} составляющие двухкомпонентного критерия должны быть малы (или близки к нулю), функции принадлежности для выделенных НМ имеют вид, соответствующий функции принадлежности для лингвистического значения «малый» [3]. Для решения проблемы разного вклада составляющих в двухкомпонентный критерий для точностной составляющей функция принадлежности имеет вид (4), а для гладкой – вид (5) (рисунок 1).

$$m(x, a, b) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \leq a; \\ 1 - \frac{2(x-a)^2}{(b-a)^2}, & \text{если } a < x \leq \frac{a+b}{2}; \\ \frac{2(b-x)^2}{(b-a)^2}, & \text{если } \frac{a+b}{2} < x < b; \\ 0, & \text{если } x \geq b. \end{cases} \quad (4)$$

$$m_{ГК}(m) = e^{-8 \cdot Q_{21}} \quad (5)$$

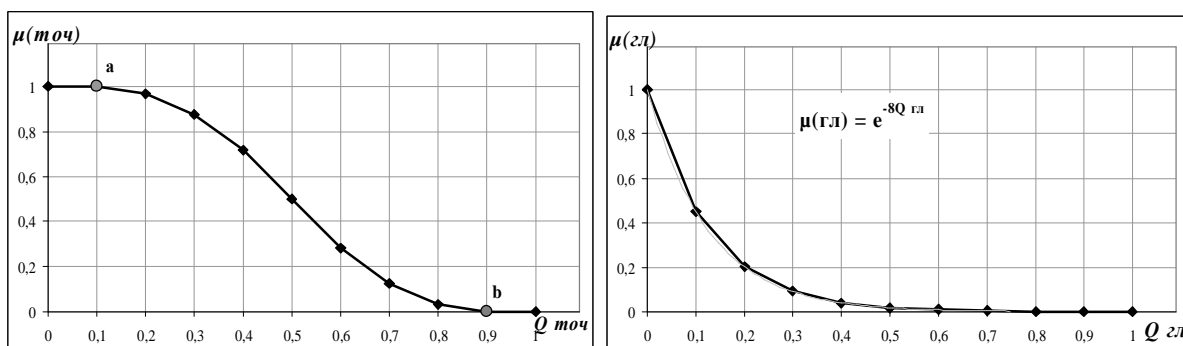


Рисунок 1 – Функции принадлежности, соответствующие лингвистическому значению «малый».

Для определения условно-образцовой кривой, т.е. «гладкой и точной сглаживающей кривой», необходимо сформировать третье НМ «гладкая и точная кривая» как пересечение множеств «гладкая кривая» и «точная кривая»:

$$m_{ГК \cap ТК}(m) = m_{ГК}(m) \cdot m_{ТК}(m). \quad (6)$$

Выражение (6) также обеспечивает равный вклад составляющих в двухкомпонентный критерий.

Результаты формирования НМ «гладкая и точная кривая» для реализации кремния в чугунах на выпусах из доменной печи S_i , % приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 2 – Результаты формирования нечеткого множества «гладкая и точная кривая» для реализации S_i , %

| m | $Q_{гл}$ | $Q_{точ}$ | $\mu_{ГК}(m)$ | $\mu_{ТК}(m)$ | $\mu_{ГК \cap ТК}(m)$ |
|-----|----------|-----------|---------------|---------------|-----------------------|
| 3 | 0,35 | 0,30 | 0,06 | 0,88 | 0,05 |
| 5 | 0,20 | 0,44 | 0,20 | 0,64 | 0,13 |
| 7 | 0,14 | 0,53 | 0,31 | 0,43 | 0,14 |
| 9 | 0,11 | 0,60 | 0,41 | 0,29 | 0,12 |
| 11 | 0,09 | 0,65 | 0,49 | 0,19 | 0,09 |
| 13 | 0,07 | 0,70 | 0,56 | 0,12 | 0,07 |
| 15 | 0,06 | 0,73 | 0,60 | 0,09 | 0,05 |
| 17 | 0,05 | 0,76 | 0,65 | 0,06 | 0,04 |
| 19 | 0,05 | 0,78 | 0,68 | 0,04 | 0,03 |
| 21 | 0,04 | 0,80 | 0,71 | 0,03 | 0,02 |

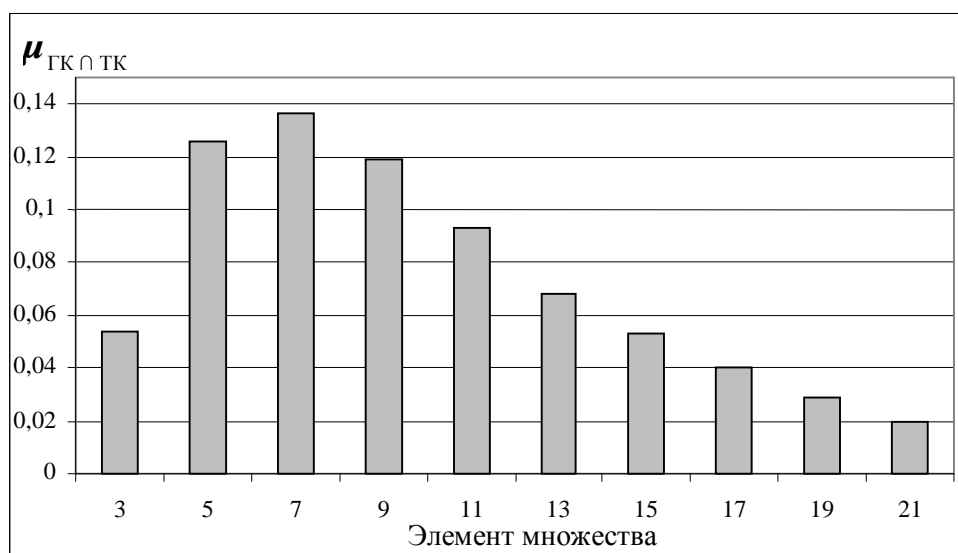


Рисунок 2 – Графическое представление нечеткого множества «гладкая и точная кривая»

В итоге за условно-образцовую кривую принимается сглаживающая кривая, построенная при $m = 7$. Из рисунка 2 видно, что один из элементов НМ принадлежит последнему в большей степени, чем другие элементы этого множества. Причем определение такого элемента не вызывает затруднений, так как функция принадлежности имеет явный максимум.

Исходная реализация кремния в чугунах Si , % и построенная условно-образцовая кривая приведены на рисунке 3.

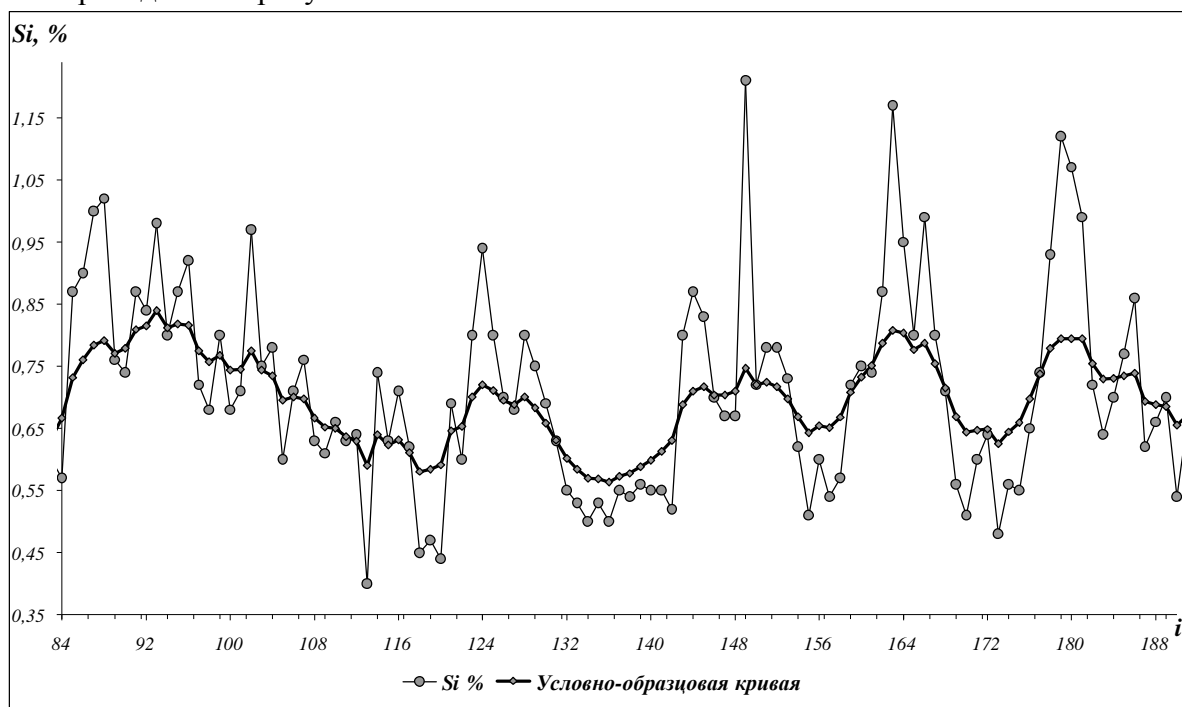


Рисунок 3 – Исходная реализация Si , % и построенная условно-образцовая кривая

Литература

1. Киселева Т.В. Структурный анализ временных последовательностей данных. Монография. / Т.В. Киселева, В.Н. Бурков, Е.Г. Руденкова, В.И. Зинченко – Новокузнецк, 2004. – 139 с.
2. Киселева Т.В. Структурный анализ динамических рядов данных. Учебное пособие. / Т.В. Киселева, Т.В. Пучкова. – Новокузнецк, 2005. – 110 с.
3. Киселева Т.В., Пучкова Т.В. Структурный анализ динамических рядов данных. // Изв.вузов. Черная металлургия, № 8, 2004, с. 51 – 54.
4. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. / Л.А. Заде - М.: Мир, 1976. – 165 с.
5. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. -Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОНЯТИЯ «ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА»

Т. В. Киселева, В. Г. Михайлов*
*СибГИУ, г. Новокузнецк; *КузГТУ, г. Кемерово*

В современных условиях техногенная нагрузка на окружающую среду в большинстве случаев превышает допустимые уровни, что обусловлено множеством таких причин, как несовершенство природоохранного законодательства, отсутствие необходимой экономической мотивации у собственников и т.д. Для выработки адекватных действий по минимизации вредного воздействия на окружающую среду целесообразно исследовать эколого-экономическую систему (ЭЭС), определение которой до сих пор остается дискуссионным вопросом.

При этом следует различать ЭЭС и их масштабы (рисунок 1).

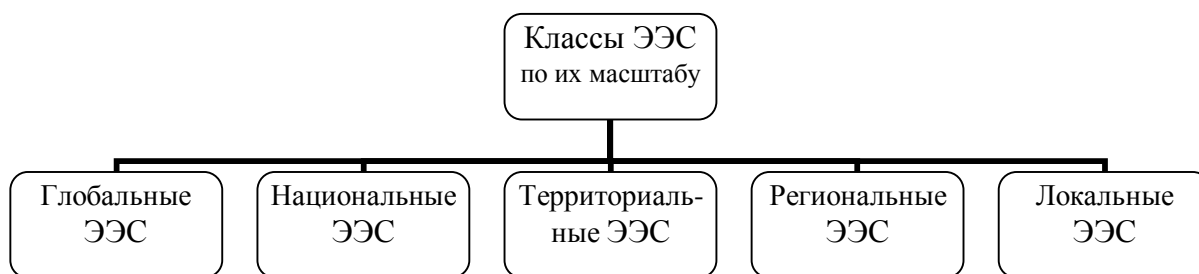


Рисунок 1 – Классификация эколого-экономических систем по их масштабу

Понятие эколого-экономической системы широко используется в современной литературе вместе с близкими по лексическому значению понятиями «природно-экономическая система» или «биоэкономическая система». В частности, глобальный масштаб предполагает, что ЭЭС трактуется как особый новый хозяйственный уклад общества в целом, тип экологически регламентированной социально-экономической формации, что является объектом устойчивого развития. Академик М. Я Лемешев еще в 1976 году определил ЭЭС как «интеграцию экономики и природы, представляющую собой взаимосвязанное и взаимообусловленное функционирование общественного производства и протекание естественных процессов в природе и биосфере в особенности» [8]. Функции и структуру такой системы он определяет набором основных входящих в нее элементов: природа, человек, общество и производство.

Б. Б. Якобсон определяет региональную ЭЭС как часть территории, на которой интенсивность связей между элементами природы и хозяйства значительно превышает интенсивность связей, направленных извне и вовне системы или совокупность этих элементов [17]. А. П. Воронцов при формулировке ЭЭС дополняет рассмотренную структуру социальной подсистемой: «ЭЭС - это определенная территория, на которой в необходимом сочетании функционируют экологические, экономические и социальные системы при совместном использовании природных и производственных ресурсов» [2]. П. М. Нестеров и А. П. Нестеров рассматривают региональную эколого-экономическую систему как «организационное сочетание устойчивых технических, экономических, биологических и других типов связей, централизованных на локальной территории [11].

Т. А. Акимова предлагает понятие эколого-экономической системы с точки зрения биологической составляющей через кругооборот веществ, придавая особое значение потокам энергии, вещества и информации. По ее определению ЭЭС представляет собой «ограниченную определенной территорией часть технобиосферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимоподдерживающими потоками вещества, энергии и информации» [1]. А. Д. Липенков использует близкую по значению формулировку и под ЭЭС понимает ограниченную определенной территорией часть ноосферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимно поддерживающими потоками вещества, энергии и информации [9].

Карпович А. П. определяет ЭЭС как совокупность взаимосвязанных (посредством потоков вещества, энергии и информации) производственных, социальных, природных структур и процессов, расположенных на определенной территории. Если предприятие рассматривается как элемент ЭЭС, то над его рыночным интересом (получение или максимизация прибыли, повышение производительности труда, расширение номенклатуры выпускаемой продукции и т.д.), должен быть интерес самосохранения общества, выражающийся в необходимости сохранения качества окружающей природной среды. Управление предприятием как элементом ЭЭС должно строиться на основе сбалансированного решения экономических и экологических проблем, нахождении оптимального соотношения между необходимостью обеспечения экологической безопасности и экономической целесообразности деятельности промышленных предприятий [4].

Все приведенные выше определения не конкретизируют в полной мере признаки локализации территории. Локализация территории должна учитывать экономические связи и условия, природно-климатические, пространственные и временные параметры. С этой точки зрения ЭЭС можно определить как «органически целостное образование взаимосвязанных компонентов и элементов природы, хозяйства и населения, функционирующие в определенных пространственно-временных параметрах» [16].

Другим существенным недостатком рассмотренных определений был недостаточный учет таких важных параметров системы, как равновесие, сбалансированность и устойчивость. Поэтому, под региональной ЭЭС следует понимать совокупность экологической и экономической подсистем, а также связей и отношений между ними при определенных природно-климатических и пространственно-временных параметрах, совместное функционирование которых на основе использования природно-ресурсного потенциала региона в процессе производства материальных благ для целей экономического роста должно быть сбалансированным и устойчивым. В этом контексте под устойчивостью региональной ЭЭС понимается ее целостность, проявляющаяся в сохранении качественного состояния при критическом воздействии [12]. Эколого-экономическая устойчивость – это также состояние предприятия, характеризующееся отсутствием отрицательных экологических и социально-экономических последствий его функционирования как элемента ЭЭС [5, 6, 7]. Таким образом, это состояние предприятия, при котором улучшение его экологических характеристик не ухудшает экономических характеристик и наоборот [4].

Аналогичная методология определения ЭЭС предлагается Г. Г. Шалминой и зависит от количества сконцентрированных в ней сопротивлений, способа их сочетания и характера организационных связей. В составе ЭЭС выделяются характерные устойчивые подсистемы, которые рассматриваются как комплексные целостные объекты, состоящие из элементов (хозяйственный комплекс, социально-экономический комплекс, экологический комплекс, комплекс «природная среда», производные взаимодействия общество-природа и территориальная организация производительных сил) [15]. Структура территориальной ЭЭС предопределяет связи шести типов, отражающих соответствующие процессы [14] (таблица 1):

Таблица 1 – Структура территориальной ЭЭС [12].

| Тип связей | Интерпретация типа связи |
|-------------------------|---|
| социально-экономические | непосредственные связи в сфере производства |
| экологические | непосредственные связи в биоценозах (экосистемах) |
| экономико-экологические | воздействие окружающей природной среды на условия общественного производства |
| эколого-экономические | природопользование и другие виды воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду |
| социально-экологические | воздействие окружающей природной среды на здоровье людей и условия жизнедеятельности человека |
| эколого-социальные | непосредственное воздействие населения на окружающую природную среду |

Предприятие – это сложный объект управления, социально-экономическая система, в достижении целей которой обязательно должны выступать экологические ограничения. Такой тип системы – социальная ЭЭС [10].

Для формирования полного спектра существенных характеристик процессов развития ЭЭС можно предложить следующий порядок их исследования:

1. Выявление свойств отдельных составляющих региональной системы и проявлений системных эффектов и их взаимодействий.

2. Определение условий возникновения процессов самоорганизации, рассматриваемых на уровне отдельных подсистем и всей региональной системы в целом.
3. Определение доли и степени влияния самоорганизации в регулировании развития региональной системы.
4. Идентификация принципов самоорганизации, учитывающих системные свойства объекта исследования [3].

Целью управления такой социально-экологической системой является обеспечение определенного качества окружающей среды, расширенное воспроизводство человеческого сообщества, включая его производственные и инфраструктурные составляющие [13].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что понятие ЭЭС в современных условиях требует дальнейшего уточнения и трактуется по-разному в зависимости от следующих характеристик:

- особенностей исследовательского процесса;
- типа подсистем, входящих в структуру ЭЭС;
- типа связей внутри ЭЭС;
- воздействия внешней среды.

Литература

1. Акимова Т. А. Теоретические основы организации эколого-экономических систем / Т. А. Акимова // Экономика природопользования, ВИНТИ. – 2003. - № 4. – С. 2 – 80.
2. Воронцов А. П. Экономика природопользования: учебник / А. П. Воронцов. – М.: Элит, 2004. – 377 с.
3. Жемадукова С. Р. Совершенствование механизма регулирования региональной эколого-экономической системы: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – Майкоп, 2006. – 171 с.
4. Карпович А. П. Экологический менеджмент как фактор эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – Челябинск, 2002. – 174 с.
5. Киселева Т. В. Вопросы устойчивости и стабильности эколого-экономических систем / Т. В. Киселева, В. Г. Михайлов // Труды 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии». Новокузнецк: ГОУ ВПО «СибГИУ», 2006. С. 382 – 386.
6. Киселева Т.В. О необходимости комплексной оценки устойчивости эколого-экономических систем / Т.В. Киселева, В.Г. Михайлов // Труды 5-й Всероссийской научно-практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве». Новокузнецк: ГОУ ВПО «СибГИУ», 2005. С. 190 – 194.
7. Киселева Т. В. Оценка устойчивости и стабильности эколого-экономических систем / Т. В. Киселева, В. Г. Михайлов // Сборник научных трудов 7-й международной конференции «Современные сложные системы управления», Том 1, Воронеж, 2005. – С. 50 – 54.
8. Лемешев М. Я. Эколого-экономическая модель природопользования / М. Я. Лемешев // Всесторонний анализ окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 266 – 276.
9. Липенков А. Д. Управление промышленным узлом в эколого-экономической системе: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – Челябинск, 2000. – 160 с.
10. Маслова Т. Д. Методология и методы управления развитием социальных эколого-экономических систем (маркетинговый аспект): дис. ... д-ра эконом. наук: 05.13.10 – СПб-б., 2003. – 322 с.
11. Нестеров П. М. Менеджмент региональной системы: учебник / П. М. Нестеров, А. П. Нестеров. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 365 с.
12. Плющенкова О. Б. Формирование модели взаимодействия строительного комплекса и региональной эколого-экономической системы: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – Томск, 2006. – 218 с.

13. Пятецкий Д. В. Управление эколого-экономической системой крупного промышленного города (на примере г. Воронежа): дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – Воронеж, 2004. – 172 с.
14. Рябчиков А. К. Экономика природопользования / А. К. Рябчиков. – М.: Элит-2000, 2002. – 192 с.
15. Шалмина Г. Г. Территориальные системы регулирования экономики (территория-рынок-территория). Книга 1. – Новосибирск: АО «СКИТ», 1994. – 378 с.
16. Эколого-экономические районы (теоретико-методологические аспекты развития) / под ред. М. Д. Шарыгина. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1995. – 192 с.
17. Якобсон А. Я. Эколого-экономические системы как объект информации управления и районирования / А. Я. Якобсон, Б. Б. Якобсон. – Новосибирск: ИЭИОПП, 1987. – 19 с.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Т.В. Киселева, Т.В. Пучкова

СибГИУ, г. Новокузнецк

Структурный анализ временных рядов данных применяется для определения структуры реализаций различных параметров. Оперативное распознавание и фиксирование особых точек, которые соотносятся с моментами наиболее значительного изменения конкретных свойств динамического ряда данных, обеспечивает своевременность принятия управляющего решения.

К задачам структурного анализа относится построение условно-образцовой кривой, определение координат особых точек на ней, поиск оптимальных настроек методов и их применение для анализа рядов данных.

Среди методов структурного анализа широкое распространение получили такие осцилляторы, как Индекс Относительной Силы (RSI) и Стохастические линии (%K, %D).

RSI сравнивает относительную силу положительных приращений значений ряда с отрицательными приращениями и рассчитывается следующим образом:

$$RSI(i) = 100 - \frac{100}{1 + RS(i)} \quad (1)$$

$$RS(i) = \frac{Dx_{\bar{n}d}^+(i-m, i)}{Dx_{\bar{n}d}^-(i-m, i)}$$

где $Dx_{\bar{n}d}^+(i-m, i)$ – среднее значение положительных приращений значений ряда в период от $(i-m)$ до i дней; $Dx_{\bar{n}d}^-(i-m, i)$ – среднее значение отрицательных приращений значений ряда в период от $(i-m)$ до i дней; m – настроечный параметр.

Если значения RSI близки к 100, то это является сигналом того, что восходящая тенденция сменяется нисходящей; если же значения RSI близки к 0, то это - сигнал о смене нисходящей тенденции на восходящую. Моменты изменения тенденции являются особыми точками. Анализ кривой RSI требует и визуального ее просмотра (рисунок 1).

Стохастические линии оценивают скорость изменения данных на исследуемой реализации путем определения относительного положения значений ряда в диапазоне между максимумом и минимумом за определенный промежуток времени. Стохастический осциллятор строится в виде двух линий %K и %D:

$$\%K(i) = 100 \frac{x(i) - x^{\min}(i-m, i)}{x^{\max}(i-m, i) - x^{\min}(i-m, i)},$$

$$\%D(i) = 100 \frac{\sum_{l=i-2}^i [x(l) - x^{\min}(i-m, l)]}{\sum_{l=i-2}^i [x^{\max}(i-m, l) - x^{\min}(i-m, l)]}. \quad (2)$$

где $x(i)$ – значение параметра ряда в текущий момент i ; $x^{\max}(i-m, i), x^{\min}(i-m, i)$ – самый низкий и самый высокий уровень значений параметра ряда за рассматриваемый период m .

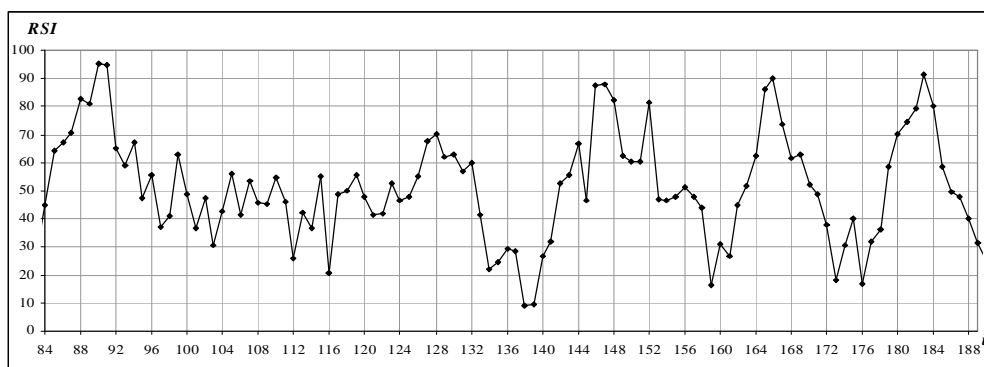


Рисунок 1 – RSI для реализации содержания кремния в чугуна на выпусках из доменной печи

При смене тенденции с восходящей на нисходящую значения стохастических линий %K и %D близки к 100, причем линия %K пересекает линию %D сверху вниз и опускается далее вместе с %D. При смене тенденции с нисходящей на восходящую значения %K и %D находятся в области, близкой к 0; линия %K пересекает %D снизу вверх и поднимается далее вместе с %D. Анализ с помощью Стохастических линий также требует визуального просмотра (рисунок 2).

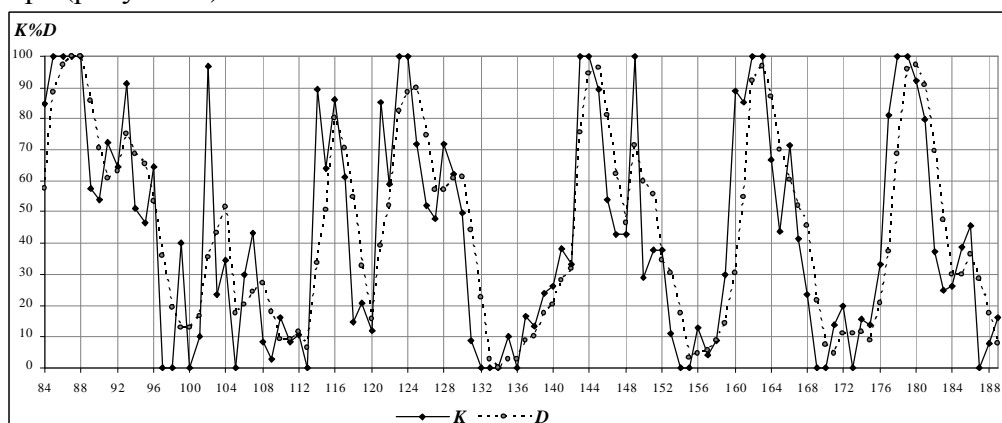


Рисунок 2 – Стохастические линии для реализации содержания кремния в чугуна на выпусках из доменной печи

Учитывая то обстоятельство, что при анализе рядов данных с помощью описанных осцилляторов возникает неопределенность, для повышения эффективности распознавания особых точек предлагается использовать теорию нечетких множеств (ТНМ).

Так, при анализе RSI считается, что если значения RSI приближаются к 100, то имеет место особая точка – «вершина», если значения RSI приближаются к 0 – особая точка – «впадина». Отсюда, анализ Индекса Относительной Силы с элементами теории нечетких множеств выглядит следующим образом. Для определения координат особых точек

выделяются семь нечетких высказываний: 1) особой точки *точно нет*; 2) особой точки *нет*; 3) особой точки *скорее нет, чем есть*; 4) особая точка *скорее есть, чем нет*; 5) особая точка *скорее всего есть*; 6) особая точка *есть*; 7) особая точка *точно есть*, каждому из которых соответствует функция принадлежности, представленная на рисунке 3.

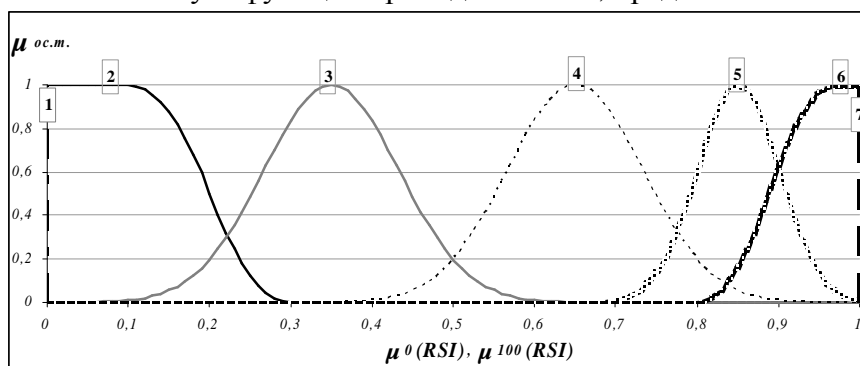


Рисунок 3 – Функции принадлежности для нечетких высказываний: 1 – особой точки *точно нет*, 2 – особой точки *нет*, 3- особой точки *скорее нет, чем есть*, 4 – особая точка *скорее есть, чем нет*, 5 – особая точка *скорее всего есть*, 6 – особая точка *есть*, 7 – особая точка *точно есть*.

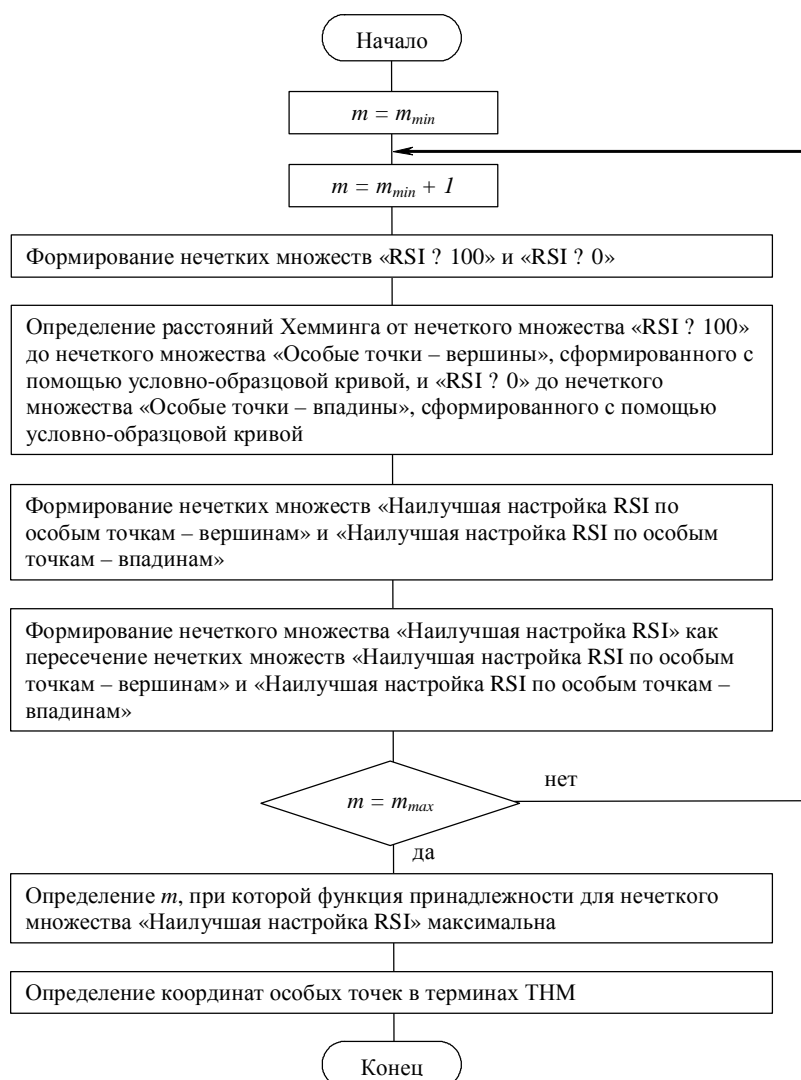


Рисунок 4 – Алгоритм нечеткого анализа на основе RSI

В зависимости от целей решаемой задачи реализацию управляющего воздействия можно осуществлять в моменты, когда особая точка *скорее есть, чем нет*; особая точка *скорее всего есть*; особая точка *есть* или особая точка *точно есть*. Для реализации данных S_i , % наилучшие результаты анализа RSI прослеживаются в случае, когда особая точка *скорее всего есть*. Алгоритм нечеткого анализа RSI представлен на рисунке 4; а алгоритм анализа с применением Стохастических линий приведен на рисунке 5; их использование дает возможность более точно определять координаты особых точек.

Нечеткий анализ посредством Стохастических линий выполняется аналогично рассмотренному выше для RSI.

При анализе посредством Стохастических линий сигналом о наличии особой точки – «вершины» является пересечение линий К и D в области, близкой к 100. Следовательно,

необходимо, чтобы значения K и D были близки к 100 и разница $(K - D)$ была близка к 0 и отрицательна. При наличии особой точки – впадины линия D пересекает линию K в области, близкой к 0, т.е. значения K , D и $(K - D)$ близки к 0 и разница $(K - D)$ не отрицательна.

Алгоритм нечеткого анализа на базе Стохастических линий представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Алгоритм нечеткого анализа на основе Стохастических линий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА КОНЦЕНТРАТА ПРИ РАЗГРУЗКЕ НАПОЛЬНОГО СКЛАДА¹

С.В. Прокофьев*, С.Ф. Киселев**, А.А. Линков**, В.А. Халимов**

*ОФ "Антоновская",

**Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк

В настоящее время все более широкое распространение в углеобогащении получают укрытые напольные склады рядового угля и товарной продукции (концентрата, промпродукта). Назначение этих складов заключается не только в обеспечении бесперебойного функционирования технологического комплекса обогащения при неритмичных поставках сырья и отгрузке товарной продукции. Здесь должна, в определенной мере, решаться задача управления качеством продукции, отгружаемой потребителю (рядового угля, поступающего на технологический комплекс обогащения, концентрата, подаваемого на погрузочный пункт).

Цель управления – получение на выходе склада продукции с заданными характеристиками при изменениях свойств материалов, поступающих на склад. [1].

Структурная схема напольного склада представлена на рисунке 1. Подача материала на склад осуществляется ленточным конвейером с разгрузочной тележкой, расположенным над формируемым штабелем материала. Контроль характеристик (в данном случае зольности Z , влажности W и расхода Q) материала, подаваемого на склад, осуществляется в потоке автоматическими измерительными системами. Перемещая тележку непрерывно или позиционируя ее в определенной зоне штабеля можно решать задачу, соответственно, равномерной укладки материала в штабель, либо загрузки материала определенного качества в заданную зону.

Разгрузка штабеля осуществляется через тетки посредством качающихся питателей на два сборных ленточных конвейера, расположенных в подземной галерее, параллельной угольной оси склада. Электроприводы питателей оснащены частотными преобразователями, что дает возможность управления их производительностью и, в итоге, управлять скоростью разгрузки каждой из зон штабеля. В данном случае предусмотрено пять зон разгрузки.

Характеристики продукции, подаваемой сборными конвейерами со склада, будут определяться не только свойствами загруженных в штабель материалов, но принятой схемой формирования штабеля (послойно или по зонам), схемой разгрузки штабеля (топологией включенных в работу питателей), производительностью каждого питателя.

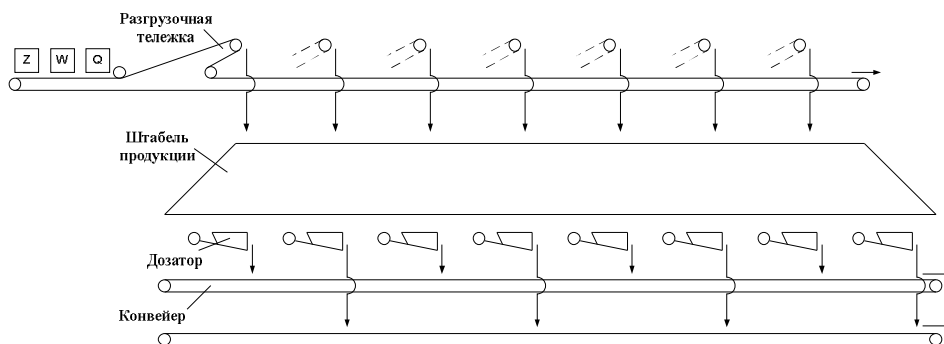


Рисунок 4 – Структурная схема напольного склада

Очевидно, что при решении задачи управления потоками материалов при формировании штабеля и его разгрузке с целью получения на сборных конвейерах продукции требуемого качества приходится иметь дело с объектом управления с целенаправленно изменяемой структурой. [2]. Здесь структурное управление – изменения топологии разгрузки штабеля (включении или выключении питателей по зонам разгрузки),

¹Работа поддержана РФФИ, грант № 06-07-89042

а координатные управляющие воздействия – перемещение и позиционирование разгрузочной тележки и производительность включенных в работу питателей.

Чтобы оценить возможность и ожидаемые результаты решения этой задачи исследовали динамику изменения характеристик концентрата на выходе питателей в процессе разгрузки штабеля. Метод исследования – математическое моделирование.

Задача ставилась следующим образом.

Дано:

1. Штабель емкостью 10 тыс. т. сформирован послойно и состоит из четырех слоев. Первый слой концентрата с зольностью $Z_1=8,0\%$ и относительной влажностью $W_1=7,5\%$ насыпался в течение 6 часов при производительности фабрики 500 т/час.

Второй слой с $Z_2=8,5\%$ и $W_2=7,5\%$ насыпался в течение 8 часов при той же производительности.

Третий и четвертый слои насыпались, соответственно, 4 часа и 2 часа и имеют характеристики $Z_3=7,5\%$, $W_3=8,5\%$, $Z_4=9,0\%$ и $W_4=7,8\%$.

2. Номинальная производительность каждого питателя 240 т/час.

Требуется:

1. Оценить динамику изменений Z и W концентрата на выходе одного питателя при номинальной производительности.

2. Оценить изменения Z и W концентрата на одном сборном конвейере при работе двух питателей с изменением их производительности.

Математическую модель строили исходя из следующих условий.

1. Поперечное сечение имеет трапециидальную форму с углами естественного откоса. Угол естественного откоса – угол, образуемый с горизонтальной плоскостью, без скольжения, свободно породой, расположенной на горизонтальном основании. Так как формирование штабеля идет под углами естественного откоса, полагаем, что и при разгрузке штабеля образующая воронка будет иметь тот же угол откоса.

2. Принята дискретность расчетов 5 мин. Естественный угол откоса 45° , а плотность концентрата $1,3 \text{ т/м}^3$. Характеристики концентрата оценивались как средневзвешенные характеристики материала из каждого слоя штабеля сообразно количеству этого материала, попадающему в элементарный слой за этот период времени. При производительности питателя 240 т/час, через питатель за 5 минут проходит 20 т. концентрата. Соответствующий объем далее называем элементарным слоем штабеля и для него оцениваются характеристики Z_m и W_m .

По мере отгрузки материала питателем, в зоне разгрузки штабеля образуется воронка в форме опрокинутой усеченной пирамиды, с углом наклона образующих, равным естественному углу откоса концентрата. При этом высота элементарного слоя от шага к шагу расчета уменьшается, а площадь основания пирамиды увеличивается, доля материала из разных слоев штабеля в элементарном объеме изменяется.

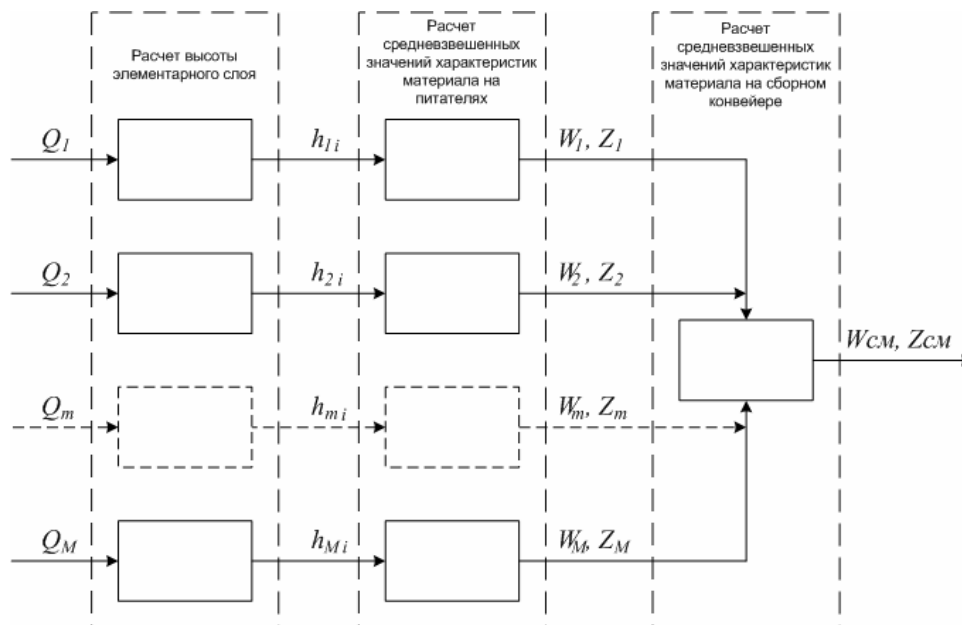
Характеристики Z и W материала в i -ом элементарном объеме определяются как средневзвешенные характеристики разных слоев штабеля. В частности текущая (в i -ом элементарном объеме) зольность определяется как:

$$Z_{mi} = \frac{\sum_{j=1}^n Z_{ji} \cdot V_{ji}}{\sum_{j=1}^n V_{ji}}. \quad (1)$$

где n – количество слоев в штабеле, Z_{ji} , V_{ji} – соответственно, зольность и объем материала из j -ого слоя в i -ом элементарном объеме.

Аналогичным образом вычисляли и W_{mi} . Характеристики материала на сборном конвейере Z_{cm} и W_{cm} вычисляют как средневзвешенные по работающим питателям.

Структурная схема математической модели для расчета текущих значений характеристик концентрата на входе питателей и на сборном конвейере изображена на рисунке 2.



Q – производительность; h – высота элементарного слоя; W – влажность; Z – зольность; W_{cm}, Z_{cm} – влажность и зольность на выходе склада; m – номер текущей зоны отгрузки; M – общее количество зон отгрузки; i – номер текущего элементарного слоя

Рисунок 5 – Структурная схема математической модели

В таблице 1 представлены результаты расчета для случая работы одного питателя с производительностью 240 т/час и 120 т/час, а также двух питателей с одинаковой производительностью 120 т/час.

Таблица 1 – Значения зольности и влажности угля (концентрата) при разных производительности (Q) и количества работающих питателей

| Время, мин | Высота элементарного слоя, м | Один питатель при $Q=240$ т/час | | Один питатель при $Q=120$ т/час | | Два питателя при $Q=120$ т/час | |
|------------|------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------|
| | | Z_m , % | W_m , % | Z_m , % | W_m , % | Z_{cm} , % | W_{cm} , % |
| 5 | 1,323 | 8,396 | 7,5 | 8,396 | 7,5 | 8,396 | 7,5 |
| 10 | 0,564 | 8,4357 | 7,5 | 8,396 | 7,5 | 8,4357 | 7,5 |
| 15 | 0,403 | 8,4083 | 7,5314 | 8,4158 | 7,5 | 8,4022 | 7,5157 |
| 20 | 0,323 | 8,3279 | 7,657 | 8,4357 | 7,5 | 8,3619 | 7,5785 |
| 25 | 0,273 | 8,2728 | 7,745 | 8,4220 | 7,5157 | 8,3443 | 7,6225 |
| 30 | 0,24 | 8,2897 | 7,8004 | 8,4083 | 7,5314 | 8,3627 | 7,6502 |
| 35 | 0,159 | 8,229 | 7,8871 | 8,3681 | 7,5942 | 8,3255 | 7,7014 |

На рисунке 3 представлены графики изменения Z и W при работе одного питателя с максимальной производительностью (сплошная линия), одного питателя, но с половинной производительностью (пунктирная линия), а также работа двух питателей (точечная линия).

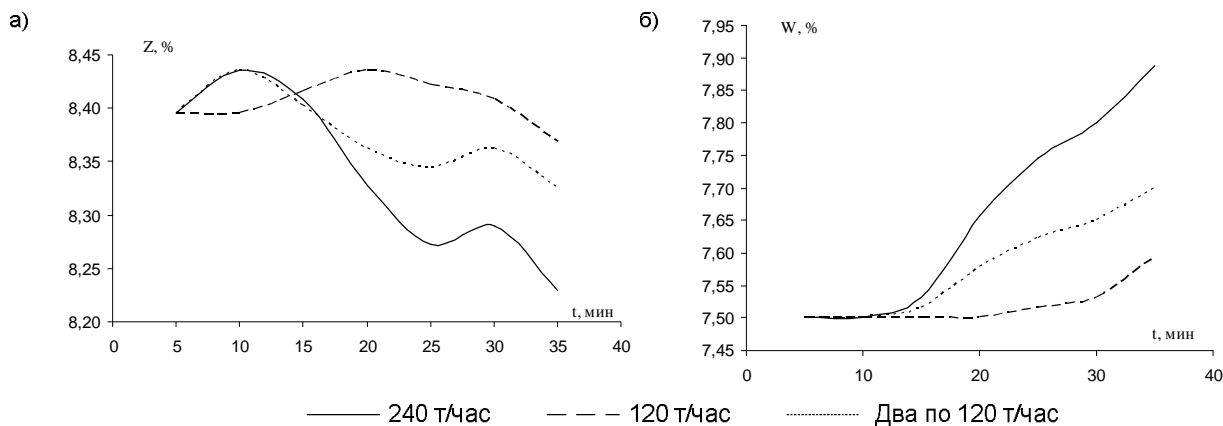


Рисунок 6 – Изменение параметров концентрата на сборном конвейере
а) зольность; б) влажность

Работа двух питателей происходит следующим образом: включается один питатель на максимальную производительность, через 15 минут работы, когда зольность начинает уменьшаться, к нему подключается второй питатель. Их производительности устанавливаются равными. При этом достигается уменьшение изменений характеристик Z и W концентрата на сборном конвейере.

Таким образом, по результатам моделирования процесса разгрузки штабеля, можно сделать вывод о возможности повышения однородности характеристик качества продукции на выходе склада.

Литература

1. Халимов В.А. К задачам управления процессом получения продукции с однородными свойствами / В.А. Халимов, С.Ф. Киселев, А.А. Линков // *Металлургия: новые технологии, управление, инновации и качество: Тр. Всерос. науч.-практ. конф.-и.* – Новокузнецк, СибГИУ, 2006. – С. 258 – 259.
2. Автоматизация управления углеобогачительными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 304 с.

К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ГИДРОПОДЪЁМА ГИДРОШАХТ

А.С. Сорокин

КузГПА, г. Новокузнецк

Реальную базу для полной автоматизации и перехода к добыче угля без присутствия людей в забое создают поточность процесса и малооперационность при добыче угля гидравлическим способом.

Так как неисправности отдельных блоков или их отказы приводят к отказам всей технологической цепи, а также к значительным экономическим убыткам, требуется обеспечить согласование всех технологических блоков не только по производительности, но и по параметрам надежности и безотказности.

Резервирование оборудования отдельных технологических блоков является одним из способов повышения надежности и безотказности всего технологического процесса, главным при этом является выбор оптимальной кратности [1-3].

Теоретическую и практическую ценность имеет формулировка и решение задачи об оптимальном выборе кратности резервирования при проектировании, созданная в условиях двух взаимно противоположных тенденций для основных технологических блоков - водоснабжения и гидроподъёма гидрошахт. Кратность резервирования не может быть

постоянной. Для каждой гидрошахты она должна рассчитываться оптимально и пересчитываться с изменением параметров надежности основного оборудования рассматриваемых технологических блоков.

Критерий оптимальности выбирается на основе "Типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений" в форме

$$\mathcal{E} = P_y K_n + E_n K, \quad (1)$$

где P_y - годовые условно постоянные расходы для каждого варианта кратности резервирования, тыс. руб.; K_n - коэффициент простоя для каждого варианта кратности резервирования, показывающий долю времени простоя из заданного годового нормативного времени работы шахты из-за аварийных отказов блоков водоснабжения или гидроподъема, E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K - капитальные вложения по каждому варианту кратности резервирования, тыс. руб.

Величины P_y , K_n и K являются функциями кратности резервирования Π , т.е.

$$P_y = f_1(\Pi), \quad K_n = f_2(\Pi), \quad K = f_3(\Pi),$$

где Π - кратность резервирования.

Особенность этих функций состоит в том, что их аргумент может принимать только целые положительные значения, сами функции $f_1(\Pi)$, $f_3(\Pi)$ возрастающие, $f_2(\Pi)$ – убывающая.

После выбора критерия оптимальности задача оптимизации резервирования может быть кратко сформулирована следующим образом: требуется так подобрать кратность резервирования Π для блоков водоснабжения и гидроподъема гидрошахт, чтобы критерий оптимальности \mathcal{E} принял минимальное значение.

Условно постоянные расходы и капитальные вложения для каждой кратности резервирования могут быть рассчитаны обычными методами, принятыми в экономике, или берутся из сметно-финансового расчета конкретного проекта гидрошахты с поправкой на кратность резервирования.

Основная сложность при решении задачи заключается в определении коэффициента простоя K_n по вине блока водоснабжения или гидроподъема для каждой кратности резервирования. Для нахождения коэффициента простоя K_n применяются методы теории надежности [4-7], основывающиеся на знании законов распределения времени безотказной работы и времени восстановления основного оборудования: насосов, углесосов, электродвигателей, задвижек, обратных клапанов, пускателей и т. д.

На основании результатов длительной обработки экспериментальных данных во ВНИИГидроугле можно утверждать, что в качестве закона распределения для всех видов оборудования может быть использован экспоненциальный закон.

Для решения задачи при таких условиях воспользуемся однородными марковскими процессами с непрерывным временем и конечным числом состояний.

Сложная структура схем насосных и углесосных станций не позволяет получить рекуррентные формулы, способные рассчитать коэффициент простоя K_n для любой кратности резервирования.

Рассмотрены три схемы насосных и углесосных станций: без резерва, с одно — и двукратной степенью резервирования. Для каждой схемы составлены графы состояний. Переходные вероятности, дифференциальные уравнения состояний, а из последних - системы алгебраических уравнений, из которых могут быть найдены, стационарные значения вероятностей состояний.

Из всех возможных выделяются состояния, при которых схема выполняет возложенные на нее функции. Сумма вероятностей этих состояний дает коэффициент готовности K_G , а сумма оставшихся состояний - коэффициент простоя K_n .

Только для схем без резерва удалось получить явные формулы расчета величин K_G и K_n :

$$K_{\Gamma} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m \rho_i}; K_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^m \rho_i}{1 + \sum_{i=1}^m \rho_i} \quad (2)$$

где $\rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i} = \frac{T_{bi}}{T_{ci}}$, m – число последовательно установленных элементов схемы; T_{bi} – среднее время (математическое ожидание) восстановления i -го элемента схемы; T_{ci} – среднее время (математическое ожидание) безотказной работы i -го элемента схемы.

Большой порядок системы уравнений для схем с резервированием потребовал при решении задачи применения ЭВМ. Для этой цели были составлены программы для подсчета коэффициентов систем алгебраических уравнений, их решения, вычисления величин K_{Γ} , K_{Π} и значения критерия оптимальности \mathcal{E} .

Только после сбора статистической информации о времени безотказной работы и времени восстановления всех видов оборудования, применяемого на технологических блоках водоснабжения и гидроподъема гидрошахт, можно принять окончательное решение об оптимальной кратности резервирования блоков водоснабжения и гидроподъема.

Литература

1. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. Пер. с нем. – М.: Радио и связь, 1988, 392с.
2. Сорокин А.С. Применение методов теории вероятностей к исследованию некоторых процессов производства. // 4-ая междунар. конф. «Кибернетика и технологии XXI века». Воронеж, 2003. с.70 – 82.
3. Сорокин А.С. Структурные формулы некоторых классов аналитических функций в конечносвязной области//Матем.сб. 1997. Т.188, № 12. с. 107-134.
4. Levy P. Systemes semi-markoviens `a an plus une infinite denombrable d'etats possibles. //Proceedings of the international congress of mathematicians. 1954. Vol. 2. p. 133.
5. Броди С.М., Власенко О.Н., Марченко Б.Г. Расчет и планирование испытаний систем на надежность. Киев: Наукова Думка. 1970. -192с.
6. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука. 1965. –363с.
7. Howard R.A. System analysis of semi-markov processes.// Transactions on military electronics. 1964. Vol. MIL-8, p. 114-124.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ.

А.С. Сорокин

КузГПА, г. Новокузнецк

На основе математических моделей надежности трех технологических схем углесосных станций производится выбор лучшей из них.

Функционирование различных систем, рассматриваемых в теории надежности, может быть описано соответствующим образом, построенным полумарковским процессом с конечным числом состояний [1].

Из определения полумарковского процесса следует, что при переходе из i -го в j -е состояние дальнейшее поведение процесса зависит от времени пребывания его в j -м состоянии. Это дает возможность составить систему стохастических уравнений, которая является аналогом формулы полной вероятности для случайных величин. Эти системы уравнений представляют основную математическую модель [2 - 4].

На основе полумарковских процессов могут быть получены различные характеристики надежности. Предполагаем, что каждый работающий элемент углесосной

станции создает простейший поток отказов с параметром $\lambda = \frac{1}{T_p}$ ($\lambda_{ар}$, λ_k , λ_3 соответственно для агрегата, обратного клапана, задвижки).

Время ремонта отказавшего элемента распределено по показательному закону с параметром $\mu = \frac{1}{T_B}$ ($m_{ар}$, m_k , m_3 – соответственно для агрегата обратного клапана, задвижки).

Таблица 1 - Математические модели надежности

| Схема | Коэффициент готовности K_G | Вероятность работы одной нитки K' | P_ϕ | Наработка на отказ T_0 |
|-------|--|---|----------------------|--|
| I | $1 + \frac{1}{(m+m_n) \left(\frac{8I_1^2 I_2}{m^2 + 2ml_1 + 4I_1^2} \right)}$ | $1 + \frac{1}{\left(\frac{(m-I_1)I_1^3 I_2}{m^4 - I_1^4} \right) (m+m_n)}$ | $\frac{K_G + K'}{2}$ | $\frac{m^2 + 2ml_1 + 4I_1^2}{8I_1^2 I_2}$ |
| II | $1 + \frac{1}{m^2 \left(\frac{2(I^2 + 3ml + 3I^2)I^2}{m^2 + 2ml + 2I^2} \right)}$ | $1 + \frac{1}{m \left(\frac{I(6I^3 - m^3)}{m^3 + 3Im^2 + 4I^2m + 6I^3} \right)}$ | $\frac{K_G + K'}{2}$ | $\frac{m(m^2 + 2ml + 2I^2)}{2I^2(m^2 + 3ml + 3I^2)}$ |
| III | $1 + \frac{1}{(m+m_n) \left(\frac{4I_1 I_2}{m + 2I_1} \right)}$ | $1 + \frac{1}{(m+m_n) \left(\frac{I_1^2 I_2}{m^2 + ml_1 + I_1^2} \right)}$ | $\frac{K_G + K'}{2}$ | $\frac{m + 2I_1}{4I_1 I_2}$ |

В табл. 1 приведены математические модели надежности для трех указанных схем как функции интенсивности отказов, интенсивности восстановлений, интенсивностей переключений технологической цепи.

Получены для каждой схемы коэффициенты готовности K_G , вероятности функционирования в системе только одной технологической цепи K' , вероятности функционирования, приведенные по производительности технологической схемы в целом P_ϕ , наработки на отказ T_0 , вероятности безотказной работы схем как функции времени.

Среднее время работы технологической цепи определяются по формуле

$$T_{рц} = \frac{1}{\lambda_{ар} + \lambda_{вс} + \lambda_k + \lambda_3} \quad (1)$$

Среднее время восстановления технологической цепи определяется по формуле

$$T_{вц} = T_{рц} \left(\frac{\lambda_{ар}}{\mu_{ар}} + \frac{\lambda_{вс}}{\mu_{вс}} + \frac{\lambda_k}{\mu_k} \right) \quad (2)$$

Так как полученные в данной работе математические модели характеристик надежности технологических схем являются многомерными моделями, то делают некоторые упрощения, которые позволяют представить их как функции одного безразмерного параметра:

$$\rho = \frac{\mu_{ц}}{\lambda_{ц}} \quad (3)$$

где m_u – интенсивность восстановления (одной нитки) технологической цепи схемы;
 I_u – интенсивность отказов технологической цепи.

Пренебрегая интенсивностями переключений $I_n = m_n = 0$, получаем

$$I_1 = I_2 = I_u \dots$$

На рисунке 1 представлены для каждой схемы коэффициенты готовности K_G как функции r . Из графика следует, что наиболее надежной схемой будет первая, а вторая и третья примерно равноценны для $r > 4$. Здесь же даны для каждой схемы вероятности функционирования, приведенные по производительности технологической схемы в целом P_ϕ как функции r . Наиболее высокой вероятностью функционирования обладает первая схема. Для $r > 3.5$ вероятности функционирования второй и третьей схем практически одинаковы.

Конкретный пример. По данным лаборатории повышения надежности и износостойкости машин известно:

$$\begin{aligned} \lambda_{bc} &= 0.00167; & \lambda_{agr} &= 0.0238; & \lambda_k &= 0.0021; & \lambda_3 &= 0.0038; \\ \mu_{bc} &= 0.333; & \mu_{agr} &= 0.843; & \mu_k &= 1.43; & \mu_3 &= 1.28. \end{aligned}$$

Отсюда с помощью формул (1) – (3) получаем:

$$T_{pu} = 29.3 \text{ часа}; \quad T_{vu} = 1.167; \quad r = 25.1; \quad K_{Gu} = 0.961.$$

Отсюда и табл. 1 получаем значения коэффициентов готовности для каждой из схем.

Таблица 2

| Схема | I | II | III |
|-------|----------|----------|----------|
| K_G | 0,999535 | 0,996715 | 0,994152 |

Из таблицы 2 видно, что для данных условий все схемы будут высоконадежными.

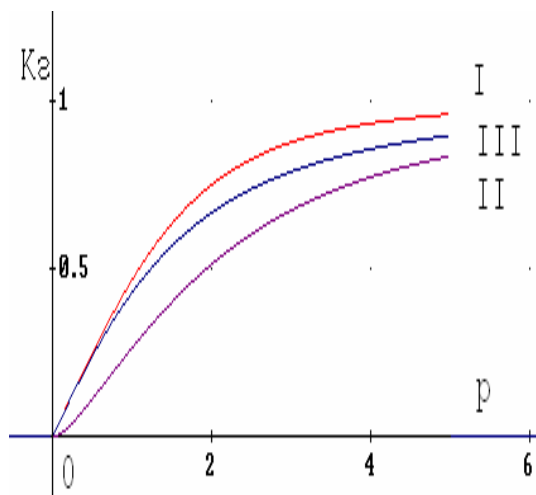


Рисунок 1 – Зависимость коэффициентов готовности K_G от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

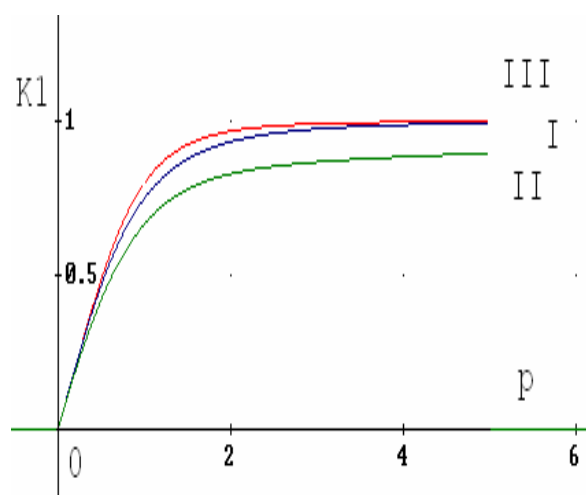


Рисунок 2 – Зависимость коэффициентов простоя K_n от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

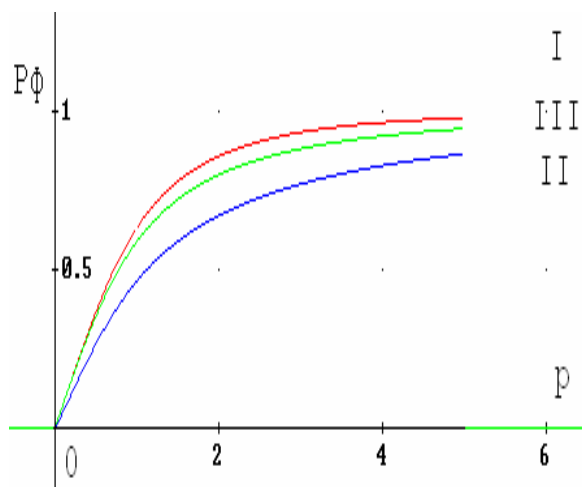


Рисунок 3 – Зависимость вероятностей функционирования P_{ϕ} от удельного времени работы станций на единицу времени восстановления

Для выбора наилучшей схемы необходимо учесть влияние надежности на экономичность технологической схемы. Для компоновки схем I и II требуется примерно одинаковое число технологического оборудования, а для схемы III - на четверть меньше. Следовательно, предпочтение нужно отдать схеме III.

Итак, для указанных на рис. 1 - 3 технологических схем с учетом исходных данных (4.42), влияния надежности на экономичность и необходимого количества технологического оборудования в каждой схеме получаем, что оптимальной будет технологическая схема III.

Выводы. Предложенная методика позволяет выбирать оптимальную технологическую схему углесосной станции по условию надежности. Полученные математические модели надежности могут быть применены для анализа технологических схем, где необходимо учесть влияние надежности на экономичность.

Литература

1. Королюк В.С., Томусяк А.А. Описание функционирования резервированных систем посредством полумарковских процессов.// Кибернетика, вып.5, 1965.
2. Королюк В.С. Время пребывания полумарковского процесса в фиксированном множестве состояний.// УМЖ, т. 7, вып. 3, 1965.
3. Сорокин А.С. Применение методов теории вероятностей к исследованию некоторых процессов производства. 4-ая междунар. конф. Кибернетика и технологии XXI века. Воронеж, 2003. с. 122 -133.
4. 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.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Е.Ф. Анисимов, С.Б. Токарев
МГВМИ, г. Москва

При создании нового электротехнического и электронного оборудования, определяющую роль играет математическое и компьютерное моделирование различными процессами, которые происходят в этих устройствах. Так для обеспечения требуемых технических параметров и характеристик разрабатываемых устройств, средствами математического моделирования выполняются расчеты различных процессов в этих устройствах и системах, как на основе моделей, использующих эквивалентные схемы замещения, так и на основе полевых методов. Однако, при создании новых устройств компьютерная техника открывает перспективный план постановки и проведения реальных экспериментов на основе применения так называемых виртуальных приборов. Это достигается возможностью сопряжения компьютера с внешними устройствами, выполняющими измерительные функции, что, в свою очередь, позволяет автоматизировать

процесс измерения и повысить его эффективность за счет применения современных математических методов обработки и распознавания сигналов.

Выбор конкретного метода математического моделирования определяется поставленной целью разработкой оборудования, каково назначение модели, каково рода информацию предполагается получать с помощью этой модели, как будут использоваться результаты моделирования и др.

Проводя анализ различных средств моделирования можно выделить следующие группы программных систем математического и компьютерного моделирования.

1. Программные комплексы входящие в систему САПР, использующие инженерные методики проектирования на базе схем замещения объекта проектирования или на основе решения полевых задач (по расчету электромагнитных, тепловых и других процессов). Следует упомянуть известные пакеты программ Ansis, Profi, EFMM. В этой связи актуализируется задача совершенствование этих моделей как путем повышения точности расчета, а также снижения размерности модели с использованием новых подходов при их разработки.

2. Интегрированные системы компьютерной математики (MathCAD, Maple и др.). Эти системы имеют средства расширения, представленные специализированными библиотеками и пакетами, что позволяет решать поставленные задачи в самых различных областях науки.

3. Специализированные пакеты схематического моделирования (MicroCap, EWB и др.) в которых полностью автоматизирована подготовка моделей и их уравнений состояний.

Для решения задач моделирования систем могут использованы универсальные программные комплексы блочного моделирования, реализующие визуально ориентированный подход, как в виде специализированных систем, так и на основе компьютерной математики. Среди таких программ наиболее известной является система блочного моделирования Simulink, которая интегрирована системой MatLab. Универсальной системой блочной визуально-ориентированого математического моделирования является система VisSim, которая интегрируется с MathCad и MatLab.

4. Аппаратные средства реализации математического программирования, к которым, прежде всего, следует отнести современные цифровые и запоминающие осциллографы (Tektronix, Fluke). Эти осциллографы, будучи подключенными, к компьютеру могут выполнять операции обработки сигналов. Однако стоимость приборов такого типа очень высокая, что делает невозможным их использование. В связи с этим представляют интерес виртуальные осциллографы, выполненные в виде приставок к персональным компьютерам. При этом на экране компьютера программными средствами создается передняя панель осциллографа, управление которой осуществляется с помощью графического манипулятора - мыши. Основное достоинство компьютерных осциллографов – их низкая стоимость.

В этой связи следует упомянуть о среде программирования LabVIEW. Она представляет собой среду прикладного графического программирования, используемую в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа данных и последующего управления приборами и исследуемыми объектами.

При создании виртуального осциллографа возникает задача сопряжения компьютера с внешним устройством. Здесь можно воспользоваться имеющимися на рынке стандартных устройств сопряжения («National Instruments», «Veleman Instruments»).

Тем не менее, разработка собственного оригинального устройства сопряжения может быть в ряде случаев дешевле и эффективней.

Следует отметить, что обеспечения эффективного моделирования в той или иной области, помимо использования стандартных программных средств, необходимо создавать собственную прикладную библиотеку специализированных блоков.

ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

В. И. Петров, В. М. Нефедов, В. А. Скударнов, А.В. Патанин, О.В. Олесюк
СибГИУ, г. Новокузнецк

Применение методов неразрушающего контроля (НК) конструкций и изделий при их изготовлении и эксплуатации приобретает все большую значимость как в лабораторном, так и в промышленном эксперименте. Среди множества методов НК несомненный интерес представляет регистрация волн напряжений от развивающихся дефектов независимо от их природы - акустическая эмиссия (АЭ). Развитие цифровой техники позволяет не только получать информацию о происходящих в материале процессах при различного вида нагружении (тепловом, механическом и т. д.), но и накапливать, хранить, обрабатывать и анализировать по различным параметрам.

В настоящей работе рассмотрена методика применения и система контроля регистрации сигналов АЭ в процессе кристаллизации легкоплавких металлов, использующая аналоговый способ измерения. Были разработаны два вида приборов: широкополосный – с полосой пропускания 0,02 – 1,2 МГц и узкополосный с переменной полосой пропускания и шириной полосы - 8 кГц. В эксперименте использовались широкополосные (ШП) и резонансные (РП) преобразователи, изготовленные на основе пьезокерамики ПКР. Блок – схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

В печь Таммана 1 помещается графитовый тигель 2, имеющий в крышке отверстия для волновода 6 и термопары 4. Волновод изготавливается из проволоки диаметром 6 мм из стали X18H10T с волновым сопротивлением, близким к волновому сопротивлению материала доннышка и площадку для крепления преобразователя.

Термопара хромель-алюмель работает в широком интервале температур (для исследования процессов плавления и кристаллизации легкоплавких металлов) до 1150⁰ С и имеет достаточно линейную характеристику. Сигнал от термопары подается на графопостроитель "Endim 620.02" (5), что позволяет регистрировать кинетику процессов в широком интервале скоростей нагрева или охлаждения. На волновод, через слой контактной жидкости, с нормируемым усилием поджима крепится преобразователь 3, характеристика которого выбирается из условий эксперимента и сигнал от которого подается на предварительный усилитель 7, затем на основной усилитель 8. Далее, после преобразования сигнала из аналоговой формы в цифровую в блоке 9, индицируется на цифровом табло 10 и самописце 11. Данная схема используется в широкополосном варианте регистрации сигналов АЭ.

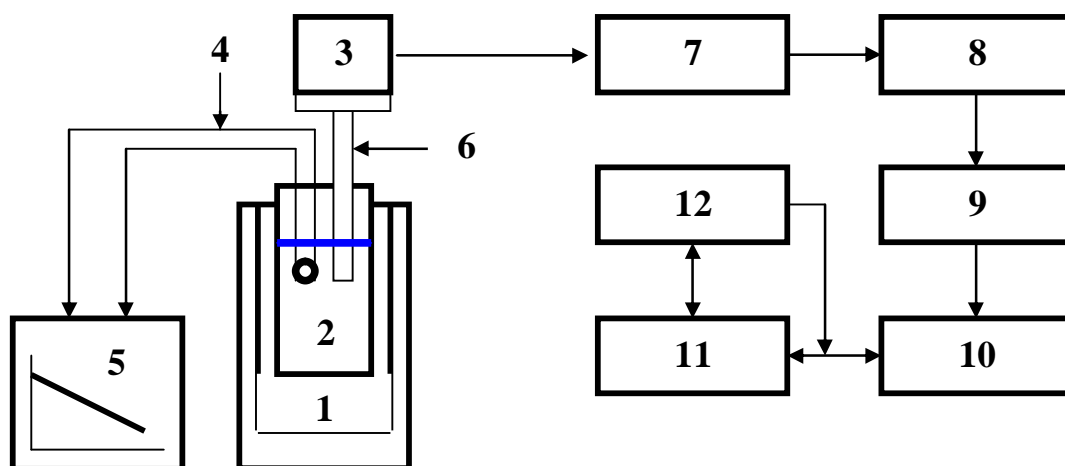
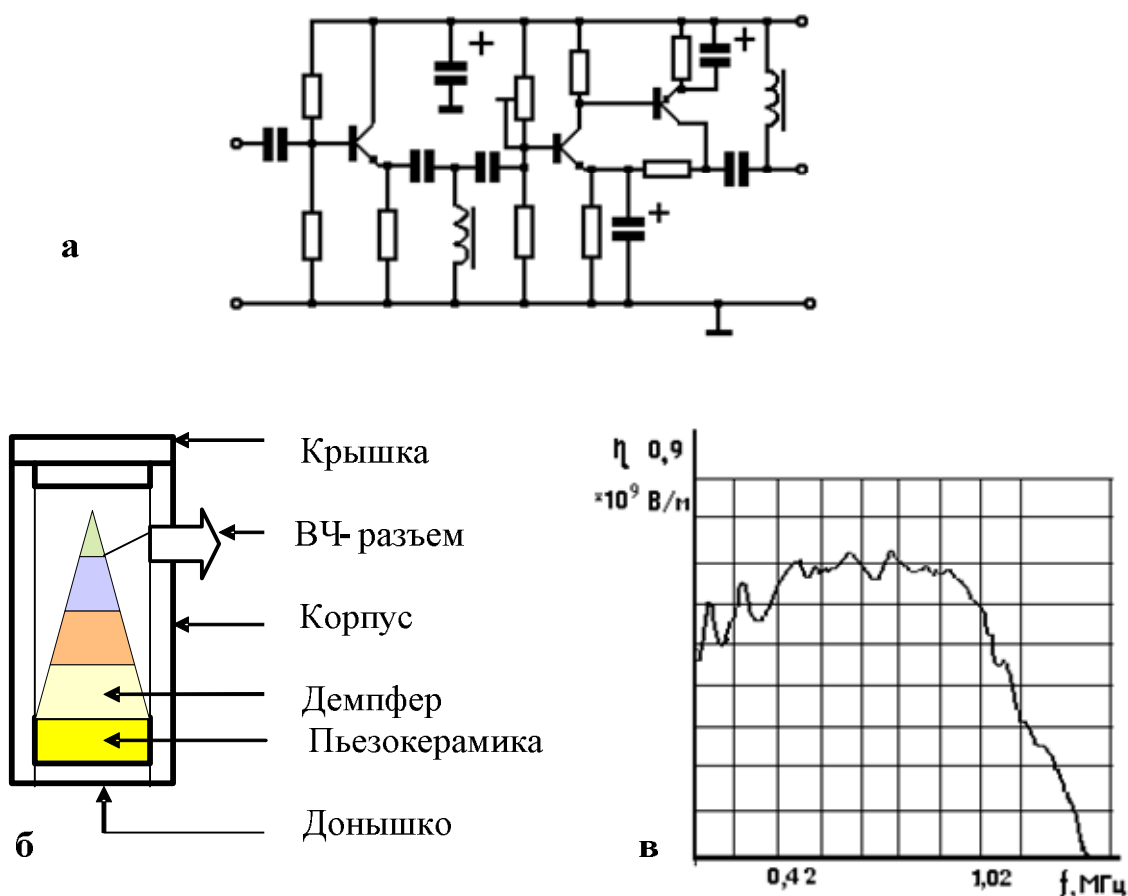


Рисунок 1 – Аналоговый способ проведения измерений



а – принципиальная схема широкополосного предварительного усилителя;
 б – конструкция ШП преобразователя; в – АЧХ ШП преобразователя

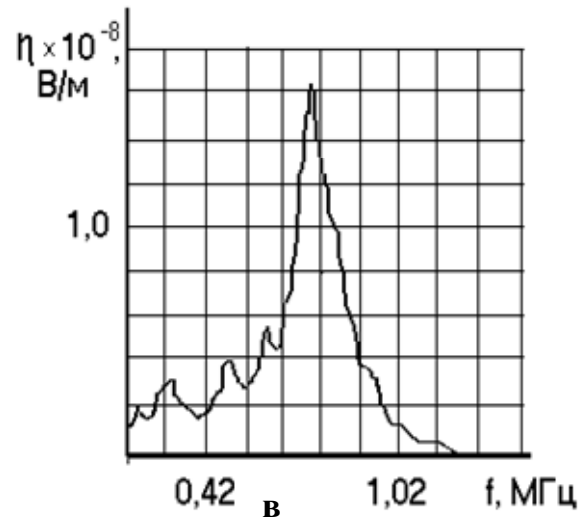
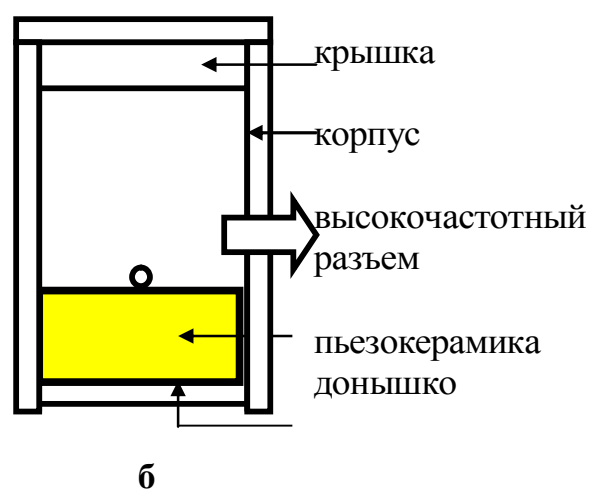
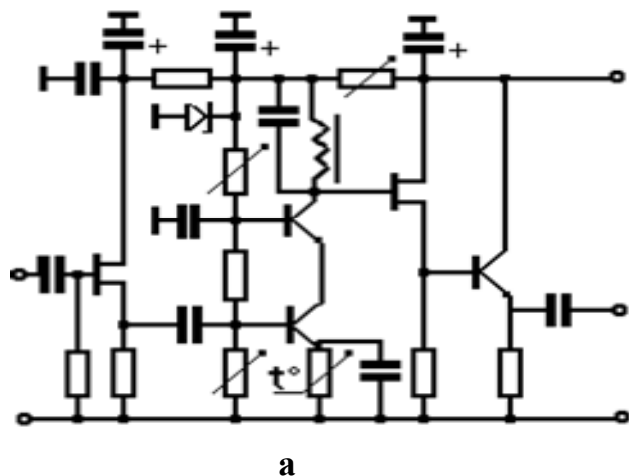
Рисунок 2 – Принципиальная схема широкополосного варианта измерительной системы

Принципиальная схема предварительного усилителя приведена на рисунке 2.а. В этом случае используется широкополосный преобразователь (рисунок 2.б), амплитудно-частотная характеристика которого (АЧХ) приведена на рисунке 2.в.

В случае необходимости используется узкополосный прибор с переменной полосой пропускания, принципиальная схема предварительного усилителя которого приведена на рисунке 3.а, а схема основного усилителя на рисунке 4. На рисунке 3.б и 3.в приведены конструкция резонансного преобразователя и его амплитудно-частотная характеристика соответственно. Калибровка преобразователей проводилась по методике НПО "Дальстандарт".

Исходя из полученных ранее результатов были определены оптимальные частотные диапазоны регистрации сигналов акустической эмиссии при плавлении и кристаллизации как в лабораторных, так и в производственных условиях при наличии технологических помех с шумами в большом динамическом амплитудном диапазоне.

Эти факторы накладывают определенные требования к конструкции системы контроля: необходимо разработать пьезопреобразователи с резонансной частотой в указанном интервале; фильтры промышленных помех на частоты ниже 400 кГц с ослаблением не ниже 40 дБ/октаву; резонансные предварительные усилители, настроенные на частоту преобразователя, а также синхронизировать работу прибора с остальной регистрирующей аппаратурой. Принципиальная схема основного усилителя с переменной полосой пропускания приведена на рисунке 4.



а – принципиальная схема резонансного усилителя; б – конструкция резонансного преобразователя; в – амплитудно-частотная характеристика резонансного преобразователя
 Рисунок 3 – Принципиальная схема резонансного варианта измерительной системы

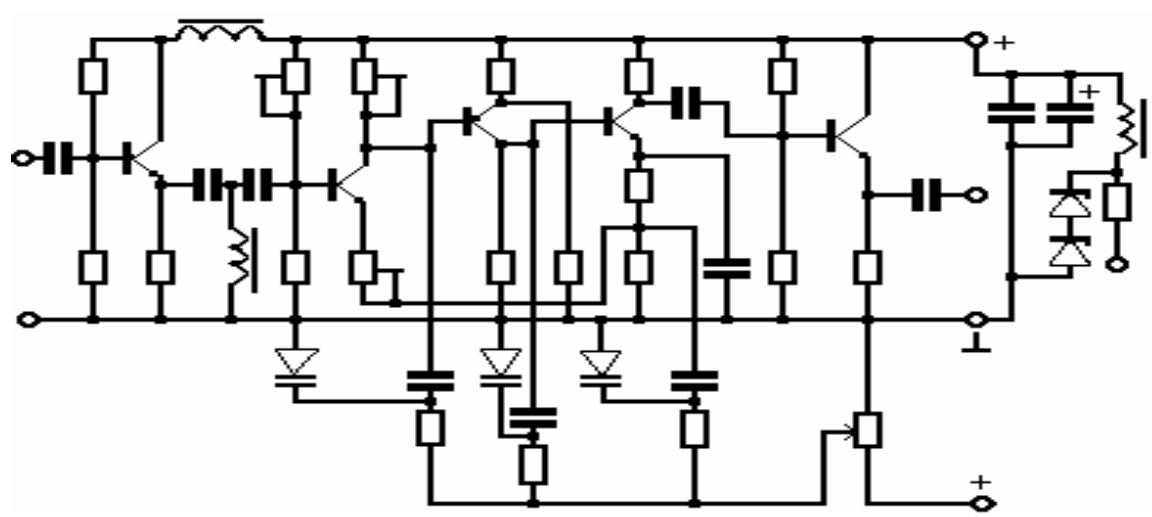


Рисунок 4 – Принципиальная схема основного усилителя с переменной полосой пропускания

Система неразрушающего контроля работает следующим образом. Сигнал от пьезопреобразователя (использовалась пьезокерамика ПКР) подается на предварительный усилитель, настроенный на частоту резонанса преобразователя, и через блок фильтров,

предназначенный для подавления шумов, вызываемых работой сварочных агрегатов, на основной усилитель. Данный усилитель имеет переменную более широкую полосу пропускания и достаточно высокий коэффициент усиления. Блок обработки сигналов акустической эмиссии предназначен для преобразования сигналов АЭ из аналоговой формы в цифровую и функционально связан с блоком регистрации температуры. Задатчик времени включает блок индикации сигналов АЭ в период, соответствующий задаваемому времени и информация о количестве сигналов – суммарная АЭ или активность сигналов АЭ после обработки соответственно подается на информационное табло.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛА ПАРОПРОВОДОВ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.И Петров, В.М. Нефедов, О.В. Олесюк, С.Л Семенов, А.В Патанин
СибГИУ, г. Новокузнецк

При неразрушающем контроле акустико-эмиссионным методом металла паропроводов, находящихся в условиях эксплуатации, возникает необходимость отстройки от технологических шумов, которые в значительной степени зависят от изменения температуры и давления пара. Нахождение взаимосвязи между параметрами пара и шумов является необходимым условием, повышающим достоверность результатов контроля.

В результате нарушения режимов эксплуатации температура пара и его давление меняется в довольно значительных пределах, причем может достигать критических для данной марки стали значений, вследствие чего наблюдается повышенная ползучесть. Для определения зависимости между эксплуатационными факторами и параметрами сигналов акустической эмиссии проводилась их одновременная регистрация, причем был выбран ряд наиболее опасных (по данным лаборатории металлов) мест. Схема паропровода и места установки волноводов приведены на рисунке 1.

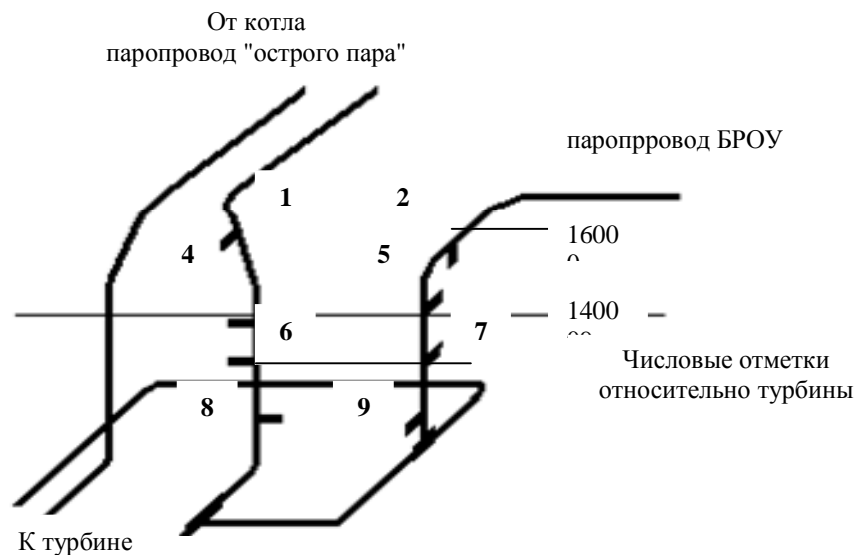


Рисунок 1 – Схема паропровода и волноводы для контроля (Джамбульская ТЭС)

Поскольку неразрушающий контроль металла в процессе эксплуатации сопряжен со значительными трудностями, связанными с наличием теплоизоляции и высоких температур, волноводы устанавливались в определенных местах, как указывалось выше, во время капитального ремонта. Схема крепления преобразователя к волноводу и волновода к паропроводу приведена на рисунке 2.

Устройство получает информацию как по двум параллельным каналам, что позволяет сравнивать и усреднять результаты от двух параллельных ниток паропровода, так и определять координаты места с повышенной активностью сигналов АЭ.

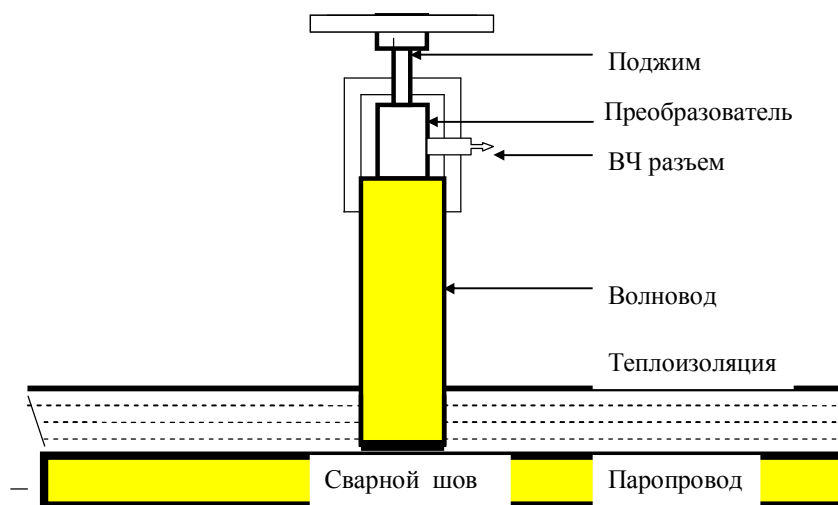
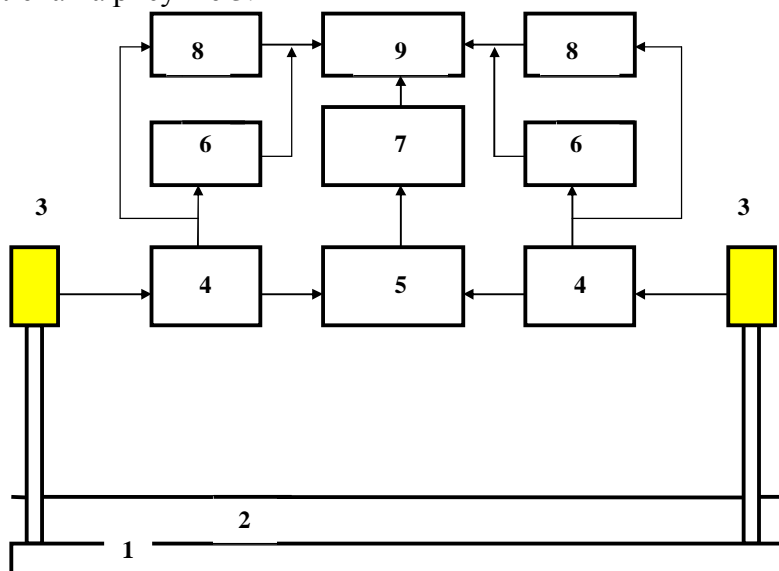


Рисунок 2 – Схема крепления преобразователя и волновода к паропроводу

Волновод, имеющий длину 800 мм и диаметр 18мм, вытачивался из стали X18H10T, поскольку ее волновое сопротивление наиболее близко к волновому сопротивлению доньшка и пьезокерамики из которых были изготовлены преобразователи с практически одинаковой резонансной частотой. Преобразователь с фиксированным усилием через слой глицерина поджимался к полированному торцу волновода, имеющего температуру на рабочем конце 45-50⁰С. Температура Кюри для применяемой пьезокерамики равна 430⁰С.

Регистрация сигналов акустической эмиссии производилась прибором, блок-схема которого представлена на рисунке 3.



1- паропровод; 2 – изоляционный слой; 3 – преобразователи и предварительные усилители; 4 – основные усилители; 5 – блок обработки сигналов; 6 – сумматоры; 7 – Блок определения координат; 8 – интенсивметры; 9 – цифровое табло

Рисунок 3 – Схема регистрации сигналов АЭ с определением координат дефектов

На рисунках 4 и 5 представлены качественные и количественные результаты наблюдений за изменением технологических параметров работы теплотехнического оборудования и данные об изменении активности сигналов АЭ. Измерения проводились на четырнадцатой отметке паропровода "острого пара" (волновод № 4), поскольку данный участок имеет наибольшую по всей длине температуру и здесь наблюдаются наибольшие отклонения от средних значений давления. Данные представлены службой контроля ТЭС.

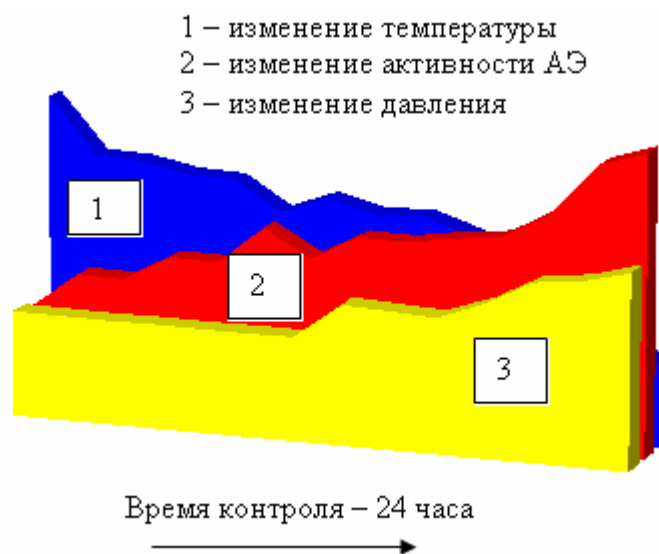


Рисунок 4 – Качественное изменение сигналов акустической эмиссии в зависимости от изменения технологических параметров в течение суток

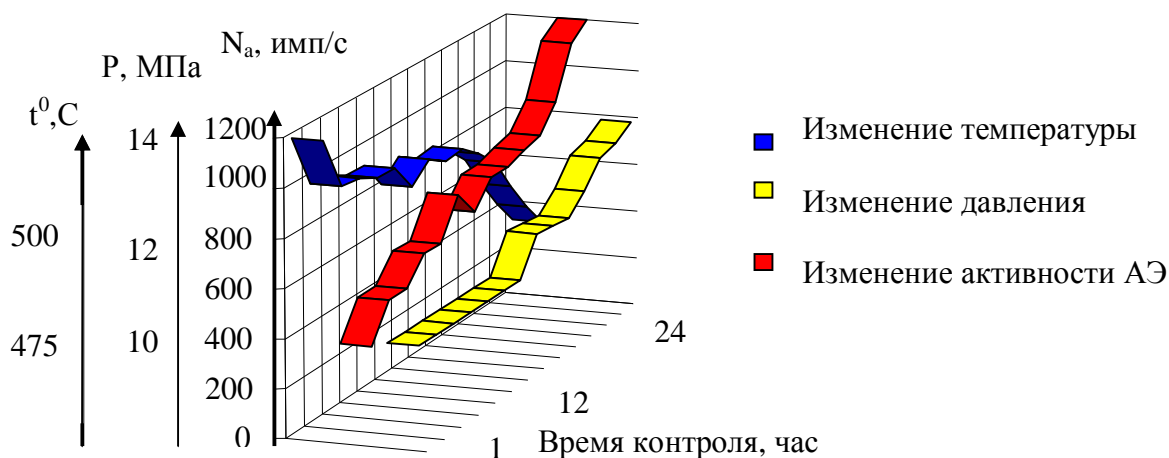


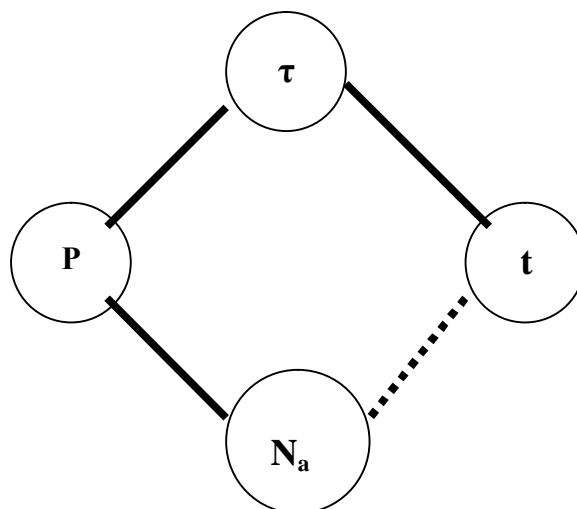
Рисунок 5 – Количественные результаты технологических параметров паропровода "острого пара" и активности сигналов акустической эмиссии в течение суток

Как видно из графиков (рисунок 5), понижение температуры приводит к некоторому возрастанию активности сигналов акустической эмиссии, что хорошо согласуется с литературными данными. Повышение давления вызывает значительное возрастание активности АЭ, в связи с чем был проведен корреляционный анализ.

В таблице 1 представлены результаты корреляционного анализа зависимостей между эксплуатационными факторами (давлением и температурой) и регистрируемыми параметрами сигналов акустической эмиссии (в данном случае – активность АЭ).

Таблица 1 – Данные корреляционного анализа

| | Время | Температура | Давление | Активность АЭ |
|---------------|-------|-------------|----------|---------------|
| Время | 1 | 0,966 | 0,797 | 0,884 |
| Температура | | 1 | 0,93 | - 0,77 |
| Давление | | | 1 | 0,81 |
| Активность АЭ | | | | 1 |



τ – время; t – температура; P – давление; N_a – активность сигналов АЭ

Рисунок 6 – Граф корреляционных связей между эксплуатационными факторами и активностью сигналов АЭ ($\alpha = 0,1$)

После измерения шумовых параметров и с учетом результатов корреляционного анализа производилась регистрация АЭ на участках с повышенной активностью сигналов. При этом, на блок обработки сигналов прибора-регистратора акустической эмиссии задавались параметры технологических шумов (выбирался частотный диапазон с использованием фильтров высоких частот, подбора резонансной частоты преобразователя и настройки узкополосного предварительного усилителя, а также чувствительность, приведенная ко входу). Поскольку усилительный тракт прибора обладал значительным динамическим диапазоном, имелась возможность в широких пределах варьировать уровни дискриминации регистратора с целью подавления паразитных шумов.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абрамов А.В. ... 210
Аверченко В.И. ... 113
Аксенов К.А. ... 369
Алексеев В.А. ... 113
Аман Е.Э. ... 427
Амурский А.В. ... 115
Андреев А.Ю. ... 68
Андреев С.М. ... 182
Андрианов О.Н. ... 325
Анисимов Е.Ф. ... 448
Анисова М.А. ... 41
Астраков С.Н. ... 41, 42, 43
Атавин Т.А. ... 272, 274

Б

Бабин И.А. ... 14
Баклушина И.В. ... 116
Барахнин В.Б. ... 35
Баркалов С.А. ... 211
Баскакова Т.В. ... 98
Бауэр И.К. ... 109, 324, 337, 401
Белокрылова А.С. ... 238
Белоусов В.Е. ... 424
Белоусов П.Г. ... 242, 314, 317
Березин Д.Г. ... 268
Бессонова Л.Е. ... 14
Блумбах А.Л. ... 158
Бобко Т.В. ... 98
Богданович И.А. ... 80
Богдановская Т.В. ... 407
Бондарь Н.Ф. ... 103, 329, 394
Бондин А.Р. ... 164
Бородин А.Р. ... 211
Бочкаева Т.М. ... 341
Брагин В.М. ... 109
Бунаков П.Ю. ... 119
Бурыкин А.А. ... 14

В

Валишевская Л.Г. ... 258
Вальке А.А. ... 122
Веровкин В.И. ... 45, 49, 92, 113, 123, 249,
Веровкин С.А. ... 276
Веровкина Н.Н. ... 274
Воробьев В.В. ... 238
Ворошилов К.Ю. ... 220

Г

Галевский Г.В. ... 292, 343
Галицкая Л.В. ... 92
Гассельбах А.А. ... 127

Герасимов Л.К. ... 128
Глазунов Е.А. ... 170
Глотов Т.И. ... 215
Гольцев В.А. ... 195
Горенский Б.М. ... 185
Грачев В.В. ... 68
Григорьев А.С. ... 131
Гришина Л.И. ... 252
Гудов А.М. ... 278, 347
Гулевич Т.М. ... 324, 337, 401
Гурьянов Ю.А. ... 299

Д

Данилевич С.Б. ... 53
Дворянкин А.М. ... 132
Девятов Д.Х. ... 240
Деменков П.С. ... 427
Деркач С.В. ... 54
Дерябин М.Ю. ... 134
Добрынин А.С. ... 321
Довбань С.Н. ... 218
Долженко А.В. ... 268
Доросинский Л.Г. ... 369
Дружилов Ал-р.С. ... 411
Дружилов Ар-м.С. ... 411
Дружинин Г.М. ... 128
Дьяченко Н.С. ... 223

Е

Евтушенко В.Ф. ... 314, 317
Евтушенко Д.В. ... 314, 317
Ерохин А.В. ... 424
Ефремов Ю.В. ... 144
Ефросиничев К.С. ... 220

Ж

Жданов Д.Н. ... 220
Жеребцова Н.А. ... 42
Жилина Н.М. ... 58, 350
Жукова Ю.А. ... 235
Журавлев В.А. ... 131

З

Завозкин С.Ю. ... 278
Захаренко В.А. ... 122, 138
Зверева О.М. ... 61
Зельцер С.Р. ... 65
Зотов С.А. ... 140
Зрюмов Е.А. ... 422
Зыков А.П. ... 179

И

Иванисенко В.А. ... 427
Иванов Е.Б. ... 18
Ивушкин А.А. ... 9, 68, 85
Исьянов О.З. ... 143

К

Кадочников С.М. ... 175
Казакова Л.Г. ... 94
Калачёв А.В. ... 113
Калашников С.Н. ... 43, 355
Камалеева М.Ф. ... 350
Качин О.С. ... 228
Кипервассер М.В. ... 353, 365
Киселев С.Ф. ... 9, 144, 268, 440
Киселева Т.В. ... 281, 299, 428, 437, 436
Кобылкин ... А.В. 147
Кожин А.В. ... 45, 49
Колесников ... С.С. 53
Коловский А.В. ... 223
Компанейц А.Н. ... 149
Компанейц Д.А. ... 149
Кораблина Т.В. ... 296
Коровин С.К. ... 9, 94
Король Е.В. ... 151
Коротаева Т.В. ... 215
Кочержинская Ю.В. ... 240
Кочетков В.П. ... 223
Кошелёв А.Е. ... 155, 158, 160, 236
Кравцов Н.А. ... 155, 160
Криволапова Л.И. ... 321
Крылов А.В. ... 355
Кубарев В.А. ... 242
Куделин С.П. ... 164
Кулаков С.М. ... 321, 329, 394
Куликчан В.Г. ... 385
Кунинин П.Н. ... 407, 411
Курьянова Т.Г. ... 166

Л

Лавров В.В. ... 14
Левкина О.М. ... 103
Левченко С.П. ... 209
Ливеровская Е.Л. ... 227
Линков А.А. ... 268, 440
Лисиенко В.Г. ... 18, 140
Лобов Д.Г. ... 122, 138
Логунова О.С. ... 357, 361
Лысов А.М. ... 424
Львова Е.И. ... 94, 238
Любанова А.Ш. ... 252, 256
Ляховец М.В. ... 144, 170, 284

М

Макаренко А.А. ... 172
Малашенко М.М. ... 175, 177
Махарева О.А. ... 73
Меломед Л.А. ... 256
Миронова Е.В. ... 326
Мисюра О.В. ... 311
Митьков В.В. ... 337
Михайлов В.Г. ... 432
Михин П.В. ... 215
Мичков А.Н. ... 195
Модзелевский Д.Е. ... 415
Морозов П.А. ... 401
Морозова В.А. ... 18
Морозова Ю.В. ... 287
Мочалов С.П. ... 28, 245, 418
Мусатова А.И. ... 258
Мышляев Л.П. ... 9, 68, 85, 88, 94, 238
Мясищев Р.Ю. ... 261

Н

Нефедов В.М. ... 450, 453
Нечаев М.А. ... 228
Новичихин А.В. ... 78
Новокрещенов С.А. ... 179
Нужин Д.В. ... 182

О

Оборин М.В. ... 123
Овчинников Ю.Н. ... 179
Огнев А.М. ... 229
Огнев С.П. ... 144, 170
Олесюк О.В. ... 450, 453
Осипов И.В. ... 357
Островлянчик В.Ю. ... 242, 415

П

Павлов В.В. ... 245
Павлова Т.Ю. ... 127
Падалко А.Г. ... 295
Панкратова Н.В. ... 281
Панфилов М.Л. ... 180
Пареньков А.Е. ... 18
Парсункин Б.Н. ... 182
Парфенов Ю.П. ... 80
Паршаков А.В. ... 185
Паршин С.В. ... 187
Паршина В.С. ... 264
Патанин А.В. ... 450, 453
Перепелицын В.П. ... 365
Перетятыко В.Н. ... 391
Петров В.И. ... 450, 453
Петров Е.В. ... 103

Петров Н.И. ... 189
Петрунин А.М. ... 85, 88
Петрунин С.М. ... 85, 88
Плещеев В.В. ... 288
Половикина А.И. ... 261
Поляков Б.Н. ... 22
Полях О.А. ... 292
Пономарёв Ю.Ю. ... 122, 138
Попков В.К. ... 25
Прокофьев С.В. ... 440
Пронин С.П. ... 422
Протопопова М.Е. ... 372, 374, 378
Прохоров И.Е. ... 240
Пучкова Т.В. ... 428, 436
Пушкарев Р.А. ... 189

Р
Рахманова А.П. ... 326
Романов В.А. ... 369
Рублевский И.С. ... 223
Руднева В.В. ... 292, 343
Рыбенко И.А. ... 418
Рыков А.С. ... 9, 94, 372, 374, 378, 385
Рябцева Л.В. ... 341

С
Савченко В.В. ... 284
Сазыкин Г.П. ... 9
Сакун А.Ф. ... 295
Седых С.В. ... 272
Семенов С.Л. ... 453
Семенова Н.В. ... 187
Семехина М.В. ... 347
Сирин Н.Ф. ... 190
Скударнов В.А. ... 450
Смыков А.Б. ... 232
Соколов А.Г. ... 197, 199
Соловьева Ю.А. ... 296
Сорокин А.С. ... 443, 445
Спирин Н.А. ... 14, 128, 175, 177, 193, 197, 199
Стариков А.В. ... 119
Степанов А.В. ... 388, 404
Сучков А.В. ... 18
Сыркин И.С. ... 233

Т
Телегина М.В. ... 113
Тимирбулатова О.М. ... 272, 274
Титаренко А.А. ... 385
Титов И.А. ... 302
Ткаченко Н.И. ... 193
Токарев С.Б. ... 448
Толстых О.А. ... 252
Трофимов В.Б. ... 394

Турчанинов А.Е. ... 92, 249
Турчанинов Е.Б. ... 123, 236, 249
Турчанинов Л.Е. ... 236

У

Упорова И.А. ... 195

Ф

Фадеева Д.А. ... 299
Фатхутдинов А.Р. ... 197, 199
Федотов А.А. ... 324, 401
Федотов А.В. ... 149, 201
Федотов А.М. ... 35, 347
Филиппова М.В. ... 391
Фрейдензон М.Е. ... 164

Х

Халимов В.А. ... 440
Хамматов И.М. ... 128
Харин В.Н. ... 119
Харитонов В.Г. ... 238
Хвастунов Д.А. ... 211
Хомченко В.Г. ... 147, 201
Хыдыров А.Х. ... 132

Ц

Цапок М.В. ... 113
Цымал В.П. ... 28, 229

Ч

Чабан С.В. ... 206, 394
Чеченин Г.И. ... 58, 302, 350
Чичерин И.В. ... 206

Ш

Шабанов А.П. ... 81
Шарапов Б.Н. ... 209
Шведова А.А. ... 256
Шендриков А.Е. ... 245, 418
Шехтман В.Е. ... 45, 49
Шипунов М.В. ... 170
Шокин Ю.И. ... 35
Шульгин В.В. ... 261
Шумилин С.С. ... 268

Щ

Щербинин С.Е. ... 215

Ю

Юденков А.В. ... 422
Юдин П.К. ... 401
Юнусова В.А. ... 306
Юркова Е.К. ... 343

Я

Язьков А.А. ... 309
Якушева О.Н. ... 235

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ..... | 8 |
| Коровин С.К., Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Рыков А.С., Сазыкин Г.П., Киселев С.Ф. Состояние вопроса по автоматизации промышленных предприятий..... | 9 |
| Лавров В.В., Бабин И.А., Бурыкин А.А., Бессонова Л.Е., Спирин Н.А. Современная технология и инструментарий разработки программного обеспечения информационно-моделирующих систем в металлургии..... | 14 |
| Морозова В.А., Лисиенко В.Г., Пареньков А.Е., Иванов Е.Б., Сучков А.В. Технология использования экспертных систем при автоматизированном управлении энерго- экологоэффективными процессами в металлургии..... | 18 |
| Поляков Б.Н. Перспективы применения микропроцессорных систем программного управления приводами энергоёмкого оборудования сложных объектов машиностроения и металлургии..... | 22 |
| Попков В.К. Инфо-коммуникационные технологии в жизнедеятельности человека..... | 25 |
| Цымбал В.П., Мочалов С.П. Синергетический подход к созданию экономичных и малоинерционных металлургических процессов..... | 28 |
| Барахнин В.Б., Федотов А.М., Шокин Ю.И. Проблемы построения информационно- поисковых систем общего назначения..... | 35 |
| СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ..... | 40 |
| Астраков С.Н., Анисова М.А. Методы моделирования товарно-денежных потоков..... | 41 |
| Астраков С.Н., Жеребцова Н.А. Методы оценки нагрузки на транспортные линии в коммуникационных системах..... | 42 |
| Астраков С.Н., Калашников С.Н. Методы распределения материального потока в сетевых моделях..... | 43 |
| Веревкин В.И., Кожин А.В., Шехтман В.Е. Методы приближенного решения задачи оптимального объезда..... | 45 |
| Веревкин В.И., Кожин А.В., Шехтман В.Е. Обзор задач транспортной логистики..... | 49 |
| Данилевич С.Б., Колесников С.С. Разработка эффективных методик контроля качества изделий..... | 53 |
| Деркач С.В. Проблемы внедрения на генподрядном предприятии автоматизированной системы управления материальными и трудовыми ресурсами..... | 54 |
| Жилина Н.М., Чеченин Г.И. Некоторые задачи совершенствования информационных технологий поддержки управленческих решений в муниципальной системе охраны здоровья..... | 58 |
| Зверева О.М. Методология и принципы создания автоматизированной системы «ИБД СКТМ – 2» на ОАО «УРАЛМАШ» | 61 |
| Зельцер С.Р. Системные основы мониторинга технологических объектов управления..... | 65 |
| Ивушкин А.А., Грачев В.В., Андреев А.Ю., Мышляев Л.П. Выработка нормативов на создание промышленных комплексов..... | 68 |
| Махарева О.А. Эквивалентность моделей при проектировании оптимальных управляющих алгоритмов..... | 73 |
| Новичихин А.В. Некоторые аспекты прогнозирования развития топливодобывающего региона..... | 78 |
| Парфенов Ю.П., Богданович И.А. Автоматизированная система оперативного управления процессами с гарантированным выполнением временных ограничений..... | 80 |
| Шабанов А.П. Подход к выбору направления автоматизации деятельности..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| Петрунин С.М., Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Петрунин А.М. О совместном синтезе объектов и управляющих систем..... | 85 |
| Петрунин С.М., Мышляев Л.П., Петрунин А.М. Управление свойствами объекта на примере кислородно-конвертерного процесса..... | 88 |
| Веревкин В.И., Галицкая Л.В., Турчанинов А.Е. Программно-фрагментальный способ идентификации и управления..... | 92 |
| Коровин С.К., Мышляев Л.П., Рыков А.С., Львова Е.И., Казакова Л.Г. Развитие методологии идентификации объектов в системах автоматизации управления | 94 |
| Бобко Т.В., Баскакова Т.В. Об оценке экономической эффективности систем автоматизированного управления..... | 98 |
| Бондарь Н.Ф., Петров Е.В., Левкина О.М. Система управления компетенциями персонала..... | 103 |
| Брагин В.М., Бауэр И.К. О программном обеспечении автоматизированной технологии многокритериального выбора..... | 109 |

СЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....112

| | |
|---|-----|
| Аверченко В.И., Верёвкин В.И., Калачёв А.В. Синхронизация и координация сталеплавильного производства ОАО «ЗСМК» на основе комбинированного подхода..... | 113 |
| Алексеев В.А., Телегина М.В., Цапок М.В. Геоинформационная система для управления оценением и отображением экологической обстановки на почве..... | 113 |
| Амурский А.В. Повышение эффективности раскройно-заготовительного производства путем оптимизации раскроя длинномерных материалов..... | 115 |
| Баклушина И.В. Обзор и анализ существующих АСУ ТП котельных установок..... | 116 |
| Бунаков П.Ю., Стариков А.В., Харин В.Н. Решение задачи организационно-технологической подготовки позаказного производства в комплексной САПР корпусной мебели..... | 119 |
| Вальке А.А., Захаренко В.А., Лобов Д.Г., Пономарёв Ю.Ю. Термографический контроль технологических процессов..... | 122 |
| Веревкин В.И., Турчанинов Е.Б., Оборин М.В. Моделирование процесса проудвки стали в установке «печь-ковш» через несколько донных пористых вставок..... | 123 |
| Гассельбах А.А., Павлова Т.Ю. Реализация системы технического зрения на базе мехатронного модуля..... | 127 |
| Герасимов Л.К., Дружинин Г.М., Хамматов И.М., Спириин Н.А. Автоматизированная система управления работой зажигательного горна агломерационной машины..... | 128 |
| Григорьев А.С., Журавлев В.А. Магнитно-импульсное устройство для испытания сейсмических датчиков..... | 131 |
| Дворянкин А.М., Хыдыров А.Х. Создание автоматизированной системы для поддержки бизнес-процессов строительства объектов нефтегазового комплекса..... | 132 |
| Дерябин М.Ю. Использование нечеткой логики в системах автоматического управления на металлургических предприятиях..... | 134 |
| Захаренко В.А., Лобов Д.Г., Пономарёв Ю.Ю. Высокотемпературный пирометрический преобразователь..... | 138 |
| Зотов С.А., Лисиенко В.Г. Автоматизация технологического процесса транспортировки глинозема “сухой” газоочистой установки на примере установки 6-ой серии электролизного цеха богословского алюминиевого завода, филиал ОАО “СУАЛ”.... | 140 |
| Исьянов О.З. К вопросу управления интеллектуальным зданием..... | 143 |
| Киселев С.Ф., Ляховец М.В., Огнев С.П., Ефремов Ю.В. Опыт модернизации системы автоматизации управления технологическим комплексом углеприема обогатительной фабрики..... | 144 |

| | |
|---|-----|
| Кобылкин А.В., Хомченко В.Г. Автоматизация управления процессом обезвоживания нефти..... | 147 |
| Компанейц Д.А., Компанейц А.Н., Федотов А.В. Интеллектуальная контрольно-управляющая система для ГПМ..... | 149 |
| Король Е.В. Формирование отчетности по МСФО средствами SAP BW..... | 151 |
| Кошелев А.Е., Кравцов Н.А. Подсистема регулирования уровня металла в кристаллизаторе..... | 155 |
| Кошелев А.Е., Блумбах А.Л. Статистический метод прогноза технологических нарушений в работе электролизера..... | 158 |
| Кошелев А.Е., Кравцов Н.А. Система зондового контроля содержания водорода в жидкой стали..... | 160 |
| Куделин С.П., Бондин А.Р., Фрейдензон М.Е. Интегрированные информационные системы в управлении металлургическим предприятием..... | 164 |
| Курьянова Т.Г. Возможности оптимизации компьютерного оборудования на примере ОАО ЗСМК УЖДТ..... | 166 |
| Ляховец М.В., Огнев С.П., Шипунов М.В., Глазунов Е.А. Цифровая система теленаблюдения технологического цикла обогащения угля..... | 170 |
| Макаренко А.А. Оптимизация автоматизированного раскроя металла в прокатных цехах ОАО «ЗСМК»..... | 172 |
| Малашенко М.М., Кадочников С.М., Спириин Н.А. Автоматизированная система контроля заполнения и прогнозирования остатков шихтовых материалов в бункерах доменной печи..... | 175 |
| Малашенко М.М., Спириин Н.А. Автоматизированная система коррекции расхода кокса в доменном производстве..... | 177 |
| Овчинников Ю.Н., Новокрещенов С.А., Зыков А.П. Использование резервов нестационарности доменной плавки с целью повышения её эффективности..... | 179 |
| Панфилов М.Л. Автоматизация мониторинга температуры территориально-разнесенных объектов..... | 180 |
| Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Нужин Д.В. Система автоматизации управления топливосберегающим режимом нагрева непрерывно-литых заготовок в современной методической печи..... | 182 |
| Паршаков А.В., Горенский Б.М. Информационно-управляющая система процесса выщелачивания нефелиновых слюдов..... | 185 |
| Паршин С.В., Семенова Н.В. Информационная система технологического процесса профилирования труб..... | 187 |
| Петров Н.И. Корпоративный портал ОАО ЗСМК..... | 189 |
| Пушкарев Р.А. Консолидация серверного парка ОАО «ЗСМК» в едином центре обработки данных..... | 189 |
| Сирин Н.Ф. Информационное обеспечение вагонного хозяйства..... | 190 |
| Ткаченко Н.И., Спириин Н.А. Автоматизация мартеновского цеха..... | 193 |
| Упорова И.А., Мичков А.Н., Гольцев В.А. Расчетная программа по определению температурных полей в дымовых трубах..... | 195 |
| Фатхутдинов А.Р., Соколов А.Г., Спириин Н.А. АСУ ТП 32-камерной обжиговой печи №1 новосибирского электродного завода..... | 197 |
| Фатхутдинов А.Р., Соколов А.Г., Спириин Н.А. АСУТП «Нагрев» печи нагрева ОАО «ВИЗ-СТАЛЬ»..... | 199 |
| Хомченко В.Г., Федотов А.В. Автоматическое управление настроенностью технологического процесса механической обработки в ГПМ..... | 201 |
| Чичерин И.В., Чабан С.В. Алгоритмизация измерения прямолинейности поверхностей рельсов в условия массового производства..... | 206 |
| Шарапов Б.Н., Левченко С.П. Система управления проектами дирекции по ИТ..... | 209 |

| | |
|---|-----|
| Абрамов А.В. Разработка математической модели и программного обеспечения системы контроля передачи информации в замкнутых системах..... | 210 |
| Баркалов С.А., Бородин А.Р., Хвастунов Д.А. Выбор оптимального варианта затрат и доходов строительной фирмы..... | 211 |
| Глотов Т.И., Михин П.В., Коротаева Т.В., Щербинин С.Е. Многокритериальная оценка вариантов производства ремонтно-строительных работ..... | 215 |
| Довбань С.Н. Автоматизированная система управления лазерным комплексом..... | 218 |
| Жданов Д.Н., Ворошилов К.Ю., Ефросиничев К.С. Средство позиционирования web-камеры для автоматизированного метода контроля БАВ..... | 220 |
| Кочетков В.П., Коловский А.В., Дьяченко Н.С., Рублевский И.С. Оптимизация систем автоматического управления экскаваторного электропривода..... | 223 |
| Ливеровская Е.Л. Использование типовых бизнес-процессов при построении корпоративных систем управления (КСУ) сетями автозаправочных комплексов (АЗК)..... | 227 |
| Нечаев М.А., Качин О.С. Микропроцессорная система управления коллекторным двигателем..... | 228 |
| Огнев А.М., Цымал В.П. Программное обеспечение автоматизированной системы гарнисажного охлаждения применительно к агрегату типа СЭР..... | 229 |
| Смыков А.Б. Автоматизация контроля и корректировки входной информации при расчете режима работы объединенной энергосистемы..... | 232 |
| Сыркин И.С. Особенности реализации контроллера линейного двигателя, созданного на базе микроконтроллера серии dsPIC..... | 233 |
| Якушева О.Н., Жукова Ю.А. Подсистема «Поликлиника» системы «Информбольница»..... | 235 |
| Кошелев А.Е., Турчанинов Е.Б., Турчанинов Л.Е. О расчете нормативных показателей при производстве конвертерной стали..... | 236 |
| Харитонов В.Г., Мышляев Л.П., Львова Е.И., Белокрылова А.С., Воробьев В.В. Идентификация класса нелинейных объектов с распределенными управляющими воздействиями..... | 238 |
| Девятов Д.Х., Прохоров И.Е., Кочержинская Ю.В. Использование нейросетевой модели для экспертной оценки технологии агломерационно-доменного комплекса..... | 240 |
| Островляничик В.Ю., Белоусов П.Г., Кубарев В.А. Алгоритмизация процесса разработки систем логического управления на примере шахтной подъёмной установки..... | 242 |
| Шендриков А.Е., Мочалов С.П., Павлов В.В. Разработка информационной системы мониторинга и оптимизации технологических и технико-экономических показателей работы агрегатов и производств промышленных предприятий..... | 245 |
| Веревкин В.И., Турчанинов Е.Б., Турчанинов А.Е. Фрагментальная структуризация программ управлений кислородно-конвертерным процессом..... | 249 |
| Любанова А.Ш., Гришина Л.И., Толстых О.А. Имитация прямого и косвенного управления асинхронным двигателем..... | 252 |
| Любанова А.Ш., Меломед Л.А., Шведова А.А. Компьютерные методы определения геометрических параметров графических объектов применительно к задачам металлографии..... | 256 |
| Мусатова А.И., Валишевская Л.Г. Оптимизация прибыльности капитала на предприятии..... | 258 |
| Мясищев Р.Ю., Половикина А.И., Шульгин В.В. Выбор типа технологии управления в производственных системах..... | 261 |
| Паршина В.С. Автоматизированная оценка качеств работников..... | 264 |
| Шумилин С.С., Киселев С.Ф., Линков А.А., Березин Д.Г., Долженко А.В. Гидроциклонная установка как объект управления..... | 268 |

| | |
|--|------------|
| СЕКЦИЯ 3. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... | 271 |
| Атавин Т.А., Тимирбулатова О.М., Седых С.В. Система визуального сопровождения занятий в компьютерной аудитории..... | 272 |
| Веревкина Н.Н., Атавин Т.А., Тимирбулатова О.М. Деловая игра «Дельта» в системе управления ученической компанией..... | 274 |
| Веревкин С.А. Создание распределенных информационных систем с использованием сервис-ориентированного подхода..... | 276 |
| Гудов А.М., Завозкин С.Ю. Система электронного документооборота вуза..... | 278 |
| Киселева Т.В., Панкратова Н.В. Об использовании технологии дистанционного образования для повышения квалификации учебного персонала вуза..... | 281 |
| Ляховец М.В., Савченко В.В. Опыт использования аппарата нечеткой логики при реализации экспертной системы психодиагностики личности..... | 284 |
| Морозова Ю.В. Развитие технологии обучения с применением генераторов задач..... | 287 |
| Плещеев В.В. Концептуальная модель адаптивного компетентностного обучения в вузе..... | 288 |
| Полях О.А., Галевский Г.В., Руднева В.В. Автоматизированная обучающая система расчета характеристик трехструйного прямоочного плазменного реактора..... | 292 |
| Сакун А.Ф., Падалко А.Г. О точности моделей для обучения..... | 295 |
| Соловьева Ю.А., Кораблина Т.В. Результаты использования имитационных игр в учебном процессе вуза..... | 296 |
| Фадеева Д.А., Киселева Т.В., Гурьянов Ю.А. Автоматизированная информационная система рейтинга абитуриентов..... | 299 |
| Чеченин Г.И., Титов И.А. К разработке системы дистанционного обучения при дополнительном профессиональном образовании врачей..... | 302 |
| Юнусова В.А. АИС «Педагогический мониторинг»..... | 306 |
| Язьков А.А. Web-сервер проведения олимпиад по программированию..... | 309 |
| Мисюра О.В. О процедуре принятия решений по вузовским закупкам товаров и услуг..... | 311 |
| Евтушенко В.Ф., Евтушенко Д.В., Белоусов П.Г. Особенности алгоритма прогнозирования одного класса многомерных нестационарных объектов..... | 314 |
| Евтушенко В.Ф., Евтушенко Д.В., Белоусов П.Г. Прогнозирование показателей учебного процесса с помощью многомерного алгоритма..... | 317 |
| Кулаков С.М., Криволапова Л.И., Добрынин А.С. О прототипном подходе к синтезу вузовских расписаний..... | 321 |
| Федотов А.А., Гулевич Т.М., Бауэр И.К. О мерах по защите ресурсов информационной сети кафедры..... | 324 |
| Андрианов О.Н. Лабораторный комплекс «Микроконтроллеры и управление»..... | 325 |
| Миронова Е.В., Рахманова А.П. Система рейтингового управления деятельностью цикловых комиссий учреждения среднего профессионального образования..... | 326 |
| Кулаков С.М., Бондарь Н.Ф. Функциональная структура системы рейтингового управления деятельностью кафедр университета..... | 329 |
| Митьков В.В., Бауэр И.К., Гулевич Т.М. Электронные учебно-методические комплексы на основе интернет-технологий..... | 337 |
| СЕКЦИЯ 4. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ..... | 340 |
| Бочкаева Т.М., Рябцева Л.В. Экономико-математическая модель экономических оценок потерь производства..... | 341 |

| | |
|---|-----|
| Галевский Г.В., Руднева В.В., Юркова Е.К. Компьютерное моделирование режимов эффективной переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе..... | 343 |
| Гудов А.М., Федотов А.М., Семехина М.В. Автоматизированная система сетевого моделирования..... | 347 |
| Жилина Н.М., Камалеева М.Ф., Чеченин Г.И. Метод главных компонент в редукции данных АИС социально-гигиенического мониторинга (Здоровье и образование)..... | 350 |
| Кипервассер М.В. Возможности моделирования системных аварий в электрических сетях..... | 353 |
| Крылов А.В., Калашников С.Н. Имитационная компьютерная модель однофазного электропечного контура в SIMULINK и Power system blockset..... | 355 |
| Логунова О.С., Осипов И.В. Исследование сходимости метода неградиентного случайного поиска в задаче оптимизации режимов непрерывной разливки стали..... | 357 |
| Логунова О.С. Исследование теплового состояния непрерывнолитой заготовки при изменении скорости вытягивания..... | 361 |
| Перепелицын В.П., Кипервассер М.В. Сравнение различных схем ТПЧ-АД..... | 365 |
| Романов В.А., Аксенов К.А., Доросинский Л.Г. Тестирование свернутой модели процессов преобразования ресурсов..... | 369 |
| Рыков А.С., Протопопова М.Е. Методы разработки математических моделей при неопределенности..... | 372 |
| Рыков А.С., Протопопова М.Е. Моделирование сложных производственных объектов при неопределенности..... | 374 |
| Рыков А.С., Протопопова М.Е. Диалоговая нечеткая модель прогнозирования температуры металла в сталеразливочном ковше..... | 378 |
| Рыков А.С., Куликчан В.Г., Титаренко А.А. Диалоговый алгоритм оценки качества и выбора лучших вариантов систем..... | 385 |
| Степанов А.В. О компьютерном методе поиска целочисленных решений универсальной структурной системы уравнений Дворникова..... | 388 |
| Филиппова М.В., Перетягко В.Н. Многокритериальная оптимизация температуры нагрева заготовок для точной штамповки..... | 391 |
| Кулаков С.М., Трофимов В.Б., Бондарь Н.Ф., Чабан С.В. О построении интеллектуальной системы распознавания поверхностных дефектов проката..... | 394 |
| Гулевич Т.М., Федотов А.А., Бауэр И.К., Морозов П.А., Юдин П.К. Модернизация автоматизированных лабораторных установок в среде графического программирования Labview..... | 401 |
| Степанов А.В. О фреймовом описании многообразия структурных схем плоских механизмов..... | 404 |
| Кунинин П.Н., Богдановская Т.В. Синтез алгоритмов регуляторов систем с медленными и быстрыми движениями..... | 407 |
| Кунинин П.Н., Дружилов Ал-р.С., Дружилов Ар-м.С. Синтез алгоритмов и проблемы программирования микроконтроллерных систем управления..... | 411 |
| Островлянич В.Ю., Модзелевский Д.Е. Разработка и исследование цифровой системы управления комплектным тиристорным электроприводом..... | 415 |
| Шендриков А.Е., Мочалов С.П., Рыбенко И.А. Разработка математического и программного обеспечения инструментальной системы моделирования стационарных режимов металлургических объектов..... | 418 |
| Юденков А.В., Зрюмов Е.А., Пронин С.П. Введение функции передачи сигнала для анализа информационно-измерительной оптико-электронной системы в динамическом режиме..... | 422 |
| Белоусов В.Е., Ерохин А.В., Лысов А.М. Факторный анализ систем на основе метода группового учета аргументов..... | 424 |
| Деменков П.С., Аман Е.Э., Иванисенко В.А. Associative Network Discovery (AND) – компьютерная система для автоматической реконструкции ассоциативных сетей молекулярно-генетических взаимодействий..... | 427 |

| | |
|---|------------|
| Киселева Т.В., Пучкова Т.В. О структурном анализе временных рядов с применением нечетких множеств..... | 428 |
| Киселева Т.В., Михайлов В.Г. К определению понятия «эколого - экономическая система»..... | 432 |
| Киселева Т.В., Пучкова Т.В. Об использовании некоторых методов структурного анализа..... | 436 |
| Прокофьев С.В., Киселев С.Ф., Линков А.А., Халимов В.А. Моделирование динамики характеристик качества концентрата при разгрузке напольного склада..... | 440 |
| Сорокин А.С. К оптимизации резервирования оборудования технологических блоков водоснабжения и гидроподъёма гидрошахт..... | 443 |
| Сорокин А.С. Математическая модель надежности и экономичности..... | 445 |
| Анисимов Е.Ф., Токарев С.Б. Автоматизация экспериментальных исследований при разработке электротехнического и электронного оборудования..... | 448 |
| Петров В.И., Нефедов В.М., Скударнов В.А., Патанин А.В., Олесюк О.В. Приборное обеспечение лабораторного эксперимента с применением метода акустической эмиссии..... | 450 |
| Петров В.И., Нефедов В.М., Олесюк О.В., Семенов С.Л., Патанин А.В. Система контроля металла паропроводов методом акустической эмиссии в условиях эксплуатации..... | 453 |
| АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ..... | 457 |

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

**ТРУДЫ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

17 – 19 мая 2007 г.

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

Изд. лиц ИД № 01439 от 05.04.2000
Бумага писчая. Ризография.
Усл. печ. л. 27,6

Формат бумаги 60 84 1/16
Тираж 500 экз. Заказ 351
Уч. изд. л. 29,4
Подписано в печать 03.05.07

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ