

ISSN 2306-2053

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ
И СОЦИАЛЬНОЙ
СФЕРАХ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Магнитогорск
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет и. Г.И. Носова»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРАХ

Международный сборник научных трудов

Магнитогорск
2012

Редакционная коллегия:

К.Н. Вдовин – д-р техн. наук, профессор (главный редактор);
И.М. Ячиков – д-р техн. наук, доцент (научный редактор);
О.С. Логунова – д-р техн. наук, доцент (научный редактор);
В.Д. Дмитриенко – д-р техн. наук, профессор;
П.И. Каландаров – д-р техн. наук, профессор;
К.С. Курочка – канд. техн. наук, доцент;
A. Schwarzkopf – д-р ф.-м. наук, профессор;
П.П. Макарычев – д-р техн. наук, профессор;
Е.М. Разинкина – д-р пед. наук, профессор;
Д.Х. Девятов – д-р техн. наук, профессор;
Б.Н. Парсункин – д-р техн. наук, профессор;
Е.А. Ильина – канд. пед. наук, доцент (*ответственный секретарь*).

Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 408 с.

В сборнике научных трудов для апробации представлены труды научных работников, аспирантов, соискателей и студентов по разделам «Моделирование процессов и систем для промышленной сферы», «Программное обеспечение систем в промышленной сфере», «Новые информационные технологии в инновационной и образовательной деятельности» и «Атмосфера студенческой науки».

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов научных и производственных организаций, занимающихся современными проблемами математического и программного обеспечения в различных промышленных и непромышленных областях.

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И.Носова, 2012

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ СБОРНИКА

Главный редактор:

Вдовин Константин Николаевич – д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области металлургии, заведующий кафедрой электрометаллургии и литейного производства ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», **Россия.**

Научные редакторы:

Ячиков Игорь Михайлович – д-р техн. наук, член-корреспондент Уральского регионального отделения академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, профессор кафедры вычислительной техники и прикладной математики ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», **Россия.**

Логунова Оксана Сергеевна – д-р техн. наук, действительный член Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, профессор кафедры вычислительной техники и прикладной математики ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», **Россия.**

Редакционная коллегия сборника:

Дмитриенко Валерий Дмитриевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры вычислительной техники и программирования, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, **Украина;**

Каландаров Палван Искандарович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры автоматизации производственных процессов, Ташкентский государственный технический университет, **Узбекистан;**

Курочка Константин Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Информационные технологии», Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», г. Гомель, **Белоруссия;**

Dr. Alexander Schwarzkopf – RDI Industriemessgeraete GmbH, **Германия;**

Макарычев Петр Петрович – д-р техн. наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заведующий кафедрой «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, **Россия;**

Разинкина Елена Михайловна – д-р пед. наук, профессор, проректор по учебной работе ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск, **Россия;**

Девятов Диляур Хасанович – д-р техн. наук, профессор, действительный член Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, заведующий ка-

федрой вычислительной техники и прикладной математики ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск, **Россия**;

Парсункин Борис Николаевич – д-р техн. наук, профессор, Заслуженный работник Высшей школы Российской Федерации, действительный член Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, профессор кафедры промышленной кибернетики и систем управления ФГБОУ ВПО «МГТУ», г. Магнитогорск, **Россия**;

*Ответственный секретарь: **Ильина Елена Александровна*** – канд. пед. наук, доцент кафедры вычислительной техники и прикладной математики ФГБОУ ВПО «МГТУ», **Россия**.



Ячиков
Игорь Михайлович



Вдовин
Константин Николаевич



Логунова
Оксана Сергеевна

*То что я понял – превосходно.
Думаю, таково же и то, что я не понял.
Сократ*

Дорогие коллеги!

Редакционная коллегия рада приветствовать Вас на страницах второго выпуска Международного сборника трудов. «Математическое и программное обеспечение систем в промышленной социальной сферах».

Сборник является логическим продолжение работы заведующего кафедрой ВТиПМ, доктора технических наук, профессора Девятова Диляура Хасановича, по инициативе которого в 2003 и 2004 годах был подготовлен и издан сборник трудов «Новые программные средства для предприятий Урала», в 2005 и 2007 годах – «Создание и внедрение корпоративных информационных систем (КИС) на промышленных предприятиях Российской Федерации»; в 2006 – «Разработка новых программных средств для предприятий Урала», в 2011 – «Математическое и программное обеспечение в промышленной и социальных сферах».

Активное поступление работ в сборник позволило напечатать его в четырех разделах. Статический анализ структуры сборника показал, что предлагаемая тематика вызвала большой интерес различных групп научных сотрудников практически на всей территории России и за ее пределами. В сборнике представлены статьи по разделам:

- моделирование процессов и систем в промышленной сфере;
- прграммное обеспечение систем в промышленной сфере;
- новые информационные технологии в инновационной и образовательной деятельности;
- атмосфера студенческой наука.

В сборнике представлены работы научных коллективов, включающих докторов физико-математических наук, педагогических наук; докторов тех-

нических наук и кандидатов биологических наук. Такое творческое сотрудничество позволяет изменить традиционные подходы к решению задач, принятых в рассматриваемой области, и создать новые технологии, методы и методики для их реализации.

Научные редакторы отмечают широкую территориальную распределенность авторов сборника. Особую благодарность мы выносим зарубежным участникам проекта, проявившим высокую активность в подготовке и редактировании сборника: д.т.н. П.И. Каландарову, С.Ю. Ленову, В.Д. Дмитриенко и др. В сборнике представлены работы из шести стран: Россия, Малайзия, Узбекистан, Украина, Казахстан.

Отличительной особенностью сборника стали работы выполненные в сотрудничестве с представителями зарубежных стран. Привлечение зарубежных специалистов в области моделирования сложных систем и разработки программного обеспечения позволяет развивать раоты в новых перспективных направлениях.

Для привлечения в науку молодых ученых специально введен раздел «Атмосфера студенческой науки», который позволили представить результаты научных исследований, выполненных студентами, обучающихся в магистратуре, на бакалавриате и специалитете. В этом разделе представлено 23 работы. Каждая из студенческих работ, подготовлена в активном взаимодействии с научными руководителями.

Всего в сборник представлено 73 работы из 13 городов России и зарубежья. Общее количество авторов составило 132 человек. На рис. 1 приведена диаграмма распределения авторов по ученым степеням.

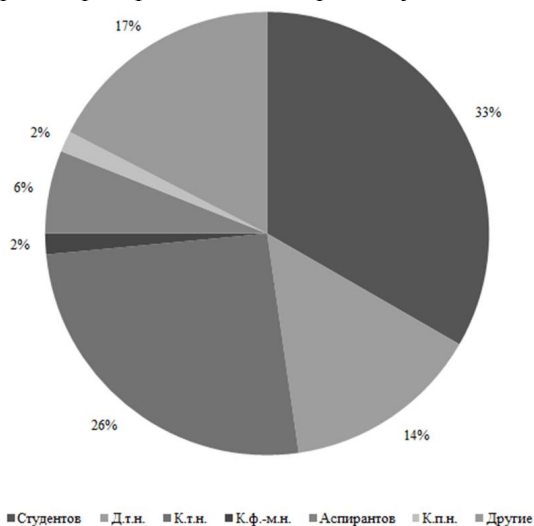


Рис. 1. Диаграмма распределения авторов статей в сборнике

Мы рады сообщить всем авторам, что материалы настоящего сборника и сборника выпущенного в 2011 передаются в российскую наукометрическую систему ELibrary и в ближайшее время авторы смогут увидеть все работы в открытом доступе.

Мы надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество со всеми авторами и приглашаем к участию в следующем выпуске сборника.

Благодарим всех принявших участие в подготовке сборника. Желаем эффективной работы и достижения новых творческих успехов!

Научные редакторы сборника

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЫ

*Если вы строили воздушные замки, это не значит, что работали напрасну: воздушным замкам место в воздухе. Остается подвести под них фундамент.
Генри Дэвид Торо*

*Когда изучаешь какой-либо вопрос, считаешь, что знаешь его; когда можешь писать о нем, становишься уверенней в своих знаниях; уверенность возрастает, когда можешь научить этому кого-нибудь другого; и совершенно уверен, когда начинаешь программировать.
Алан Дж. Перлис*

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРООБЛАГОРАЖИВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БАЗОВЫХ МАСЕЛ

*П.И. Каландаров**, *Г.И. Икрамов***, *Б.П. Искандаров****

**Ташкентский государственный технический университет им. Беруни, Узбекистан, 100095, г. Ташкент, ул. Университетская 2
Polvon_1955@yahoo.com*

***Узбекский государственный институт «Узтяжнефтегазхимпроект», Узбекистан, 100000, г. Ташкент, ул. Мустакиллик, д. 66
uz-ogir@cron.uz*

****Азиатский Тихоокеанский университет технологии и инновации (УСТИ), Малайзия, Куала-Лумпур,
bek3006@bk.ru*

Аннотация

В мировой практике для облагораживания нефтяных базовых масел широко применяются такие методы, как селективная очистка или экстракция растворителями, депарафинизация растворителями, контактная очистка адсорбентами (отбеливающие глины, цеолиты) масляных дистиллятов. Принятая в рассматриваемом проекте технологии гидрооблагораживания масел, основана на применении более жестких технологических условий (давление, температура, объемная скорость подачи сырья) и катализаторов с усиленными гидрообессеривающими свойствами, представляющими собой классические (Al-Co-Mo) и (Al-Ni-Mo), промотированные цирконием и вольфрамом с введением пятиоксида фосфора. Гидрооблагораживание рафинатов селективной очистки масел позволит получать масляные фракции с одинаковой глубиной очистки для выработки базовых масел-компонентов, идущих на приготовление как моторных и промышленных масел, так и турбинных и компрессорных.

THE QUESTION OF DESIGN TECHNOLOGY HYDROFORMING TO ENHANCE THE QUALITY OF BASE OILS

P.I. Kalandarov, G.I. Ikramov, B.P. Kalandarov

Abstract

In world practice for refining petroleum base oils widely used methods such as selective treatment or solvent extraction, solvent dewaxing, contact cleaning adsorbent (bleaching clay, zeolites) oil distillates. Adopted in the draft hydroforming technology oils, based on the application of more stringent process conditions (pressure, temperature, space velocity of raw materials) and catalysts with enhanced hidroobesserivayuschimi properties, representing a classic-mi (Al-Co-Mo) and (Al-Ni-Mo), promoted circularly koniem and tungsten with the introduction of phosphorus pentoxide. Hidrooblagorance raffinates selective oil will get oil fractions with the same deep cleaning to produce basic oils of new components going to cook a motor and induced-industrial oils and turbine and compressor.

Актуальность работы

Масла более высокого уровня качества вырабатываются при гидрооблагораживании, которое осуществляется по технологии, принятой для гидроочистки масел, но при жестких технологических условиях, т.е. при повышенном давлении и в присутствии более активного катализатора и водорода, что обуславливает более глубокое преобразование углеводородов и гетерогенных соединений сырья.

Использование процесса гидрооблагораживания рафинатов позволит вырабатывать масла-компоненты с индексом вязкости 95-105 и содержанием серы не выше 0,3% при переработке сырья из смеси сернистых нефтей, что обеспечит, в конечном счете производство широкого ассортимента базовых масел современного уровня качества.

Основные проблемы

Нефтяные масла, как известно, представляют собой смесь жидких высококипящих фракций, очищенных от нежелательных примесей. Нефтяные масла называют также минеральными с тем, чтобы отличить от синтетических масел, которые представляют собой органические соединения, полученные многоступенчатым синтезом. По способу выделения из нефти минеральные масла подразделяют на дистиллятные, остаточные и компаундированные, т.е. получаемые смешением дистиллятных и остаточных компонентов.

В зависимости от метода очистки различают следующие масла:

- неочищенные, полученные непосредственно при перегонке нефти;
- выщелоченные;
- кислотно-щелочные;
- селективные и адсорбционной очистки;
- гидрокрекинга.

По области применения нефтяные масла делят на смазочные и специальные. В свою очередь смазочные масла различают на промышленные, моторные, цилиндровые, энергетические, трансмиссионные, гидравлические, приборные, вакуумные и т.д.

Важную группу смазочных масел составляют моторные масла для карбюраторных, автотракторных, дизельных и авиационных двигателей. Масла для автомобильных карбюраторных двигателей выпускаются на основе дистиллятных или смешанных масел селективной очистки. Авиационные смазочные масла делят на масла для поршневых и газотурбинных двигателей.

В рассматриваемом проекте сырьем процесса гидрооблагораживания являются дистиллятные и остаточные рафинаты, полученные при селективной очистке вакуумных погонов и деасфальтизата фенолом.

В Республике Узбекистан на Ферганском нефтеперерабатывающем заводе (ФНПЗ) действующая технология гидроочистки масляных дистил-

лятов введена в эксплуатацию в 1967 г. на основе установки модели Г-24 гидроочистки масел с годовой производительностью 360 тыс.т с целью улучшения цвета и повышения стабильности базовых масел. Производство базовых масел на ФНПЗ реализуется переработкой дистиллятных (II и III погоны) и остаточных (гудрона) фракций с использованием процессов очистки селективными растворителями (деасфальтизация пропаном, селективная очистка фенолом) с последующей депарафинизацией рафинатов селективной очистки. И завершающей стадией является процесс гидроочистки депарафинированных масел (технология, проект установки и привязка выполнена институтом «Грозгипронефтехим»).

Гидроочистка масляных фракций проходит в мягких условиях, гидрированию подвергаются в основном наиболее легко гидрируемые компоненты: серо- и кислородосодержащие соединения, составляющие основу смолистых соединений. Гидрируются также олефиновые соединения, образовавшиеся в масле на предыдущих стадиях производства (в основном при нагреве и регенерации растворителей в процессах селективной очистки). Углеводородная часть масла при его гидроочистке существенных изменений не претерпевает. Продукция процесса – целевой продукт гидроочистки – базовые масла, побочные продукты – сероводород, аммиак, углеводородные газы, отгон (низкокипящие углеводороды).

Катализаторы – в процессе используются в основном алюмокобальтмолибденовые (Al-Co-Mo) катализаторы.

Параметры режима:

- | | |
|--|------------|
| – общее давления в реакторе, МПа | – 2,7-3,0; |
| – температура в зоне реакции, °С | – 280-330; |
| – объемная скорость подачи сырья, ч ⁻¹ | – 2,5; |
| – кратность циркуляции ВСГ, м ³ /м ³ сырья | – 225. |

На установках АВТ-1,2,3,4, поставляющих сырьевые фракции на производство масел, перерабатывается смесь малосернистых и сернистых нефтей с преимущественной долей Узбекской сернистой нефти от 70% до 85%. Постоянные изменения соотношения нефтей в нефтесмеси влекут за собой непостоянство в качестве поступающих на переработку масляных фракций, особенно по содержанию серы. Это приводит к существенным колебаниям отборов рафинатов на установках селективной очистки, работа которых осложнена также многочисленностью вариантов фракционного состава перерабатываемых фракций и необходимостью различной глубины их очистки в зависимости от целевого назначения получаемых из них базовых масел-компонентов.

Вырабатываемые на ФНПЗ масла с массовым содержанием серы 0,6-1,5% соответствуют требованиям действующих на предприятии нормативов ТSh39.3-230, ТSh 39.3-223, но не отвечают показателям качества современных и перспективных масел. Такое обстоятельство диктует необходимость углубления обессерования в процессе гидроочистки ди-

стилятных и остаточных масел, однако установка Г-24 не способна обеспечить более высокое обесеривание, что обуславливает необходимость строительства новой более эффективной установки.

Принятая в рассматриваемом проекте технология гидрооблагораживания масел, разработанная специалистами ОАО «ВНИИ НП» (Россия), основана на применении более жестких технологических условий (давление, температура, объемная скорость подачи сырья) и катализаторов с усиленными гидрообессеривающими свойствами, представляющими собой классические (Al-Co-Mo) и (Al-Ni-Mo), промотированные цирконием и вольфрамом с введением пятиоксида фосфора. Гидрооблагораживание рафинатов селективной очистки масел позволит получать масляные фракции с одинаковой глубиной очистки для выработки базовых масел-компонентов, идущих на приготовление как моторных и промышленных масел, так и турбинных и компрессорных. При этом достигается снижение содержания серы в них до 0,3%, повышение выхода фракций с улучшенными вязкостными свойствами, регулирование технологического режима в зависимости от качества поступающего на переработку сырья. Кроме того улучшаются показатели работы установки депарафинизации (рис. 1).

Использование процесса гидрооблагораживания рафинатов позволит вырабатывать масла-компоненты с индексом вязкости 95-105 и содержанием серы не выше 0,3% при переработке сырья из смеси сернистых нефти, что обеспечит, производство широкого ассортимента базовых масел современного уровня качества.

Технологической схемой установки гидроочистки предусмотрены три самостоятельные взаимозаменяемые технологические линии, способные одновременно перерабатывать по 18-23 т/ч рафината различного фракционного состава (общая производительность 500 тыс. т/г). Диапазон работы установки по сырью от 50% до 110%.

Побочными продуктами процесса гидрооблагораживания рафинатов являются:

- атмосферный и вакуумный отгоны стабилизации гидрогенизата;
- углеводородный газ;
- отдувочный водородосодержащий газ (ВСГ);
- сероводород и аммиак.

Побочные продукты можно использовать для нужд производства.

Используемые в процессе гидрооблагораживания материалы: водород технический (с установок риформинга при давлении 25-26 кгс/см²); инертный газ (азот); диэтаноламин (ДЭА) 25% раствор для очистки ВСГ от H₂S; химочищенная вода для растворения солей при охлаждении гидрогенизата; сода каустическая, 10% водный раствор для регенерации катализаторов; катализаторы гидрооблагораживания рафинатов селективной

очистки (ГП-534М или ГП-535); катализатор защитного слоя для защиты основного катализатора от кислорода и олефинов (НКЮ 500 Б).

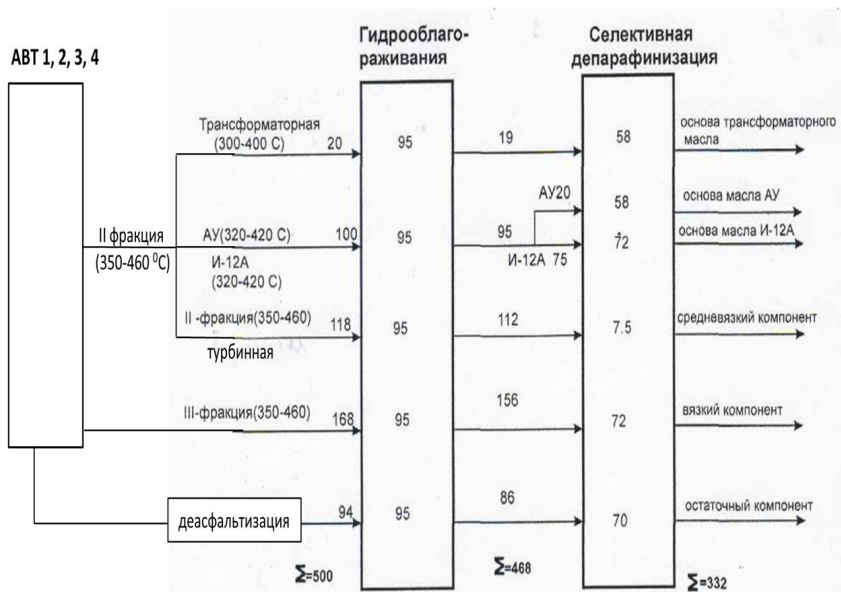


Рис. 1. Схема материальных потоков производства базовых масел гидрооблагораживанием селективной очистки дистиллятных и остаточных масляных фракций

Отходом установки является отработанный катализатор, который после регенерации не должен содержать кокс и остаточные нефтепродукты.

Технологической схемой установки предусмотрены три самостоятельные, взаимозаменяемые линии, включающие: сырьевой и промежуточный насосы; теплообменное и холодильное оборудование; печь, реактор; атмосферную колонну; вакуумную колонну с рефлюксной емкостью и вакуумсоздающей системой; горячий сепаратор высокого давления.

Технологические блоки и узлы общие для трех линий:

А) блок очистки и циркуляции ВСГ, включающий: компрессор для циркуляции ВСГ; холодильный сепаратор высокого давления; узел аминовой очистки (абсорбер, десорбер); мембранный блок концентрирования водорода;

В) рефлюксная емкость атмосферных колонн;

С) ёмкость подачи химочищенной воды;

Д) топливный узел подачи природного газа для печей;

Е) факельная и дренажные емкости;

Ф) теплообменное, холодильное, насосное и емкостное оборудования, относящиеся к перечисленным выше общим блокам.

При протекании технологического процесса смесь рафината селективной очистки и ВСГ поступает последовательно в трубное пространство теплообменника, где нагревается потоком гидрооблагороженного рафината, уходящего с низа вакуумной колонны в корпус теплообменника, где нагревается потоком реакционной смеси, выходящей из реактора. В печи газо-сырьевой поток (ГСП) нагревается до 335-380⁰С. Нагретый ГСП поступает в реактор и проходит последовательно верхний и нижний слои катализатора, между которыми вводится холодный поток циркулирующего ВСГ для снятия тепла реакции, приводящей к перегреву верхнего слоя катализатора и проходящего через него ГСП.

Реакционный поток, выходящий с низа реактора, охлаждается в трубном пучке теплообменника потоком с низа атмосферной колонны, затем в трубном пучке другого теплообменника, нагревая поток газо-сырьевой смеси перед печью, и с температурой 240⁰С поступает в горячий сепаратор высокого давления.

В горячем сепараторе высокого давления происходит полное отделение ВСГ, а также полученных в ходе процесса гидрооблагораживания сероводорода H₂S, аммиака NH₃ и дополнительного количества углеводородов C₁ – C₅, от жидких продуктов реакции – атмосферного и вакуумного отгонов и гидрооблагороженного рафината.

В вакуумной колонне имеется четыре слоя насадки, обеспечивающие эффективное разделение гидрооблагороженного рафината и вакуумного отгона, создающие гидравлическое сопротивление по высоте колонны. Подача нагретого пара осуществляется в низ колонны под слой жидкости.

Продукт с низа вакуумной колонны (гидрооблагороженный рафинат – целевой продукт установки) забирается насосом и прокачивается последовательно через корпус теплообменника, нагревая сырье, корпус другого теплообменника, нагревая циркулирующий ВСГ, и через воздушный холодильник выводится с установки в резервуарный парк.

Проведение процесса гидрооблагораживания при высоких давлениях и температурах, и в средах с содержанием агрессивных компонентов: водорода, сероводорода и кислородосодержащих соединений, требует особо тщательного подхода к подбору оборудования и конструированию технологической системы. При компоновке оборудования следует учитывать взаимосвязь между технологическими блоками, что дает возможность максимально сократить протяженность трубопроводов.

Блок печей и реакторов состоит из трех попарно расположенных систем: печь-реактор, что дает возможность максимально уменьшить длину горячих трубопроводов высокого давления. Использование двух- и трех уровневых постаментов значительно сокращает площадь участка строительства. Аппараты аминовой очистки расположены в непосредственной близости к абсорберу и десорберу. Рядом с постаментом №1

устанавливаются холодный сепаратор высокого давления, холодильник циркулирующего ВСГ, воздушный холодильник, ВСГ и емкость для раствора сульфирования. Для монтажа и ремонта предусмотрены на площадке строительства краны мостовые, однобалочные с ручным управлением, подвесные, грузоподъемностью свыше 3 т. В компрессорной устанавливаются два компрессора – один рабочий, один резервный. Компрессоры выполнены в блочном исполнении. В состав компрессора входит: буферные емкости, влагоотделители, баки продувок, газоохладители межступенчатые и концевые. Через емкость сбора газа на факел предусмотрены все сбросы с узлов и блоков на существующую факельную систему.

Выводы

Таким образом, гидрооблагораживание масляных фракций является дальнейшим совершенствованием существующей технологии гидроочистки масляных дистиллятов на основе установки Г-24 с использованием процессов очистки селективными растворителями с последующей депарафинизацией рафинатов селективной очистки. Повышение качества базовых масел-компонентов для производства моторных масел гидрооблагораживанием рафинатов селективной очистки обеспечит возможность их применения в двигателях, рассчитанных на использование топлив, отвечающих требованиям Евро-2 и Евро-3.

Библиографический список

1. Химия нефти и газа. Под ред. Проскуракова В.А. Санкт-Петербург, «Химия», 1995.
2. Высоцкий, А.В. Гидрообессеривание и гидроазотирование на цеолитных катализаторах. / А.В. Высоцкий. – Иркутск: изд. Иркутского ун-та, 1991.
3. Берг, Г.А. Каталитическое гидрооблагораживание нефтяных остатков. / Г.А. Берг, С.Г. Хабибулин – Л.: «Химия», 1986.

*Работа представлена д.т.н., академиком МАНЭБ,
профессором кафедры АПП ТашГТУ
Каландаровым П.И.*

Дата представления работы: 23.11.2012

О МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОТЕРМАЛЬНО-БИНАРНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ ХОЗЯЙСТВ В ГОРНЫХ И СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЯХ

П.И. Каландаров, М.С. Коренков

*Ташкентский государственный технический университет им. Беруни,
Узбекистан, 100095, г. Ташкент, ул. Университетская 2
Polvon_1955@yahoo.com*

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы использования термальной энергии земли как неиссякаемого источника тепловой и электрической энергии с целью сокращения потребления углеводородного топлива в энергетической отрасли Республики Узбекистан.

ABOUT INNOVATIVE TECHNOLOGY MODEL-BINARY GEOTHERMAL POWER PLANT FOR ELECTRICITY SUPPLY AND GEOTHERMAL FARMS IN MOUNTAINOUS AND RURAL TERRAIN

P.I. Kalandarov, M.C. Korenkov

Abstract

The article deals with the use of thermal energy of the earth as an inexhaustible source of heat and electricity in order to reduce the consumption of fossil fuels in the energy sector of the Republic of Uzbekistan.

Актуальность работы

За более чем полувековую историю буровых работ в нефтегазовой отрасли накоплен огромный материал о расположении петрогеотермальных ресурсов, т.е. тепловой энергии горячих гранитных пород, температура которых на глубине 3-5-6 километров обычно превышает 100 °С. Сегодня, нет сомнений в развитии новой, альтернативной энергетики. Гигантская часть энергетических потребностей человечества по-прежнему покрывается за счёт атомных и тепловых электростанций. Опыт эксплуатации наглядно продемонстрировал, что атомные электростанции слишком опасны, помимо электроэнергии, атомные электростанции производят и горы радиоактивных отходов, проблема захоронения которых пока не решена. До ископаемых энергоресурсов, расходуемых тепловыми электростанциями, их запасы отнюдь не безграничны, сжигание угля, торфа, природного газа и нефтепродуктов наносят ущерб окружающей среде, способствуя парниковому эффекту. Между тем, существует ещё один исключительно перспективный энергоресурс, это так называемая геотермия,

то есть тепловые процессы в недрах Земли. До недавних пор такие проекты осуществлялись, в основном, в регионах, где имеются горячие источники геотермальные воды, выходящие на поверхность, то сегодня всё чаще встаёт вопрос о таких технологиях, которые позволили бы использовать заключённое в недрах Земли тепло повсеместно. Отсутствие конструктивной концепции и соответствующих рациональных положений теоретического характера обуславливают необходимость в актуальность проведения научных исследований, направленных на инновационную технологию сравнения моделей, и на этой основе электроснабжения и обеспечения геотермальной водой хозяйств в горных и сельских местностях.

Введение

В республике Узбекистан разработана национальная программа по использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Широкое внедрение НВИЭ в энергобаланс страны будет способствовать снижению потребления углеводородного топлива, уменьшению выбросов парниковых газов, сохранению энергетической независимости на длительную перспективу, устойчивому развитию всех сфер народного хозяйства [1].

На территории Узбекистана технический потенциал возобновляемых источников энергии (ВИЭ) оценивается в около 180 млн.тнэ., в том числе: солнечная энергия – 176,8 млн.тнэ., ветровая энергия – 0,4 млн.тнэ., энергия биомассы – 0,3 млн.тнэ.

Как показывает мировая практика и отдельные разработки, выполненные в Узбекистане, стоимость электроэнергии, полученной на тепловых электростанциях, а также на солнечных и ветровых установках соизмеримы. Так, в США стоимость 1кВтч генерируемого солнечной термодинамической станцией составляет 9 центов, а ветровыми установками 4-6 центов, тогда как электроэнергия тепловых электростанций (ТЭС) стоит 4,5 цента и гидроэнергетических станций – 2,7 цента.

Согласно оценке Мирового Энергетического Совета из всех НВИЭ самая низкая цена за 1кВтч у геотермальной электростанции, приведено в табл.1.

На практике буровых работ в нефтегазовой отрасли накоплен определенный материал о расположении петрогеотермальных ресурсов, где тепловая энергия горячих гранитных пород, температура которых на глубине от трех до шести километров превышает 100⁰С.

Таблица 1

Анализ оценки нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

Виды НВИЭ	$P_{уст}$ МВт	$K_{исп}$ (%)	Цена 1 кВтч Сущест. (цент)	Цена 1 кВтч в пер- спек- тиве (цент)	Стоимость 1 кВт $P_{уст}$ (\$ США)	Доля выраб. эл.эне р. (%)	При- рост за 5 лет (%)
Геотер- мальная	10200	55-95	2-10	1-8	800-3000	70,2	22
Ветровая	12500	20-30	5-13	3-10	1100-1700	21,1	30
Солнечная	50	8-20	25-125	5-45	5000-10000	2,1	30

Постановка проблемы

Существует исключительно перспективный энергоресурс, это так называемая геотермия, то есть тепловые процессы в недрах Земли. Это тепло имеется повсюду и доступно круглосуточно. Достаточно привести такие цифры: 99 процентов всего вещества, образующего нашу планету, имеют температуру выше 1000 градусов Цельсия, а доля вещества с температурой ниже ста градусов и вовсе составляет лишь 0,1 процента от массы Земли. И пусть даже реальному использованию поддаётся лишь очень незначительная часть этой энергии, но и она при таких масштабах практически неисчерпаема. Геологический потенциал тут значительно превосходит всё, что мы в принципе способны потребить. Если иметь в виду только около поверхностную геотермию, то за её счёт можно уже в ближайшее время начать покрывать 20-25 процентов всей потребности в тепле – и это, не считая производства электроэнергии.

На сегодняшний день из всей энергии, вырабатываемой в разных странах мира за счёт геотермии, ветра, солнца, приливов и отливов, 86 процентов приходится именно на геотермальные электростанции. Правда, сама доля альтернативной энергетики невелика, она составляет всего лишь 7% от общего потребления.

Более того, если до недавних пор такие проекты осуществлялись, в основном, в регионах, где имеются горячие источники геотермальные воды выходящие на поверхность, то сегодня всё чаще встаёт вопрос о таких технологиях, которые позволили бы использовать заключённое в недрах Земли тепло повсеместно.

На территории Узбекистана имеются месторождения термальных вод, которые выходят на поверхность либо естественным путём, либо из пробуренных скважин. В зависимости от глубины залегания водоносных пластов температура источников колеблется от (40-50)°С до 80°С и выше. По своему химическому составу эти воды сильно минерализованы и зачастую агрессивны к металлам, а также могут иметь и газовую взры-

воопасную составляющую. Прямая подача такого теплоносителя в систему теплоснабжения и тем более в гидротурбину становится проблематичной.

Анализ предыдущих исследований

Анализ ранее рассмотренных исследований [2-4] показал, что для использования природного дарового тепла в мировой энергетике получили распространение так называемые «БИНАРНЫЕ УСТАНОВКИ». Суть этих установок заключается в том, что тепловая энергия поземного теплоносителя направляется в теплообменник, в котором испаряется хладагент (Цикл Калины).

Идея одной из таких технологий была впервые выдвинута американскими учёными ещё в начале 70-х годов. Эта технология получила название «hot dry rock», то есть «горячие сухие горные породы». В её основу положено давно известное явление: по мере углубления в недра Земли температура растёт – примерно на 3 градуса каждые 100 метров. Американские геофизики предложили пробурить на глубину в 4-6 километров 2 скважины с таким расчётом, чтобы через одну закачивать внутрь холодную воду, а через другую отводить разогретый пар – ведь температура на такой глубине достигает 150-200 градусов Цельсия. Пар может быть использован как для производства электроэнергии, так и для отопления.

Цель работы

Стратегическими целями использования ВИЭ и местных видов топлива являются: снижение потребления невозобновляемых видов топлива и энергоресурсов; уменьшение нагрузки на экологию от деятельности топливно-энергетического комплекса; обеспечение топливом децентрализованных потребителей, а также удаленных регионов и территорий; снижение имеющихся сегодня потерь топлива при его транспортировке на значительные расстояния.

Научная и практическая значимость рассматриваемой технологии

Республика Узбекистан, благодаря своему уникальному географическому положению и климатическому разнообразию, располагает исключительным по своему объёму потенциалом возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Данный потенциал достаточно точно определен количественно, а его стратег Собственник на своей земле, всегда рачительно использует имеющиеся ресурсы. Необходимость модернизации и диверсификации энергоресурсов – очевидна, и как экономическое значение для страны, они определены в качестве одних из приоритетов развития экономики. Использование ВИЭ не только сохраняет ископаемое органическое топливо для будущих поколений, но и увеличивает имеющийся экспортный потенциал добываемых углеводородов.

Кроме этого, новый взгляд на НВИЭ сыграет большую роль в сбережении первичных углеводородных ресурсов в городах, в обеспечении энергетической безопасности страны. Помимо экономических факторов, альтернативные источники имеют большое социальное и экологическое значение. В связи с увеличением себестоимости первичных энергоносителей (геологоразведка, добыча, доставка) с одной стороны, и развитием технологий возобновляемых источников энергии, с другой стороны, эта энергия становится конкурентоспособной.

При проведении региональной энергетической политики особенное значение имеет оптимальное использование возобновляемых энергоносителей и местных видов топлива. Целесообразность использования ВИЭ определяется их возможностями для преодоления следующих проблем: надежное и стабильное снабжение теплом и электроэнергией населения и предприятий в регионах и областях с децентрализованным электроснабжением; обеспечение минимально необходимого уровня электроснабжения для населения и предприятий в областях с центральным электроснабжением, имеющих ограничения на объем потребления, а также снижения последствий от аварий и вынужденных отключений при пиковых нагрузках; сокращение эмиссий вредных веществ из энергоустановок в городах и местностях со сложной экологической обстановкой, а также в местах отдыха и курортных зонах.

Потенциал энергии геотермальных ресурсов

Геотермальные ресурсы имеются практически во всех регионах Республики. Многолетние изыскания позволили выявить на территории Узбекистана 8 крупных бассейнов с гидротермальными ресурсами. Валовой потенциал геотермальных вод оценивается в 244,2 тыс. т.у.т., технический потенциал не определен. Наибольшим потенциалом геотермальных вод обладает Ферганская долина (Наманганская область – 42,6 тыс. т.у.т.) и Бухарская область – 81,2 тыс. т.у.т. Средняя температура геотермальных вод по республике составляет 45,5 °С. Наибольший тепловой потенциал подземных вод отмечается в Бухарской (56,0 °С) и Сырдарьинской (50,0 °С) областях. Большие возможности для развития геотермальной энергетики имеются в Ферганской долине. Тепло недр доступно для использования и в ряде других районов. В перспективе это тепло будет возможно использовать почти всюду, ведь на территории Узбекистана на глубинах в 4000-6000 метров температура горных пород держится в диапазоне от 70 до 300 градусоу по шкале Цельсия.

Геотермические исследования в Западном Узбекистане занимают скромное место в общем комплексе геологических и гидрогеологических работ. Особую актуальность они приобрели в связи с разработкой новых методов оценки прогнозных запасов и направленного поиска углеводородов (УВ) различного фазового состояния. Первые сведения о пластовых

температурах Бухаро-Хивинской НГО, полученные сотрудниками треста Узбекнефтегазразведка в 50–60 гг., свидетельствовали о том, что регион не является исключением в отношении наблюдаемых закономерностей увеличения температуры недр с глубиной. В результате обобщения и интерпретации данных по замерам температур в скважинах, выполненным В.Н. Корценштейном, В.А. Кудряковым и др., установлены основные закономерности геотемпературного поля Бухаро-Хивинской НГО: формирование за счет глубинного теплового потока, контролирование литологическими и гидродинамическими факторами, влияние крупных газовых скоплений и т. д.

При достаточном разнообразии методических приемов обобщения фактических геотермических данных малое внимание уделялось выяснению закономерностей изменения пластовых температур по отдельным стратиграфическим подразделениям и водонапорным комплексам, т. е. получению той информации, которая необходима для оценки прогнозных запасов УВ и осуществления направленного поиска нефти, газа и конденсата. Составление геотермической карты для главного целевого объекта поисково-разведочных работ на нефть и газ в Западном Узбекистане – верхнеюрской карбонатной формации, или ВКФ – позволило выявить три основные геотемпературные зоны, условно разграниченные изотермами 80 и 120 °С.

Границы первой зоны с температурой ниже 80 °С контролируются в основном Бухарским парогрядным и Тяньшанским краевым разломами. В северо-западной части территории изотерма 80 °С практически совпадает с границей Бухарского разлома, а в юго-восточной она несколько смещена к северу от последней. Здесь резкие изменения приведенных напоров и минерализации подземных вод (особенно по меловым водонапорным комплексам) свидетельствуют о проявлении экранирующей роли Бухарского разлома, которая несколько слабее выражена в юго-восточной части территории.

Тяготение изотермы 80 °С к району сочленения Бухаро-Хивинской и Юго-Западно-Гиссарской НГО допускает аналогичное истолкование роли и краевого разлома Тянь-Шаня. Однако следует учитывать приуроченность к этому же району Предгиссарского фронтального пьезоминимума и смещение изотермы 100 °С к западу от разлома до площадей Отар и Джилимчи.

Преобладающая часть территории Чарджоуской ступени вплоть до Бешкентского прогиба находится в пределах второй геотемпературной зоны (от 80 до 120 °С), формирование которой связано с увеличением гидрогеологической закрытости недр и влиянием потока термальных вод со стороны Бешкентского прогиба и центральной части Амударьинской впадины. В виде узкой полосы вторая зона прослеживается в восточной части Предгиссарского пьезоминимума.

Технико-экономическая эффективность

В условиях развивающейся экономики, когда затруднены прогнозные технико-экономические оценки, ответ на вопрос о коммерческой эффективности необходимо искать не только и не столько в области технических решений, но и в плоскости экономических взаимоотношений. Так, например, с ростом стоимости первичных энергоносителей должен осуществляться и рост тарифов на электроэнергию и теплоту. Совершенно очевидно, что наибольшая эффективность, характеризуемая экономией топлива, обеспечивается при продолжительных нагрузках на отопление и горячее водоснабжение. Число часов использования установленной мощности принято равным 7000 ч/год. Единовременные затраты в рассматриваемую установку составляют 282 тыс. долл. Дисконтная ставка в размере 12 % установлена постоянной на каждом шаге горизонта расчета, принятого в 28 лет. При комбинированной выработке электроэнергии и теплоты для системы теплоснабжения стоимость отпущенной электроэнергии и теплоэнергии оценена для всех групп потребителей и составляет соответственно 0,04 \$/кВтч и 0,1 \$/кВтч. Ежегодные суммарные результаты от реализации произведенной продукции составили 693 10³ долл./год, и срок окупаемости в этих условиях в укрупненных расчетах составляет 1,1 года, приведено в табл.2.

Схемные решения по установке позволяют повысить эффективность и получить хорошие экологические характеристики.

Таблица 2

Технико-экономические показатели инновационного проекта

Показатель	Значение
Установленная мощность, кВт	200
Общие инвестиции, тыс. долл. США	282
Собственные нужды установки, %	6,3
Годовой отпуск электроэнергии потребителю, млн. кВтч/год	1,26
Годовой отпуск тепловой энергии в систему теплоснабжения, млн. кВт·ч(°)/год	6,43
Ежегодные издержки производства электроэнергии и теплоты, тыс. долл./год, в том числе:	385,43
Ежегодная прибыль, тыс. долл./год	307,9
Ежегодный результат от реализации произведенной продукции (электроэнергии и теплоты в систему теплоснабжения) тыс. долл./год	693,3
Срок окупаемости, год	1,1
Чистый дисконтированный доход, млн. долл.	2175,9
Индекс доходности	7,7

Расходы на исследования и разработку (бурение) геотермальных полей составляют до 50% всей стоимости ГеоТЭС, и поэтому стоимость

электроэнергии, вырабатываемой на ГеоЭС, довольно значительна. Например, так, стоимость всей опытно-промышленной (ОП) Верхне-Мугновской ГеоЭС [мощность 12(34) МВт] (Россия) составила около 300 млн. руб. Однако отсутствие транспортных расходов на топливо, возобновляемость геотермальной энергии и экологическая чистота производства электроэнергии и тепла позволяют геотермальной энергетике успешно конкурировать на энергетическом рынке и в некоторых случаях производить более дешёвую электроэнергию и тепло, чем на традиционных КЭС и ТЭЦ для удалённых районов работающих на привозном топливе.

Выводы

В последнее десятилетие использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) переживает в мире настоящий бум. Масштаб применения этих источников возрос в несколько раз. Данное направление развивается наиболее интенсивно по сравнению с другими направлениями энергетики. Причин этого явления несколько. Прежде всего, очевидно, что эпоха дешёвых традиционных энергоносителей бесповоротно закончилась. В этой области имеется только одна тенденция – рост цен на все их виды. Не менее значимо стремление многих стран, лишенных своей топливной базы к энергетической независимости, существенную роль играют экологические соображения, в том числе по выбросу вредных газов.

По этим причинам развитие НВИЭ во многих государствах приоритетная задача технической политики в области энергетики. В ряде стран эта политика реализуется через принятую законодательную и нормативную базу, в которой установлены правовые, экономические и организационные основы использования НВИЭ. В частности, экономические основы состоят в различных мерах поддержки НВИЭ на стадии освоения ими энергетического рынка (налоговые и кредитные льготы, прямые дотации и др.).

Библиографический список

1. Аллаев, К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. / К.Р. Аллаев.– Т.: «Молия» Банковская академия, 2007, – с.388.
2. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра. / П.П. Безруких.– М.: «Электрические станции», 2005, №2, с.35-47.
3. Осадчий, Г.Б. Новое направление в нетрадиционной энергетике. / Г.Б. Осадчий.– М.: «Энергосбережение», 2001, №4, 47с.
4. Беляков, А.С. Возобновляемые источники энергии в Энергетической стратегии России. / А.С. Беляков. – М.: «Энергетическая политика», 2005, №1, с.5-10.

*Работа представлена д.т.н., академиком МАНЭБ,
профессором кафедры АПП ТашГУ Каландаровым П.И.*

Дата представления работы: 23.11.2012

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ART С ПАРАМЕТРОМ СХОДСТВА, СИММЕТРИЧНЫМ ОТНОСИТЕЛЬНО КОМПОНЕНТ 0 И 1 ВХОДНЫХ ВЕКТОРОВ И ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ОПРЕДЕЛЯТЬ НЕСКОЛЬКО РЕШЕНИЙ

В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный**

** Национальный технический университет “Харьковский
политехнический институт”, г. Харьков, Украина
arcade@i.ua*

DEVELOPMENT OF ART NEURAL NETWORK WITH AFFINITY SETTINGS, SYMMETRICAL ABOUT COMPONENTS 0 AND 1 INPUT VECTOR AND ALLOWS DETECTION OF SEVERAL SOLUTIONS

V.D. Dmitrienko, A.U. Zakovorotnyi

Введение

В настоящее время существуют тысячи различных методов и алгоритмов классификации и распознавания изображений, причем их число все время увеличивается. В связи с этим в теории распознавания образов предпринимаются попытки создания универсальных методов и подходов, позволяющих решать широкие классы задач распознавания. Один из таких подходов связан с использованием искусственных нейронных сетей. Их применение для решения различных задач распознавания во многом основывается на том, что традиционные трудности решения рассматриваемых задач облегчены применением универсальных алгоритмов обучения нейронных сетей на обучающих выборках.

Если информация о распознаваемых объектах или процессах достаточно полна, то для создания распознающих систем может использоваться значительное число различных нейронных сетей. Однако при разработке систем распознавания динамических процессов реальных технических объектов разработчики сталкиваются с тем, что информация об объекте далека от полноты и будет уточняться в процессе функционирования объекта. Это резко сужает круг сетей-кандидатов, которые целесообразно использовать в подобных распознающих системах, поскольку во многих сетях обучение новому образу, ситуации или ассоциации в общем случае требует полного переобучения сети [1–3]. Невозможность с помощью указанных нейронных сетей решить проблему чувствительности (пластичности) к новой информации при сохранении (стабильности) имеющейся информации привели к разработке принципиально новых конфигу-

раций нейронных сетей на основе адаптивной резонансной теории (АРТ) [4–6].

Нейронные сети АРТ относят входное изображение к одному из известных классов, если оно в достаточной степени похоже на прототип этого класса. Если найденный прототип соответствует входному изображению с заданной точностью, то он модифицируется, чтобы стать более похожим на предъявленное изображение. Если входное изображение сети АРТ не похоже в достаточной степени ни на одно из изображений, хранящихся в весах связей нейронной сети, то на его основе создается новый класс. Это возможно благодаря наличию в сети избыточных нейронов, которые не используются до тех пор, пока в этом нет необходимости (если избыточных нейронов нет и входное изображение не относится ни к одному из известных классов, то оно не вызывает реакции сети). Таким образом, нейронные сети АРТ могут запоминать новую информацию без искажения имеющейся информации или переобучения сети.

Дискретные нейронные сети адаптивной резонансной теории АРТ-1 могут использоваться при работе систем распознавания в условиях существенной априорной неопределенности. Однако использование этих сетей в реальных системах управления затруднено из-за того, что в них не решена проблема выделения в процессе распознавания более одного возможного решения.

Цель исследования

Разработка архитектуры и алгоритмов функционирования дискретных нейронных сетей АРТ, которые позволят при решении задач распознавания режимов функционирования динамических объектов выделять два и более возможных решения и определять сходство черно-белых изображений по всем элементам вектора, что приведет к решению проблемы размножения и деградации классов.

Основной раздел

Общий недостаток систем классификации и распознавания на основе нейронных сетей АРТ – получение единственного решения даже в тех случаях, когда имеется два или более возможных и равноценных решения. Для обеспечения получения множества возможных решений в указанных задачах предложена новая архитектура и режимы функционирования дискретных нейронных сетей АРТ (рис. 1), где пунктиром показана базовая архитектура нейронных сетей АРТ-1 [7].

Для обучения дискретных нейронных обычно используется метод быстрого обучения, при котором равновесные веса связей нейронов определяются за одно предъявление входного изображения [7]. Для расширения возможностей дискретной нейронной сети АРТ и получения всех возможных вариантов решения задачи распознавания к базовой архитек-

туре АРТ-1 добавлен еще один управляющий нейрон R^1 , инвертирующий выходные сигналы нейрона R , и слой регистрирующих нейронов Y_j^1 ($j = \overline{1, m}$). Каждый нейрон Y_j^1 связан однонаправленной бинарной связью с соответствующим нейроном Y_j .

Перед началом режима распознавания нейроны Y_j^1 ($j = \overline{1, m}$) переводятся в пассивное состояние по цепям связей, не показанным на рис. 1.

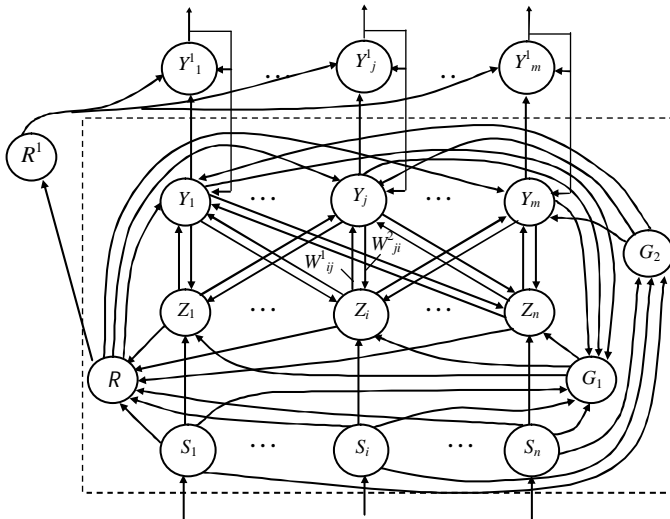


Рис. 1. Архитектура вычислительной сети АРТ-1s

Нейроны Y_j^1 ($j = \overline{1, m}$), переходят в активное состояние при наличии единичных сигналов на выходе нейронов Y_j и управляющего нейрона R^1 . Единичный сигнал с выхода нейрона Y_j^1 по цепи обратной связи фиксирует единичный выходной сигнал элемента Y_j^1 и затормаживает нейрон-победитель Y_j .

После этого в сети начинается поиск нового нейрона-победителя. Процесс поиска продолжается до тех пор, пока все распознающие распределенные нейроны не окажутся заторможенными. При этом на выходах нейронов Y^1 может не оказаться ни одного единичного сигнала, так как входное изображение не похоже ни на одно из изображений, хранящихся в весах связей сети, либо на выходах Y^1 -нейронов может быть один или

несколько единичных сигналов, указывающих на принадлежность входного изображения к одному или нескольким классам изображений.

Дискретная нейронная сеть АРТ-1, запоминающая и распознающая черно-белые изображения, при оценке сходства входного изображения и изображения, хранящегося в весах связей сети, использует только черные (единичные) элементы изображений. Это накладывает заметные ограничения на область применения, если вектор входных данных имеет разреженный вид, а решение может иметь два или более возможных вариантов решения.

Для решения задач распознавания в такой постановке в работе разработана новая архитектура и алгоритм функционирования дискретной нейронной сети АРТ-1*h*, определяющей сходство изображений по всем элементам черно-белых изображений и позволяющей определять два или более возможных решения (если они существуют) в задачах классификации и распознавания.

Архитектура новой сети АРТ-1*h* приведена на рис. 2. Ее основу составляют два модуля M_1 и M_2 (показаны пунктиром), являющихся дискретными нейронными сетями АРТ-1, алгоритмы функционирования которых детально описаны в работах [7, 8].

Каждый из модулей имеет три слоя нейронов:

- входной слой чувствительных S -нейронов, воспринимающих бинарные входные векторы (или черно-белые изображения, где черное кодируется единицами, а белое – нулями);
- Z -слой интерфейсных бинарных нейронов;
- Y -слой распознающих нейронов.

Каждый модуль имеет также по три управляющих нейрона R_1 , G_1 , G_1 . Будем кодировать нейроны и сигналы в модуле M_1 верхним индексом “1”, а в модуле M_2 – верхним индексом “2”.

Сеть имеет также слой U выходных нейронов U_1, \dots, U_d ($d \geq m$) и три управляющих нейрона G_3 , G_4 и R_2 .

Нейроны S_i^p , Z_i^p , G_1^p , G_2^p ($p = 1, 2$; $i = \overline{1, n}$), U_q ($q = \overline{1, d}$), G_3 , G_4 и R_2 в любой момент времени находятся в одном из двух состояний: 0 или 1.

Нейроны R_1^1 и R_1^2 имеют по два выхода:

- бинарный выход (первый выход нейрона), единичный сигнал с которого затормаживает нейрон-победитель Y_j своего модуля, если входное изображение и изображение, хранящееся в весах связей нейрона-победителя, не подходят к друг другу по параметру сходства;

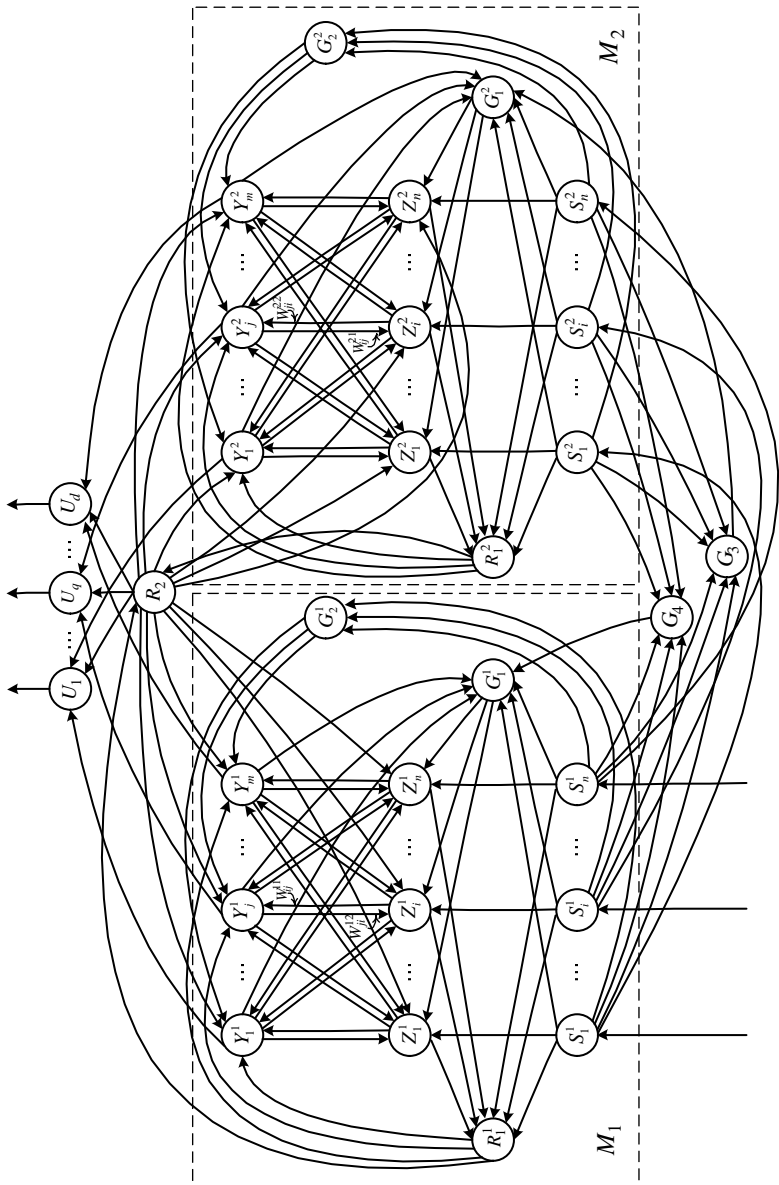


Рис. 2. Архитектура нейронной сети АРТ-1h

– непрерывный выход, с помощью которого значение параметра сходства соответствующего модуля передается на вход нейрона R_2 .

Нейрон R_2 имеет два бинарных выхода, возбуждающий сигнал с первого выхода поступает на входы нейронов U -слоя, если входное изображение и изображение, хранящееся в модуле нейронной сети похожи по параметру сходства. В противном случае тормозящий сигнал со второго бинарного выхода нейрона затормаживает нейроны-победители в обоих модулях сети.

Нейроны Y -слоев обоих модулей могут находиться в одном из следующих состояний:

– активен, модуль p ($p = 1, 2$) сети функционирует в режиме определения выходных сигналов нейронов распознающего слоя, выходной сигнал $U_{\text{вых}} Y_j^p$ удовлетворяет условию $0 \leq U_{\text{вых}} Y_j^p \leq 2$ и определяется выходными сигналами Z^p -элементов;

– активен, $U_{\text{вых}} Y_j^p = 1$, нейрон Y_j^p является победителем в модуле M_p ($p = 1, 2$) при текущем предъявлении входного изображения в результате латерального процесса в слое распознающих нейронов;

– активен, $U_{\text{вых}} Y_j^p = 1$, нейрон Y_j^p переведен в активное состояние нейроном-победителем соседнего модуля;

– неактивен, $U_{\text{вых}} Y_j^p = 0$, нейрон установлен в начальное состояние или проиграл соревнование с другими нейронами при текущем предъявлении входного изображения;

– заторможен, $U_{\text{вых}} Y_j^p = -1$, нейрон исключен из соревнования при текущем предъявлении входного изображения, поскольку хранящаяся в весах связей нейрона информация не удовлетворяет этому изображению.

Предположим, что сеть обучена и функционирует в режиме распознавания при предъявлении бинарного входного изображения

$U_{\text{вх}}^r = (U_{\text{вх} 1}^r, U_{\text{вх} 2}^r, \dots, U_{\text{вх} n}^r)$. Вектор входных сигналов

$(U_{\text{вх} 1}^r, U_{\text{вх} 2}^r, \dots, U_{\text{вх} n}^r)$ поступает на входы нейронов S_i^1 ($i = \overline{1, n}$) рас-

сматриваемой сети: $U_{\text{вх}} S_i^1 = U_{\text{вх} i}^r$ ($i = \overline{1, n}$). Выходные сигналы этих эле-

ментов $U_{\text{вых}} S_i^1 = U_{\text{вх}} S_i^1$ ($i = \overline{1, n}$) поступают на соответствующие входы

нейронов S_i^2 ($i = \overline{1, n}$). Нейроны слоя S^2 инвертируют свои входные сиг-

налы $U_{\text{вых}} S_i^2 = U_{\text{вх}} S_i^2 \oplus 1$, ($i = \overline{1, n}$), где \oplus – операция сложения по модулю два.

Сигналы с выходов всех нейронов слоя S^p ($p=1, 2$) поступают соответственно на входы нейронов G_1^p , G_2^p ($p=1, 2$), G_3 , G_4 . Нейроны G_1^p , G_2^p ($p=1, 2$) переводятся в активное состояние (т.е. полагаем, что входной вектор $U_{\text{вх}}^r$ содержит как единичные, так и нулевые входные компоненты). Если выполняется неравенство

$$\sum_{i=1}^n U_{\text{вых}} S_i^1 - \sum_{i=1}^n U_{\text{вых}} S_i^2 \geq 0, \quad (1)$$

то $U_{\text{вых}} G_3 = 1$ и $U_{\text{вых}} G_4 = 0$, и запрещающий сигнал нейрона G_3 переводит нейрон G_1^2 в неактивное состояние ($U_{\text{вых}} G_1^2 = 0$). Если

$$\sum_{i=1}^n U_{\text{вых}} S_i^1 - \sum_{i=1}^n U_{\text{вых}} S_i^2 < 0, \quad (2)$$

то $U_{\text{вых}} G_3 = 0$ и $U_{\text{вых}} G_4 = 1$ и запрещающий сигнал нейрона G_4 переводит нейрон G_1^1 в неактивное состояние. Таким образом, с помощью неравенств (1) и (2) определяется – каких элементов (единиц или нулей) в черно-белом изображении больше, и, следовательно, какой из модулей M_1 или M_2 должен стать ведущим, а какой – ведомым.

Пусть выполняется соотношение (1) тогда S^1 -нейроны, получившие единичные входные сигналы, переходят в активное состояние ($U_{\text{вых}} S_i^1 = 1$). Их возбуждающие выходные сигналы переводят нейроны S_i^2 ($i = \overline{1, n}$), G_1^p и G_2^p ($p=1, 2$) в состояние “1”. Поскольку выполняется соотношение (1), то в активное состояние перейдет и нейрон G_3 , который своим единичным выходным сигналом переведет нейрон G_1^2 в состояние “0”. Поскольку нейроны Z^p -слоев ($p=1, 2$) переходят в активное состояние по правилу “два из трех”, т.е. при наличии единичных сигналов из двух различных источников, то все Z -нейроны модуля M_2 будут иметь нулевые выходные сигналы. Возбуждающие выходные сигналы элементов S_i^1 ($i = \overline{1, n}$) поступят и на входы соответствующих интерфейсных

нейронов $Z_i^1 (i = \overline{1, n})$. Элементы интерфейсного слоя Z^1 , получившие единичные сигналы от управляющего нейрона G_1^1 и нейронов $S_i (i = \overline{1, n})$ по правилу “два из трех” переходят в активное состояние и посылают свои единичные возбуждающие сигналы $U_{\text{вых } Z_i^1} (i = \overline{1, n})$ по связям с весовыми коэффициентами $W_{ij}^{11} (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m})$ на входы нейронов $Y_j^1 (j = \overline{1, m})$. Нейроны распознающего Y^1 -слоя, получившие единичные сигналы, как от управляющего нейрона G_2^1 , так и от нейронов интерфейсного слоя Z^1 , по правилу “два из трех” переходят в активное состояние. Их входные и выходные сигналы определяются соотношением

$$U_{\text{вых } Y_j^1} = U_{\text{вх } Y_j^1} = \sum_{i=1}^n W_{ij}^{11} U_{\text{вых } Z_i^1}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Затем в слое распознающих нейронов происходит латеральный процесс выделения элемента Y_J^1 с максимальным выходным сигналом. В результате этого процесса все нейроны, кроме победившего, переводятся в состояние ($U_{\text{вых } Y_j^1} = 0, j = \overline{1, m}; j \neq J$), а нейрон-победитель в состояние с единичным выходным сигналом ($U_{\text{вых } Y_J^1} = 1$). Единичный сигнал нейрона Y_J^1 затормаживает управляющий нейрон G_1^1 и поступает на входы всех нейронов $Z_i^1 (i = \overline{1, n})$ интерфейсного слоя. Поскольку нейроны Z^1 -слоя переходят в активное состояние по правилу «два из трех», то единичные сигналы появляются только на выходах тех интерфейсных нейронов, которые получают возбуждающие сигналы как из слоя распознающих, так и от слоя входных нейронов. Тормозящие единичные выходные сигналы элементов Z^1 -слоя и возбуждающие сигналы S -слоя поступают на входы управляющего нейрона R_1^1 , который по единичным компонентам входного изображения рассчитывает параметр сходства входного изображения и изображения, хранящегося в весах связей нейрона Y_j :

$$P_1 = \left\| U_{\text{вых } Z^1} \right\| / \left\| U_{\text{вых } S^1} \right\| = \sum_{i=1}^n U_{\text{вых } Z_i^1} / \sum_i^n U_{\text{вых } S_i^1}.$$

Если параметр сходства p_1 меньше заданного значения, то нейрон Y_j^1 затормаживается единичным выходным сигналом с первого выхода управляющего нейрона R_1^1 и начинается поиск нового нейрона-победителя в распознающем слое Y^1 -нейронов. Если параметр сходства p_1 больше или равен заданному значению, то управляющий нейрон остается пассивным по своему первому выходу ($U_{\text{вых } R^1}^1 = 0$), и выходной сигнал нейрона Y_j^1 совместно с выходным сигналом нейрона G_2^2 возбуждает нейрон Y_j^2 модуля M_2 . Вторым выходным сигналом нейрона R_1^1 передает на первый вход нейрона R_2 значения параметра сходства p_1 , на второй вход этого нейрона поступает значения параметра сходства p_2 со второго управляющего нейрона R_1^2 .

Параметр сходства p_2 в модуле M_2 по нулевым компонентам входного вектора рассчитывается аналогично параметру p_1 в модуле M_1 :

$$p_2 = \left\| U_{\text{вых } Z^2} \right\| / \left\| U_{\text{вых } S^2} \right\| = \sum_{i=1}^n U_{\text{вых } Z_i^2} / \sum_{i=1}^n U_{\text{вых } S_i^2}.$$

Управляющий нейрон R_1^2 функционирует аналогично нейрону R_1^1 модуля M_1 , однако его единичный сигнал с первого выхода не может затормозить нейрон Y_j^2 , поскольку на вход этого элемента поступает возбуждающий сигнал с выхода нейрона Y_j^1 . Нейрон R_2 по входным сигналам со вторых выходов управляющих нейронов R_1^1 и R_1^2 , передающих значения параметров сходства p_1 и p_2 , рассчитывает общий параметр сходства p входного изображения и изображения, хранящегося в весах связей нейронов Y_j^1 и Y_j^2 : $p = (p_1 + p_2) / 2$.

Нейрон R_2 имеет два выхода, возбуждающий сигнал $U_{\text{возб } R_2}$ с его первого выхода поступает на входы всех распознающих нейронов U_1, U_2, \dots, U_d U -слоя, тормозящий сигнал $U_{\text{торм } R_2}$ со второго выхода нейрона R_2 поступает на входы всех нейронов слоев Y^1 и Y^2 . Если значение рассчитанного параметра сходства p равно или превосходит заранее заданное значение параметра сходства $p_{\text{зад}}$, то возбуждающий сигнал

нейрона R_2 совместно с выходными единичными сигналами $U_{\text{вых}} Y_j^1$, $U_{\text{вых}} Y_j^2$ переводит в активное состояние один из нейронов слоя U , т.е. нейронная сеть определяет одно решение, соответствующее входному вектору $U_{\text{вх}}^r$. Если $p < p_{\text{зад}}$, то $U_{\text{возб}} R_2 = 0$, $U_{\text{торм}} R_2 = 1$ и тормозящий сигнал нейрона R_2 затормаживает нейроны Y_j^1 и Y_j^2 ($U_{\text{вых}} Y_j^1 = U_{\text{вых}} Y_j^2 = -1$), а затем начинается поиск нового нейрона-победителя в модуле M_1 .

Рассмотрим режим обучения нейронной сети. Для упрощения описания этого режима будем полагать, что обучающие изображения для нейронной сети сформированы заранее и каждому классу изображений (образу) соответствует единственное черно-белое изображение, единичные компоненты которого запоминают нейроны модуля M_1 , а нулевые – нейроны модуля M_2 . При этом обучающие изображения $U^{\text{об1}}, \dots, U^{\text{обg}}$ так расположены в последовательности, что обучение сети происходит за одну эпоху и без переобучения нейронов распознающего слоя Y^1 и Y^2 .

Пусть также заданы значения параметров сходства $p_{1\text{зад}}$, $p_{2\text{зад}}$ и $p_{\text{зад}}$ для модулей M_1 и M_2 и всей нейронной сети и заданы начальные значения обучаемых весов связей модулей M_1 и M_2 $W_{ij}^{11} = W_{ij}^{12} = 1/(1+n)$;

$$W_{ji}^{21} = W_{ji}^{22} = 1, \quad (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}).$$

При подаче первого входного обучающего изображения $U^{\text{об1}} = (U_1^{\text{об1}}, U_2^{\text{об1}}, \dots, U_n^{\text{об1}})$ нейроны G_3 и G_4 , как и в режиме распознавания, с помощью неравенств (1) и (2) определяют, какой из модулей будет ведущим. Пусть выполняется неравенства (1), тогда ведущим будет модуль M_1 и с помощью единичных выходных сигналов нейронов G_1^1 и S_i^1 ($i = \overline{1, n}$) по правилу “два из трех” будет переведена в активное состояние часть нейронов Z^1 -слоя, получивших на свои входы по два единичных сигнала. Нейроны слоя Y^1 , получившие единичные сигналы с выхода нейрона G_2^1 и Z^1 -нейронов по правилу “два из трех” переходят в активное состояние и рассчитывают свои входные и выходные сигналы. Поскольку при предъявлении первого обучающего изображения все Y^1 -

нейроны имеют одинаковые веса связей и одинаковые входные сигналы, то все они будут иметь и одинаковые выходные сигналы, и победителем станет нейрон с наименьшим индексом Y_1^1 . Поскольку $W_{ji}^{12} = 1$ ($j = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}$), то $\|U_{\text{ВЫХ}} Z^1\| = \|U_{\text{ВЫХ}} S^1\|$ и $p_1 = 1$. После этого происходит адаптация весов связей нейрона-победителя Y_1^1 и соответствующего ему нейрона Y_1^2 в модуле M_2 по известным соотношениям [7]. Затем аналогичным образом обучается пара распознающих нейронов Y_2^1 и Y_2^1 изображением $U^{\text{об2}}$ и т.д. пока не будут использованы все изображения обучающей последовательности.

Таким образом, разработана дискретная сеть АРТ, позволяющая при решении задач распознавания определять сходство черно-белых изображений по всем элементам изображения. Добавление в сеть АРТ-1h еще одного слоя выходных нейронов и управляющего нейрона, как это сделано в сети АРТ-1s, позволяет получить сеть, которая может выдавать несколько решений, и обладает параметром сходства, симметричным относительно компонент 0 и 1 входных векторов.

Заключение

Впервые разработаны дискретные нейронные сети АРТ позволяющие определять несколько решений и использующие параметр сходства, симметричный относительно компонент 0 и 1 входных векторов. Возможность получения нескольких решений и использование параметра сходства, учитывающего все компоненты входных векторов позволило уточнить параметр сходства между входными векторами и векторами, хранящимися в весах связей нейронной сети, и определять его с помощью всех компонент векторов, а не только с помощью единичных компонент, как это делается в известных нейронных сетях АРТ.

Библиографический список

1. Оссовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Оссовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.
2. Руденко, О.Г. Основы теории искусственных нейронных сетей / О.Г. Руденко, Е.В. Бодянский. – Харьков: ТЕЛТЕХ, 2002. – 317 с.
3. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
4. Carpenter, G.A. Massively parallel architecture for self-organising neural pattern recognition machine / G.A. Carpenter, S.A. Grossberg // Computing, Vision, Graphics and Image Processing. – 1987. – Vol. 37. – P. 54 – 115.

5. Grossberg, S. Competitive learning: From interactive activation to adaptive resonance / S. Grossberg // Cognitive Science. – 1987. – Vol. 11. – P. 23 – 63.
6. Fausett, L. Fundamentals of Neural Networks. Architectures, Algorithms and Applications / L. Fausett. – New Jersey: Prentice Hall Int., Inc., 1994. – 461 p.
7. Дмитриенко, В.Д. Применение нейронных сетей для обработки измерительной информации / В.Д. Дмитриенко, Р.Д. Расрас. – Харьков: ХГПУ, 2000. – 114 с.
8. Дмитриенко, В.Д. Моделирование технологических процессов механообработки методами искусственного интеллекта: монография / В.Д. Дмитриенко [и др.]. – Харьков: НТМТ, 2009. – 224 с.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОПИСАНИЯ В ВИДЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

П.П. Макарычев

*ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет
Россия, 440026, Пензенская обл., г. Пенза, ул. Красная, 40
makpp@yandex.ru*

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы построения математических моделей в виде систем массового обслуживания с использованием аппарата сетей Петри. Приводятся пример анализа производственной системы методом имитационного моделирования.

DISCRETE-EVENT SIMULATION OF BUSINESS-SYSTEMS ON THE BASIS OF THE DESCRIPTION IN THE FORM OF PETRI NETS

P.P. Makarychev

Abstract

In this paper we consider the problems of construction of mathematical models in the form of systems of mass service with the use of the apparatus of Petri networks. Given the example of analysis of the production system simulation method.

Актуальность работы

Анализ производственных систем предполагает построение математических (имитационных) моделей. Отождествляя объекты производственной деятельности в системе с заявкой, обработку с обслуживанием, производственную систему можно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО). В случае однофазных СМО используется аппарат

дискретных и непрерывных цепей Маркова [1]. Как правило, цепи Маркова изображают в виде ориентированного графа (диаграммы переходов). Разработка математической модели СеМО более сложна. В модели требуется представить топологию сети, маршруты и логику переходов отдельных заявок.

Постановка задачи на построение модели

Пусть A и B – произвольные множества, T – множество моментов времени, A^T и B^T – множество всевозможных отображений из T в A и B соответственно. Временную систему S на X и Y можно задать отношением $S \subseteq X \times Y$, $X \subset A^T$, $Y \subset B^T$ [1]. Множество A называется алфавитом входных воздействий (входов), множество B – выходных величин (выходов) системы соответственно.

Объект состояний системы S в момент времени t определяется как абстрактное множество C_t , для которого определена функция $\rho_t : C_t \times X_t \rightarrow Y_t$, которая называется реакцией системы в момент времени t . Множество всех реакций системы ρ_t ,

$$\bar{\rho} = \{ \rho_t : C_t \times X_t \rightarrow Y_t \ \& \ t \in T \},$$

называется *семейством реакций системы S* , а множество $\bar{C} = \{ C_t : t \in T \}$

– семейством объектов состояний. Функция Φ_{tt} называется функцией перехода состояний на отрезке времени $\{ t^* : t \leq t^* < t \}$. Множество $\bar{\Phi}_{tt}$,

$$\bar{\Phi} = \{ \Phi_{tt} : C_t \times X_{tt} \rightarrow C_t \ \& \ t, t' \in T \ \& \ t' > t \},$$

семейством функций перехода состояний.

Чтобы определить семейства функций $\bar{\rho}$, $\bar{\Phi}_{tt}$, рассмотрим временные диаграммы СМО типа М/М/1: 2, приведенные на рис. 1.

Множество моментов времени, связанных с поступлением требований в СМО $M_1 = \{ t_1, t_2, t_4, t_6, t_7, t_9 \}$. Множество моментов времени, когда обслуженные требования покидают СМО $M_2 = \{ t_2, t_5, t_8, t_{10}, t_{11} \}$. Множество моментов времени блокировки требований $M_3 = \{ t_7 \}$. Множество моментов поступления требований $M_4 = M_1 \setminus M_3$.

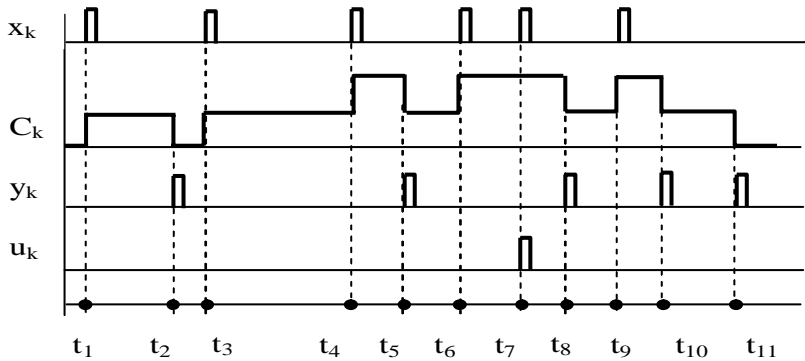


Рис. 1. Временная диаграмма СМО

Зададим поступление последовательности заявок на вход СМО с помощью δ -функции Дирака

$$x_k = x_k(t) = \begin{cases} \delta_x(t - t_k), & \text{если } t_k \in M_1 \\ 0, & \text{если } t_k \notin M_1 \end{cases}.$$

Моменты окончания обслуживания требований в СМО

$$\varepsilon_k = \varepsilon_k(t) = \begin{cases} \delta_\varepsilon(t - t_k), & \text{если } t_k \in M_2; \\ 0, & \text{если } t_k \notin M_2. \end{cases},$$

В этом случае число заявок, поступивших на вход СМО, определяется соотношением

$$S(t) = \int_0^t \sum x_k(\tau) [t_k \in M_4] d\tau.$$

Число заявок, покинувших СМО после обслуживания, определяется соотношением

$$Q(t) = \int_0^t \sum \varepsilon_k(\tau) [t_k \in M_2] d\tau.$$

Число требований, находящихся в СМО в момент времени t (состояние системы)

$$C_t = \int_0^t \left(\sum x_k(\tau) [t_k \in M_4] - \sum \varepsilon_k(\tau) [t_k \in M_2] \right) d\tau.$$

Время, проведенное всеми заявками в СМО за время t , (блокированные требования исключены)

$$\gamma(t) = \int_0^t C_t(\tau) d\tau.$$

Среднее время, проведенное обслуженной заявкой в системе

$$\bar{T} = \gamma(t) / \alpha(t) \quad (1)$$

Среднее число заявок в системе за промежуток времени $(0, t)$

$$\bar{N} = \gamma(t) / t \quad (2)$$

Оценки функционирования СМО (1, 2) не зависят от параметров входного потока требований и распределения времени обслуживания требований. Однако исследование СеМО аналитическими методами при произвольном распределении времени обслуживания и входного потока ограничены. Чтобы обеспечить высокую степень достоверности имитационного моделирования, необходима технология обеспечивающая сравнимость с результатами аналитических расчетов в предельных точках. Это возможно при построении модели в виде сети Петри [3].

Организация имитационного моделирования

На рис. 2 приведена модель СМО в форме сети Петри. На входе СМО присутствует два потока заявок с интенсивностями λ_1 и λ_2 , которые поступают в буфер с неограниченной размерностью. Буфер в модели представлен позицией p_1 . Начало обслуживания заявки определяется временем срабатывания перехода t_1 , окончание обслуживания – перехода t_2 . Наличие маркера в позиции p_2 соответствует занятости канала обслуживания, в позиции p_3 – освобождению канала. Интенсивность обслуживания заявок в канале μ .

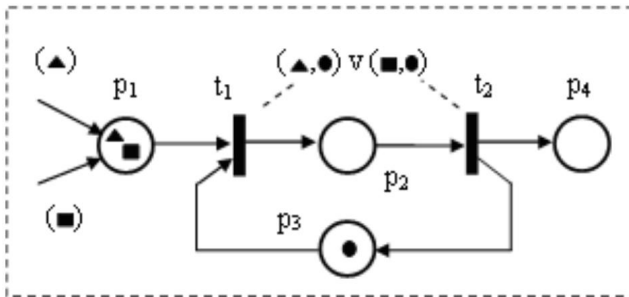


Рис.2. Имитационная модель СМО

Предположим, что поступление заявок на вход СМО определяется следующей системой уравнений:

$$\begin{pmatrix} z_n^1 \\ z_n^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_{n-1}^1 + \text{rexp}(\lambda_1) \\ z_{n-1}^2 + \text{rexp}(\lambda_2) \end{pmatrix},$$

где $n = 1, 2, \dots, G$, $G \leq N / 2$, N – суммарное число заявок, обслуженных в канале СМО, $\text{rexp}()$ – функция генерации последовательности случайных чисел с экспоненциальным распределением.

В связи с тем, что времена поступления заявок случайны, введем в модель процедуру сортировки заявок с использованием следующей последовательности преобразований:

$$v_{2n-1} = z_n^1; v_{2n} = z_n^2; z = \text{sort}(v),$$

где $\text{sort}()$ – встроенная в математический пакет функция сортировки.

Если длительность обслуживания заявок в канале имитировать с использованием выражения

$$u_k = \text{rexp}(1, \mu),$$

то последовательность событий, связанных с окончанием обслуживания заявок в канале

$$v_k = \text{if}(z_k \geq v_{k-1}, z_k, v_{k-1}) + u_k,$$

где if – функция, в соответствие с которой v_k присваивается значение z_k , если выполняется условие $z_k \geq v_{k-1}$, иначе – v_{k-1} .

Аналогично, последовательность событий, связанных с ожиданием заявками обслуживания в буфере, можно сформировать следующим образом:

$$w_k = \text{if}(z_k \geq v_{k-1}, 0, v_k - z_k - u_k).$$

Суммарное количество заявок, поступивших на вход СМО в произвольный момент времени,

$$S(t) = \sum_{k=1}^N \Phi(t - z_k),$$

где Φ – функция Хевисайда.

Суммарное количество заявок, обслуженных и покинувших СМО на текущий момент времени,

$$Q(t) = \sum_{k=1}^N \Phi(t - z_k).$$

При $\lambda_1 = 0.4$ и $\lambda_2 = 0.4$ и $\mu = 1$ графики зависимости количества поступивших и обслуженных заявок СМО на начальном этапе обслуживания приведены на рис.3.

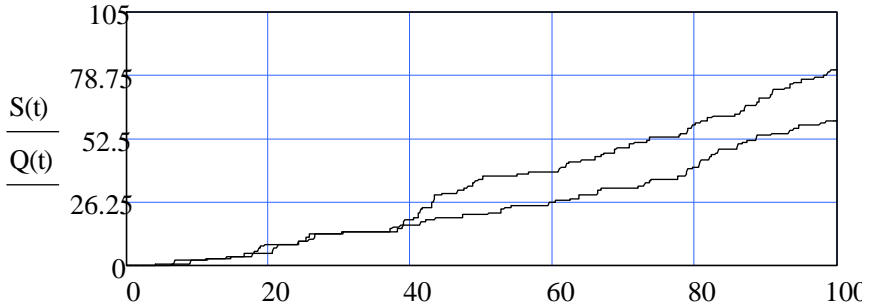


Рис. 3. Графики $S(t)$ и $Q(t)$

График зависимости количества заявок, находящихся в СМО, в текущий момент времени приведен на рис. 4.

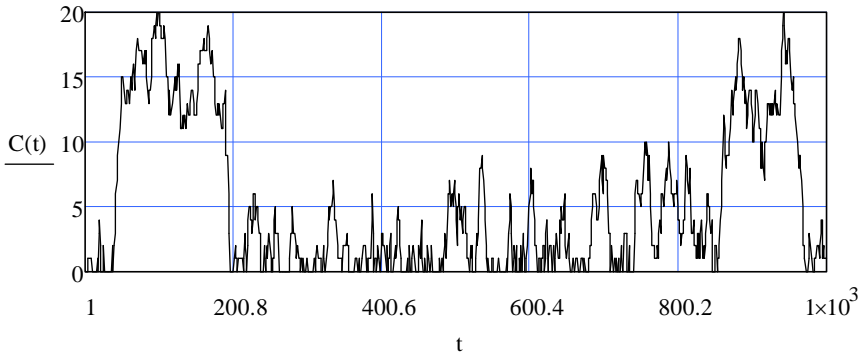


Рис. 4. График $Q(t)$

Среднее число заявок в СМО заявок на выбранном интервале времени $N_c = (\sum_{k=1}^N (v_k - z_k)) / v_N$.

При заданных значениях λ_1 , λ_2 и μ имеем $N_c = 4.16$. Среднее время пребывания заявки на выбранном интервале времени

$$T_c = (\sum_{k=1}^N (v_k - z_k)) / N.$$

При тех же параметрах входных потоков заявок и СМО $T_c = 5.24$ единиц модельного времени. Среднее время ожидания заявки в буфере $W_c = T_c - 1 / \mu = 4.24$.

Заключение

На основе результатов имитационного моделирования СМО интенсивность обслуженных заявок

$$L = N_c / T_c.$$

Таким образом, $L = 0.795$ и относительная величина отклонения аналитических расчетов и вычислительного эксперимента составляет 0.6%, что подтверждает высокую степень адекватности моделей

Библиографический список

1. Шварц, М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. В 2-х ч. Пер. с англ. / М. Шварц. – М.: Наука, 1992.
2. Крылов, В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения./ В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. Котов, В.Е. Сети Петри. / В.Е. Котов.– М.: Наука, ГРФМЛ, 1984. – 123 с.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ОЦЕНКА СХОДИМОСТИ МОДЕЛЕЙ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

В.А. Акатьев, Л.В. Волкова

*ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»,
Россия, 129226, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4
Akatiev07@mail.ru*

Аннотация

В настоящее время для оценки избыточного давления на различных удалениях от центра взрыва газовой смеси используются различные математические модели. Возникают вопросы о достоверности результатов, получаемых при применении указанных моделей. В данной работе сопоставлены результаты расчетов параметров взрывов, полученных с использованием трех действующих методик для конкретного сценария аварии со взрывом бензиновоздушной смеси.

TESTING THE OPERATING MODEL FOR THE PARAMETER ESTIMATES EXPLOSION GAS MIXTURE

Akatiev V. A., Volkova L. V.

Abstract

At the present time for an assessment of superfluous pressure on various removals from the center of explosion of an air-gas mixture various mathematical models are used. There are questions of reliability of the results received at application of specified models. In this work results of calculations of parameters of the explosions received with use of three operating techniques for the concrete scenario of failure with explosion of an air-gas mixture are compared.

Актуальность работы

Оценка параметров образующейся при взрыве газозвушной смеси (ГВС) воздушной ударной волны (ВУВ) чрезвычайно важна при решении вопросов, связанных с поражением объектов. Практика применения различных методик свидетельствует, что в ближней зоне от эпицентра взрыва наблюдаются значительные расхождения значений избыточных давлений.

Основной текст

Для оценки избыточного давления при взрывах ГВС часто используются три методики: ВНИИПО [1]; НТЦ ПБ [2]; Госатомнадзора [3]. Выполним их сопоставление путем расчетов по ним значений избыточных давлений для конкретного случая – аварии со взрывом газо-воздушной смеси. С этой целью примем следующие допущения и предпосылки: ГВС – бензино-воздушная смесь (бензин имеет усредненную молярную массу 53 кг/кмоль) [4, 5]; пространство вблизи очага аварии является свободным; внешние факторы, способные повлиять на рассеивание облака и его дрейф, отсутствуют; масса образовавшихся паров бензина 33,6 т.

Оценка параметров взрыва ГВС по методике ВНИИПО

Для оценки избыточного давления на фронте ВУВ в результате сгорания ГВС в открытом пространстве используется формула [1]:

$$\Delta p = p_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{0,8 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{0,8 \cdot m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (1)$$

где $m_{\text{пр}}$ – приведенная к тротиловому эквиваленту масса горючего вещества, кг; p_0 – атмосферное давление, кПа; r – расстояние от центра паровоздушного облака, м; Δp – избыточное давление на фронте ВУВ, кПа.

В методике ВНИИПО [1] при расчете массы горючего используется формула для точечного взрыва. Однако, при взрыве ГВС продукты сгорания в объеме облака подвергаются тепловому сжатию, а весь процесс зависит от скорости распространения фронта пламени.

Оценка параметров взрыва ГВС по методике НТЦ ПБ

В методике НТЦ ПБ [2] учтены скорость распространения фронта пламени, объем смеси, концентрационные пределы распространения пламени, агрегатное состояние и другие физико-химические свойства вещества.

В соответствии с экспертной таблицей Института химической физики РАН (ИХФ РАН) [2] бензин относится к 3-му классу, и характеризуется как средне чувствительное вещество.

С учетом того, что рассматриваемое пространство по загроможденности относится к 4-му виду, а по диапазону скоростей горения [2] – к 5-

му диапазону, скорость распространения пламени определяется выражением: $w_{пл} = k_1 \cdot M^{1/6}$, где константа $k_1 = 43$, M – масса вещества в облаке ГВС.

Следует отметить, что при дефлаграционном режиме горения скорость распространения пламени не зависит от массы газа в облаке ГВС.

В соответствие с методикой ИХФ РАН [2] считается, что смесь паров бензина с воздухом гетерогенная (более 50 % топлива содержится в облаке в виде капель). Провести такие оценки можно исходя из величины давления насыщенных паров топлива при данной температуре и времени формирования облака. Для летучих веществ при температуре +20 °С, смесь можно считать гомогенной, а для веществ с низким давлением пара, таких как дизельное топливо расчеты проводятся в предположении гетерогенной топливно-воздушной смеси [2].

Для оценки избыточного давления во фронте воздушной ударной волны на расстоянии r от центра облака ГВС вначале оцениваются его энергия и безразмерное расстояние $R_{пр}$:

$$E = \begin{cases} M \cdot Q_e, & c \leq c_{сх} \\ M \cdot Q_e \cdot \frac{c}{c_{сх}}, & c > c_{сх} \end{cases}; \quad Q_e = 44 \cdot 10^6 \beta;$$

$$R_{пр} = r \cdot \left(\frac{\frac{3}{4} E}{p_0} \right),$$

где E – эффективная энергия ГВС, Дж; p_0 – атмосферное давление, Па; Q_e – удельная теплота сгорания ГВС, МДж/кг; β – корректировочный параметр, характеризующий фугасные свойства ГВС, для бензина $\beta = 1$; c – концентрация паров бензина в облаке, % об.; $c_{сх}$ – стехиометрическая концентрация бензина в облаке, % об.

Дальнейший алгоритм расчета выглядит следующим образом:

$$\Delta p = \begin{cases} p_0 \cdot \left(\frac{w_{пл}}{a} \right)^2 \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) \left(\frac{0,83}{R_s} - \frac{0,14}{R_s^2} \right), & R_s \geq R_{кр}; \\ p_0 \cdot \left(\frac{w_{пл}}{a} \right)^2 \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) \left(\frac{0,83}{R_{кр}} - \frac{0,14}{R_{кр}^2} \right), & R_s < R_{кр}, \end{cases}$$

где $R_{кр} = 0,34$; Δp – избыточное давление на фронте ВУВ, Па; $\varepsilon = 4$ – степень расширения продуктов сгорания; $a = 340$ м/с – скорость звука в воздухе.

Расчеты показывают, что избыточное давление в ближних зонах от эпицентра взрыва практически зависит только от массы вещества в облаке. На расстоянии более 50 м кривая принимает форму, характерную для графика, полученного по методике ВНИИПО.

Оценка параметров взрыва ГВС по методике Госатомнадзора

В Руководстве [3] принята за основу математическая модель дефлаграционного режима горения (взрыва), предложенная Тейлором. Указанная модель описывает взрыв ГВС с учетом объема первоначального облака ГВС. В ней принято, что концентрация горючего компонента в ГВС соответствует концентрации стехиометрического состава смеси.

От очага воспламенения в облаке ГВС распространяется полусферический фронт пламени. Каждый единичный объем смеси, сгорая, расширяется в ε раз ($\varepsilon = 6 \dots 8$). При этом продукты взрыва играют роль сферического поршня, сжимающего окружающую среду. Впереди фронта пламени образуется ВУВ, но в отличие от детонационного режима горения, при котором до окончания детонации фронты пламени и ВУВ совпадают, при дефлаграционном режиме горения между ними имеется слой сжатого газа, в котором все газодинамические параметры возрастают в сторону фронта пламени. Интенсивность ВУВ и толщина этого слоя сильно зависят от скорости распространения пламени: с ее возрастанием интенсивность увеличивается, а слой становится тоньше [7].

Расчет проводится по следующим формулам:

$$V_{\text{ГВС}} = \frac{2240 \cdot x \cdot M \cdot T}{M_r \cdot c_{\text{НКП}} \cdot T_0}; \quad \Delta p = \frac{\Delta p_{\text{max}}}{1 + G \cdot \left(\frac{r}{R_{\text{пр}}} - 1 \right)^H}, \quad \varepsilon = 4 + \frac{4 \cdot c_{\text{НКП}}}{c_{\text{сх}}};$$

$$R_{\text{пр}} = r_0 \cdot \sqrt[3]{\varepsilon}; \quad r_0 = 0,78 \cdot \sqrt[3]{V_{\text{ГВС}}}; \quad \Delta p_{\text{max}} = 2,1 \cdot p_0 \cdot \frac{\left(\frac{w}{a} \right)^2}{1 + \frac{w}{a}}$$

где $V_{\text{ГВС}}$ – объем облака ГВС, м^3 ; r_0 – начальный радиус облака ГВС, м ; ε – степень расширения продуктов взрыва; $R_{\text{пр}}$ – радиус продуктов взрыва облака ГВС, м ; Δp_{max} – максимальное избыточное давление в пределах облака ГВС, кПа ; x – доля массы топлива, перешедшего в ГВС ($x=0,05$); T – температура окружающей среды, ($T=293 \text{ K}$); $T_0 = 273 \text{ K}$; $c_{\text{НКП}} = 1,2 \%$ об. – нижний концентрационный предел распространения пламени; $M_r = 53 \text{ кг/кмоль}$ – молярная масса бензина; $c_{\text{сх}} = 2,1 \%$ об. – концен-

трация горючего газа в ГВС, соответствующая концентрации стехиометрического состава смеси; $M = 33,6 \text{ т}$ – масса топлива в облаке; a – скорость звука в воздухе; $w_{\text{пл}} = 244 \text{ м/с}$ – скорость распространения фронта пламени при горении ГВС (при табличных данных: $G=0,47$ и $H=1,2$).

Зависимости избыточного давления от расстояния, полученные по трем методикам, представлены на рис. 1.

$\Delta p, \text{ кПа}$

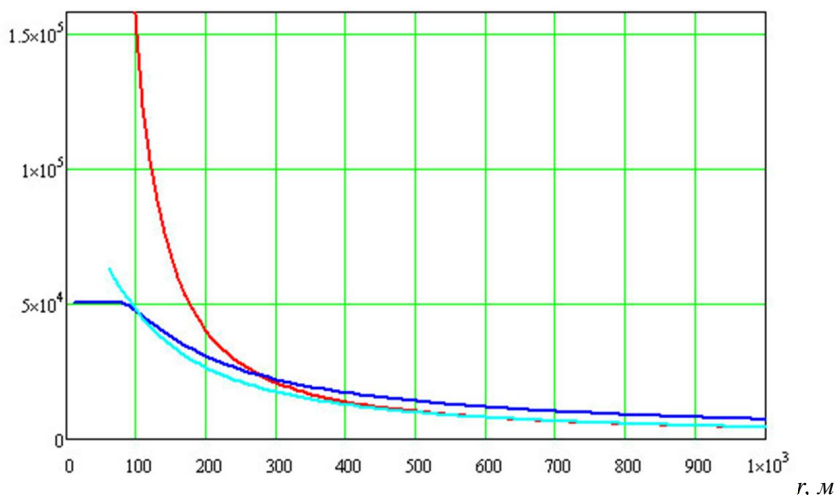


Рис. 1. Изменение избыточного давления на фронте ВУВ в зависимости от расстояния от центра взрыва облака ГВС, полученные по методикам: 1 – ВНИИПО; 2 – НТЦ ПБ; 3 – Госатомнадзора

Заключение

Таким образом, по результатам работы можно утверждать, что в ближней зоне от центра взрыва ГВС значения избыточного давления во фронте ВУВ, полученные по трем различным моделям, имеют значительные расхождения. Для моделей, предложенных ВНИИПО и НТЦ ПБ малая сходимости результатов наблюдается на расстоянии до 280 м. Для моделей, предложенных ВНИИПО и Госатомнадзора, расхождение результатов наблюдается на расстоянии до 630 м, а для зависимостей, приведенных в РД 03-409-01 и РБ Г-05-039-96 – до 100 м.

Библиографический список

- ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
- РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей.

3. РБ Г-05-039-96. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия.
4. ГОСТ Р 51866-2002*. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия.
5. ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия.
6. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара / Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, – 304 с.
7. Бирбаер А.Н., Шульман С.Г. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304 с.

*Работа представлена д.т.н., академиком МАНЭБ,
профессором кафедры защиты окружающей среды и
промышленной безопасности Акатьевым В.А.
Дата представления работы: 26.11.2012 г.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ СКАНИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В.А. Акатьев, Г.С. Назаров, Л.В. Волкова

*ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»,
Россия, 129226, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4
Akatiev07@mail.ru*

Аннотация

Выбрана траектория движения луча при сканировании внутренней поверхности дымовой трубы, получено уравнение движения луча по винтовой линии и выявлена математическая связь между параметрами сканирования.

MODELLING OF THE TRAJECTORY OF SCANNING OF THE INTERNAL CYLINDRICAL SURFACE

V.A. Akatjev, G.S. Nazarov, L.V. Volkova

Abstract

The ideal path of the beam scanning the inner surface of the chimney, an equation of motion of the beam in a helical line and found a mathematical relationship between the parameters of the scan.

Актуальность работы

В настоящее время диагностика внутренней поверхности функционирующих промышленных железобетонных дымовых труб осуществляется с помощью автономного аппарата [4]. При этом автономный аппарат, подвешенный по типу маятника на тросе, перемещается вниз (вверх) внутри функционирующей дымовой трубы.

В существующей технологии производится сканирование внутренней поверхности футеровки в автоматическом режиме с последующей компьютерной обработкой результатов съемки.

Эффективность и энергоемкость процесса в значительной степени зависит от выбора траектории сканирования.

Основные проблемы

Во многих работах исследованы траектории сканирования плоских поверхностей. Внутренняя протяженная цилиндрическая поверхность имеет свою специфику. Выбором траектории движения луча при сканировании можно уменьшить объем сканирования и, соответственно, снизить энергоемкость процесса сканирования.

Основной материал

Технология лазерного сканирования внутренней поверхности дымовой трубы заключается в получении отражений от точечных сигналов, посылаемых через определенные промежутки времени при возвратно-поступательном перемещении лазерного луча. Перемещая луч по определенному закону, можно получить множество точек («облако») с известными координатами (горизонтальные и вертикальные углы и дальность) и численные характеристики интенсивности отраженных сигналов.

Процесс сканирования осуществляется лазерным сканером и, при необходимости, одновременно проводится фотографирование сканируемой поверхности цифровой фотокамерой с регистрацией излучений в видимом или в инфракрасном диапазоне электромагнитного излучения.

После компьютерной обработки получается цифровая черно-белая трехмерная фотография, по которой, в зависимости от интенсивности окраски поверхности, производится суждение о состоянии поверхности и о наличии каких-либо дефектов. При использовании цифровой фотокамеры облако точек может быть представлено в реальном цвете.

Использование технологии сканирования при обследовании внутренней поверхности промышленных дымовых труб представляется весьма перспективным в связи с тем, что получаемая информация обрабатывается в реальном масштабе времени и практически не имеет ограничений по скорости получения. В результате сканирования получается множество точек отражений лазерного луча. Для каждой точки регистрируется три координаты (XYZ) и интенсивность (I) принятого сигнала. Интенсивность сигнала зависит от угла между отражающей поверхностью и лазерным лучом, а также от свойств самой поверхности. Данные измерений в реальном режиме времени записываются на носитель, затем они обрабатываются с помощью специализированного программного продукта с получением «облаков точек», которые «сшиваются» друг с другом (по аналогии со «сшивкой» планшетов, аэрофотоснимков и т.д.). По трем точкам, распознаваемым в «облаке точек» и имеющим координаты в необходимой системе координат, вся пространственная модель пересчитывается в одну систему координат. На полученной пространственной модели можно вы-

полнять различные измерения (расстояния, углы, диаметры и т.д.), а также делать разрезы и сечения.

Одной из важнейших характеристик процесса сканирования внутренней поверхности трубы является траектория движения лазерного луча по поверхности, которая могла бы обеспечить эффективный режим сканирования по затратам ресурсов, по точности и качеству полученных результатов.

Существуют различные траектории движения лазерного луча при сканировании [1]. Выбор альтернативы определяется задачами сканирования, объектом обследования и условиями применения сканирующего оборудования (сканер установлен стационарно – наземное сканирование, или же он расположен на подвижном носителе – на вертолете, самолете или спутнике при воздушном сканировании земной поверхности). При размещении сканирующего лазера на автономном аппарате диагностического комплекса «Сканлайнер», лазер перемещается по оси обследуемой трубы вертикально вниз. В этом случае наиболее эффективной траекторией лазерного луча является комбинация движения по винтовой линии (рис.1) с возвратно-поступательными движениями луча в вертикальном направлении (рис.2).

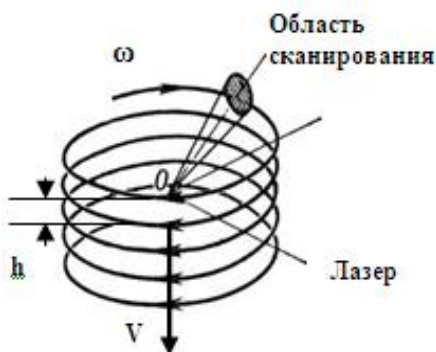


Рис. 1. Цилиндрическая винтовая траектория движения лазерного луча при сканировании

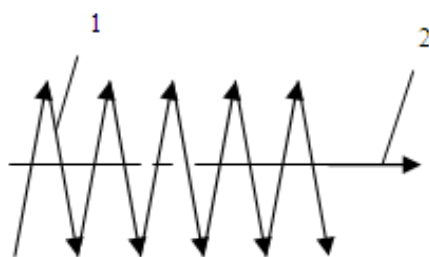


Рис. 2. Развертка траектории движения лазерного луча:
1 – возвратно-поступательное движение луча; 2 – направление вращения луча

В общем виде процесс сканирования в этом случае можно записать через характеристики винтового движения, которое складывается из вращательного движения вокруг оси трубы с угловой скоростью ω и поступательного со скоростью движения спускаемого аппарата v .

Вид уравнения траектории сканирования в общем виде зависит от формы обследуемой поверхности, которая может быть цилиндрической, конической или какой либо другой (например, бочкообразной).

Рассмотрим взаимосвязь параметров сканирования на примере поверхности, имеющей цилиндрическую форму. В этом случае сканирование происходит по цилиндрической винтовой линии, параметрические уравнения которой имеют вид [2]:

$$\begin{aligned} X &= R \cos \omega t; \\ Y &= R \sin \omega t; \\ Z &= vt. \end{aligned} \quad (1)$$

где x , y и z – координаты точки на цилиндрической поверхности; R – внутренний радиус цилиндра; t – время.

Первые два уравнения определяют положение сканирующего пятна в плоскости XY – в горизонтальной плоскости. Третье уравнение представляет собой закон движения по вертикальной оси Z .

После каждого изменения параметра ωt на 2π переменные X и Y возвращаются к своим первоначальным значениям, т.к. проекция винтовой линии на плоскость $X Y$ является окружностью. Аппликата Z изменяется на величину шага h винтовой линии (рис.1), которую проходит за время одного оборота любой точкой, лежащей на оси цилиндра или его образующей.

Если v и ω постоянные величины, то и шаг не изменяется в процессе спуска аппарата:

$$h = 2\pi \frac{V}{\omega} = \text{const}, \quad (2)$$

или

$$h = 2\pi R \operatorname{tg} \theta \quad (3)$$

где θ – угол между касательной к винтовой линии и образующей цилиндра (угол подъема винтовой линии).

Из рисунка 1 видно, что шаг винтовой траектории сканирования не должен быть больше или равным размеру единичной области сканирования вдоль вертикальной оси, чтобы не было не отсканированных областей. В этом случае величину шага h можно определить из следующего выражения:

$$h = kH \quad (4)$$

где k – коэффициент перекрытия сканирующих трасс; H – высота области сканирования (ширина сканирующих трасс).

Высота области сканирования H равна диаметру пятна сканирующего луча, если сканирование происходит только при перемещении луча по винтовой линии, как показано на рис.1, или же равна размеру амплитуды качания при наложении вертикального качания на винтовое движение (рис.2).

Коэффициент перекрытия сканирующих трасс k является одной из составляющих общего понятия **плотности сканирования** (или плотности опроса), которое характеризует степень покрытия и равна отношению опрошенной площади, т.е. суммарной площади лазерных пятен, к площади всей облучаемой поверхности. Чем выше плотность сканирования, тем больше объем полученных данных и тем более детальную картину можно увидеть на результате сканирования, но и тем дольше продолжают измерения. На рис.3 показан пример двух крайних вариантов значений плотности сканирования [3].

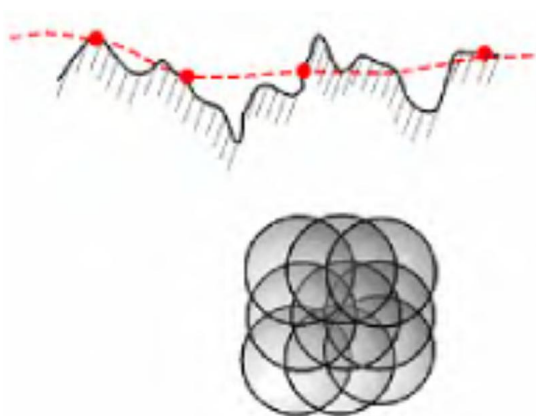


Рис. 3. Примеры различной плотности сканирования: сверху – недостаточная плотность сканирования; внизу – избыточная плотность сканирования

В верхней части показан пример явно недостаточной плотности точек сканирования, при котором линия рельефа реальной поверхности (сплошная линия) отличается от линии, полученной в результате обработки результатов сканирования (пунктирная линия). При недостаточной плотности точки сканирования не попали в выпуклые и вогнутые места поверхности. Существенное различие говорит о недостаточной плотности сканирования. В нижней части рисунка показан пример явно избыточной плотности точек сканирования (имеет место значительное перекрытие пятен лазерных точек).

Теоретическое определение оптимальной плотности сканирования формально можно осуществить на основании теоремы Найквиста – Котельникова, если представить исследуемый рельеф пространственным аналоговым сигналом с широким спектром частот. Теорема дает ответ на вопрос, какой частоты дискретизации (в данном случае плотности сканирования) достаточно для того, чтобы не произошло потери информации, т.е. чтобы по дискретизованным данным можно было восстановить исходный аналоговый сигнал (реальный рельеф). Иными словами можно сказать, что плотность сканирования должна быть такой, чтобы размеры

непроработанной зоны были по всем направлениям меньше, чем разрешающая способность сканирующего устройства.

Значение коэффициента k в уравнении (4) определяется экспериментально с учетом реальных условий измерений – параметров восходящего потока в трубе, которые влияют на колебания спускаемого аппарата, расстояния до обследуемой поверхности, параметров сканера и пр. Для предварительных оценок можно принять $k = 0,9$, аналогично коэффициенту нахлеста в работе [4].

Подставив величину шага винтовой линии h из уравнения (4) в выражение (2), после несложных преобразований получим зависимость, связывающую основные параметры сканирования при обследовании внутренней поверхность трубы и являющейся кинематическим уравнением сканирования в рамках поставленных условий:

$$H = 60V/(kn) \quad (5)$$

где H – ширина сканирующей трассы; V – скорость движения спускаемого аппарата; k – коэффициент перекрытия сканированных полос; n – скорость вращения сканирующего луча в горизонтальной плоскости в об/мин.

Заключение

Таким образом, по результатам работы предложена эффективная математическая модель траектории сканирования внутренней цилиндрической поверхности.

Библиографический список

1. Сидоров, А.С. Электронные устройства полиграфического оборудования: Ч.2. Лазеры в полиграфии: Учебное пособие / Под ред. А.С. Сидорова, М.; Изд-во МГУП, 2001. – 284 с.
2. Математическая энциклопедия. Т. 1 (А - Г). Ред. коллегия: И.М. Виноградов (глав. ред.) [и др.]. – М.: Советская Энциклопедия, 1977. – 1152 с.
3. Медведев, Е.М. Лазерная локация земли и леса / Е.М. Медведев, И.М. Данилин, С.Р. Мельников. Учебное пособие. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.: Геолидар, Геокосмос; Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. – 230 с.
4. Акатьев, В.А. Технология и параметры автономного аппарата для контроля футеровки функционирующей дымовой трубы / В.А. Акатьев [и др.] // Безопасность жизнедеятельности, 2005. – № 3. – С.32-44.

*Работа представлена д.т.н., академиком МАНЭБ, профессором кафедры защиты окружающей среды и промышленной безопасности Акатьевым В.А.
Дата представления работы: 26.11.2012*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.В. Червенчук

*ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет»,
Россия, 644050, г.Омск., пр. Мира, д. 11
cherven-igor@yandex.ru*

Аннотация

Автоматизация предварительной обработки данных для последующего статистического анализа в условиях большого объема исходной информации является насущной необходимостью. Предлагаемый в статье подход, основанный на исчислении выборок в рамках определенной информационной модели, позволяет решить данную проблему.

AUTOMATION PRELIMINARY STATISTICS

I.V. Chervenчук

Abstract

It is a necessity to automate pre-processing of data for statistical analysis in case of large volume of initial information. The approach proposed in this article which is based on the calculus of samples within the given information model alloweds to solve the problem.

Актуальность работы

При проведении многомерного статистического анализа исследователю, как правило, необходимо произвести некоторую работу по предварительной подготовке данных. Данные по разным показателям должны быть сопоставлены, и представлены в виде таблицы, строки которой соответствуют номеру измерения (cases – случаи), а столбцы соответствуют различным показателям (variables – переменным), в таком виде данные можно использовать для статистического анализа посредством известных пакетов статистической обработки Statistica, SPSS, SAS, и др. В условиях большого объема исходной информации, которые, как правило, хранятся в базе данных, задача сопоставления данных является достаточно трудоемкой и кропотливой работой, причем в существующих системах практически не автоматизирована. Предлагаемая модель представления данных и построенный на ней аппарат исчисления выборок позволяет решить данную задачу.

Модель исходных данных

Описание широкого спектра предметных областей медицины, экологии, производственной сферы, широко использующих методы статистической обработки, может быть с успехом реализовано в терминах объектов и показателей [1]. Прежде всего, в данной модели выделяются объекты-носители свойств, описываемых посредством системы показателей.

В большинстве случаев объект описания является сложноструктурированным, состоящих из концептуально однородных элементов, иерархически связанных между собой. Система показателей так же часто структурирована, предполагает некоторую принятую в данной области классификацию. Таким образом, явно можно выделить две иерархии – иерархию объектов и иерархию показателей (свойств), используемых при описании предметной области. Далее рассматриваемую модель будем называть моделью показатель-объект, основное назначение которой – обеспечить удобное хранение структурированных данных для последующего статистического анализа. Применение иерархического подхода при описании данных позволяет в естественной и компактной форме представить данные для хранения и использования [2].

Иерархические структуры показателей (x) и объектов(y) с соответствующими значениями (z) и датами их измерений (d) задают четырехмерное информационно-поисковое пространство (ИП-пространство) $X \times Y \times D \times Z$ обладающее рядом специфических свойств. Концепция ИП-пространства позволяет формализовать процедуры предварительной подготовки данных к статистическому анализу и частично автоматизировать данный процесс, что наиболее ценно при обработке исходных («сырых») данных большого объема и сложной структуры.

Исчисление выборок

Использование предлагаемого аппарата, который назовем аппаратом исчисления выборок, позволяет формализовать задачу сопоставления исходных данных для многомерного статистического анализа и автоматизировать данный процесс. При этом используется временная привязка исходных данных, позволяющая накапливать данные об объектах с учетом их динамики. В нашем случае, **выборкой** будем называть упорядоченное по времени множество значений для всех моментов времени некоторого показателя на некотором объекте. Выборка содержит **данные**. Данным будем называть пару <дата, значение>. Таким образом, **выборка** – это упорядоченное множество (отсортированная по возрастанию дат последовательность) данных. В данном контексте выборка может быть представлена таблицей из двух столбцов (рис. 1).

DATE	VAL
1.01.2006	12.1
1.01.2007	13.2
1.01.2008	11.7
1.01.2009	11.2

Рис. 1. Пример выборки

Для выборок можно ввести операции сложения по объединению \cup и сложения по пересечению \cap (данные с датами встречающимися только

в одной выборке не включаются в результирующую), при сложении данных с эквивалентными датами значения усредняются. На базе этих операций можно построить алгебры $A+$ и $A'+$, которые будут не ассоциативными и в таком виде мало пригодны для практического использования.

Расширенные выборки. Алгебра $A+/-$

Дополним **данное** (т.е. пару <дата, значение>) дополнительным атрибутом (G), определенным на множестве целых чисел и содержащим **число усреднения** данного, такое данное будем называть расширенным данным. Расширенным данными будем называть тройку <дата, значение, число_усреднения>.

Число усреднения показывает, сколько данных участвовало в получении значения как среднего при эквивалентности дат, изначально для всех данных выборки число усреднения равно единице. Таким образом, расширенная выборка – это упорядоченное множество (отсортированная по возрастанию дат последовательность) данных. В данном контексте выборка может быть представлена таблицей из трех столбцов (дата, значение, число_усреднения).

На множестве расширенных выборок V_{\cup} введем операцию сложения ($\overset{\cup}{+}$) – точнее операцию сложения по объединению расширенных выборок. Пусть у нас $v_3 = v_1 \overset{\cup}{+} v_2$. Если для некоторых данных из v_1 и v_2 даты эквивалентны, то:

$$\begin{cases} v_3.g = v_1.g + v_2.g; \\ v_3.val = \frac{v_1.val \cdot v_1.g + v_2.val \cdot v_2.g}{v_1.g + v_2.g} \end{cases} \quad (1)$$

если даты не совпадают, т.е. для некоторого данного с датой d одного операнда не существует данного с эквивалентной датой в другом операнде (или существует NULL-данное), то значения переносятся в результат. Здесь число усреднения показывает, какое число значений участвовало в усреднении. В качестве эквивалентности дат можно использовать равенство или принадлежность к определенному периоду (недели, декаде, месяце и т.д.)

Сумма большого числа выборок будет стремиться к вектору математических ожиданий некоторого показателя по соответствующим датам. Очевидно, что данная операция ассоциативна, коммутативна, однако строго не является идемпотентной. Алгебра, образуемая операцией $\overset{\cup}{+}$ на множестве расширенных выборок V_{\cup} является коммутативной полугруппой.

На расширенных выборках можно задать операцию, противоположную суммированию – разность $\overset{\cup}{-}$ (точнее разность расширенных вы-

борок по объединению). Пусть $v_3 = v_1 - v_2$. Если для некоторых данных из v_1 и v_2 даты эквивалентны, то:

$$\begin{cases} v_3.g = v_1.g - v_2.g; \\ v_3.val = \frac{v_1.val \cdot v_1.g - v_2.val \cdot v_2.g}{v_1.g - v_2.g} \end{cases} \quad (2)$$

если по некоторой дате d_1 данное вида $\langle d_1, z_1, g_1 \rangle$ есть только в одной выборке то будем считать, что в другой выборке присутствует NULL-данное вида $\langle d_1, \frac{0}{0}, 0 \rangle$ и применим (2). Использование неопределенно-

сти подобной $0/0$ в данном случае допустимо, поскольку при последующих вычислениях данная неопределенность снимается, так как и в (1) и в (2) значение данного ($v.val$) всегда умножается на число усреднения.

Таким образом, для расширенных выборок NULL-данные имеют четкую интерпретацию как данные вида $\langle d_1, \frac{0}{0}, 0 \rangle$ (где $\frac{0}{0}$ – NULL-

значение), и результат суммы и разности некоторого данного с NULL-данными равняется этому данному. Операции над расширенными выборками определяются соответствующими операциями над расширенными данными, нулями этих операций являются NULL-данные. Предполагается, что каждая выборка содержит необходимое количество NULL-данных (это количество зависит от данных в других выборках). NULL-выборка (v_0) представлена необходимым количеством NULL-данных, при этом все NULL-выборки эквивалентны и содержательно являются пустыми. Данный подход позволяет выполнять операции сложения и разности, непосредственно используя только формулы (1) и (2) для всех соответствующих данных.

В расширенной выборке выделим фиктивные данные, то есть данные со степенью усреднения $g \leq 0$. Фиктивные данные не участвуют во внешних операциях, а используются только при манипуляциях выборками. NULL-данное является фиктивным. На рис. 2 приводится пример разности расширенных выборок, выделены данные результата не являющиеся фиктивными, NULL-данные не показаны.

Каждой выборке v_1 можно сопоставить противоположный элемент $-v_1 = v_0 - v_1$.

Таким образом, на множестве расширенных выборок V имеем алгебру $A_{+/-}$ с двуместной операцией сложения выборок, одноместной операцией взятия противоположного элемента и нульместной операцией – пустая выборка. Данная алгебра $A_{+/-}$ является абелевой группой.

DATE	VAL	G
1.01.2003	8	1
1.01.2005	12.1	1
1.01.2007	13.2	2
1.01.2008	11.7	1
1.01.2009	11.2	1

DATE	VAL	G
1.01.2003	18	1
1.01.2004	4	2
1.01.2006	7	1
1.01.2007	13.2	1
1.01.2008	11.7	1

DATE	VAL	G
1.01.2003	-10/0	0
1.01.2004	4	-2
1.01.2005	12.1	1
1.01.2006	7	-1
1.01.2007	13.2	1
1.01.2009	11.2	1

Выборка $v1$

Выборка $v2$

Выборка $v3=v1-v2$

Рис. 2. Разность расширенных выборок

Для расширенных выборок можно ввести операции сложения и вычитания по пересечению ($\hat{+}$ и $\hat{-}$) занося в результат только данные по датам, присутствующим в обеих выборках, т. е. (1) и (2) выполняются только для данных, не являющихся NULL-данными. Здесь фиктивные данные также присутствуют, получившиеся в результате вычислений NULL – данные сразу же исключаются.

Построенная по аналогии с алгеброй $A+/-$, алгебра $A'\hat{+}/\hat{-}$ (для операций по пересечению) также образует абелеву группу.

Легко проверить, что дистрибутивные законы между операциями $\hat{+}$ и $\hat{-}$ в общем случае не соблюдаются, т. е. данные операции не образуют кольцо.

Итак, мы имеем две полурешетки – по пересечению и по объединению, однако они не образуют решетку.

Для исходных выборок существует однозначное отображение $h^{-1}: V \rightarrow V_+$, при котором для всех данных (кроме не явно присутствующих фиктивных) в атрибут усреднения заносится 1.

Вычисления над выборками можно производить следующим образом: сначала посредством h^{-1} перейдем от исходных выборок к расширенным выборкам, используя операции над расширенными выборками, произведем вычисления, окончательный результат преобразуем посредством h в обычную выборку.

При выполнении сложных долговременных расчетов промежуточные результаты нужно хранить в расширенном формате, исходные данные и результаты в обычном.

Заключение

Предлагаемая модель представления данных в терминах объектопоказатель с привязкой ко времени и построенный на ней аппарат исчисления выборок позволяет формализовать и автоматизировать задачу предварительной подготовки данных и приведения их к виду, позволяющему непосредственное применение процедур статистической обработки.

Библиографический список

1. Червенчук, И.В. Применение иерархических структур для описания статистических данных / И.В. Червенчук // Динамика систем, механизмов, машин: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – Кн. 1. – С. 426-429.
2. Червенчук, И.В. Оценка эффективности описания показателей с помощью иерархии / И.В. Червенчук // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды X Междунар. науч.– практ. конф. Ч. 2. – СПб.: Изд.-во политехн. ун.-та, 2006. – С. 242-250.

Работа представлена д.т.н., профессором, заслуженным деятелем науки и техники РФ, академиком МАН высшей школы и Международной академии информатизации, зав. кафедрой информатики и вычислительной техники Потаповым В.И.

Дата представления работы: 30.11.2012

К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЛАДКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ В ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ ДИРИХЛЕ ДЛЯ 2-МЕРНОГО И 3-МЕРНОГО СЛУЧАЕВ

Л.В. Смирнова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет»,
Россия, 455037, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 114
smirnova20@bk.ru*

Аннотация

В статье представлены свойства бесконечных подпоследовательностей собственных значений краевой задачи Дирихле, не влияющих на единственность восстановления потенциала. Полученные результаты могут быть использованы при решении обратных задач спектрального анализа, а также в разработке методик их численных решений.

ON MATHEMATICAL MODEL RECOVERY SMOOTH POTENTIAL IN REVERSE DIRICHLET PROBLEM FOR TWO-DIMENSIONAL AND 3-DIMENSIONAL CASE

Abstract

The paper presents the properties of infinite subsequence of eigenvalues of the Dirichlet problem does not affect the uniqueness of the recovery potential. The obtained results can be used in solving inverse problems of spectral analysis, and to develop methods of their numerical solutions.

Постановка задачи

Будем считать, что размерность N пространства R^N не меньше двух.

Пусть Ω – ограниченная область в R^N , с границей S класса C^∞ . Рассмотрим краевую задачу Дирихле с действительной функцией $q \in C^\infty(\overline{\Omega})$ со спектральным параметром λ :

$$\begin{cases} -(\Delta u)(x) + q(x)u(x) = \lambda u(x), x \in \Omega, \\ u(x)|_S = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Решение задачи

Решением задачи (1) является функция из $C^\infty(\overline{\Omega})$, удовлетворяющая (1) всюду на $\overline{\Omega}$. Решение данной задачи будем рассматривать в пространстве $L_2(\Omega)$ со скалярным произведением

$$(f, g) = \int_{\Omega} f(x)\overline{g(x)}dx.$$

Известно [1], что задача (1) имеет не более счетного числа собственных значений, каждое из которых действительно и имеет конечную кратность.

Пусть собственные значения μ_1, μ_2, \dots задачи (1) занумерованы с учетом возрастания и $m_t = m_t(q)$ – кратность собственного значения $\mu_t(q)$. Через u_{jt} , $1 \leq j \leq m_t$, обозначим собственные ортонормированные функции, соответствующие μ_t . Эти наборы функций определяются неоднозначно.

Полагаем

$$E_t(q) = \left\{ \left(\frac{\partial u_{1t}}{\partial v}(q), \frac{\partial u_{2t}}{\partial v}(q), \dots, \frac{\partial u_{m_t t}}{\partial v}(q) \right) \right\},$$

где v – внешняя нормаль к поверхности S . Считаем две системы собственных функций

$$\{u_{1t}, u_{2t}, \dots, u_{m_t t}\}, \quad \{v_{1t}, v_{2t}, \dots, v_{m_t t}\}$$

эквивалентными, если существует ортогональная матрица T , для которой

$$\left(\frac{\partial u_{1t}}{\partial v}, \dots, \frac{\partial u_{m_t t}}{\partial v} \right) \Big|_S = \left(\frac{\partial v_{1t}}{\partial v}, \dots, \frac{\partial v_{m_t t}}{\partial v} \right) \Big|_S \cdot T.$$

Полученные классы эквивалентности обозначим через W_t .

Пусть функция $v \in C^\infty(\overline{\Omega})$, рассматриваемая как элемент из $L_2(\overline{\Omega})$, является решением задачи Дирихле

$$\begin{cases} -(\Delta V)(x) + q(x)V(x) = \lambda V(x), x \in \Omega, \\ V(x)|_S = f, \end{cases}$$

где $f \in C^\infty(\overline{\Omega})$ рассматривается как элемент из $L_2(\Omega)$, а $\lambda \neq \mu_t(q)$, $t = \overline{1, \infty}$.

Введем оператор Неймана $N : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(S)$ с помощью равенства

$$N(\lambda, q)f = \frac{\partial \mathcal{V}}{\partial \nu} \Big|_S.$$

Рассмотрим задачу (1) с потенциалами $q_1, q_2 \in C^\infty(\overline{\Omega})$.

Определим функции рассеяния

$$F(\lambda, \omega, \theta; q_j) = \int_S (N(\lambda, q_j) \varphi_{\lambda, \omega})(x) \overline{\varphi_{\lambda, -\theta}(x)} dS_x,$$

где S_x – элемент площади поверхности, $\varphi_{\lambda, \omega}(x) = \exp(i\sqrt{\lambda}\omega \cdot x)$,

$$\lambda \in C/(-\infty; 0), \omega, \theta \in S^{N-1}, \omega \cdot x = \sum_{k=1}^N \omega_k x_k, j = 1, 2.$$

В работе [2] показано, что

$$\begin{aligned} F(\lambda, \omega, \theta; q_j) &= \\ &= -\frac{\lambda}{2} (\theta - \omega)^2 \int_{\Omega} \exp(-i\sqrt{\lambda}(\theta - \omega)x) dx + \int_{\Omega} \exp(-i\sqrt{\lambda}(\theta - \omega)x) q_j(x) dx - \text{Пусть} \\ &= \int_S (-\Delta + q_j - \lambda)^{-1} (q_j \varphi_{\lambda, \omega})(x) \cdot \overline{\varphi_{\lambda, -\theta}(x)} dS_x. \end{aligned}$$

$\xi \in R^N$, $\xi \neq 0$ – произвольный фиксированный вектор. Выберем $\eta \in R^N$, $|\eta| = 1$, так, чтобы η был ортогонален ξ .

Зададим для достаточно большого натурального параметра n следующие последовательности:

$$\begin{aligned} c_n &= \left(1 - \frac{|\xi|^2}{4n^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \\ \theta_n &= c_n \eta + \frac{\xi}{2n}, \quad \omega_n = c_n \eta - \frac{\xi}{2n}, \\ l_n &= (n + i)^2. \end{aligned}$$

Здесь и везде ниже i – мнимая единица.

В работе [2] доказано, что при таком выборе переменных $l_n, \theta_n, \omega_n, c_n$ выполняется равенство:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} F(l_n, \theta_n, \omega_n; q_j) = -\frac{|\xi|^2}{2} \int_{\Omega} \exp(-ix \cdot \xi) dx + \int_{\Omega} \exp(-ix \cdot \xi) q_j(x) dx \quad (2)$$

Некоторая степень оператора Неймана является интегральным оператором. Ядро оператора Неймана формально задаётся равенством:

$$\ker N(\lambda, q_j)(x, y) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\partial u_t(q_j)}{\partial v}(x) \overline{\frac{\partial u_t(q_j)}{\partial v}(y)} \cdot (\mu_t(q_j) - \lambda)^{-1}, \quad x, y \in S$$

В работе [3] доказано, что разность $\ker N(\lambda, q_1) - \ker N(\lambda, q_2)$ является ядром некоторого оператора в $L_2(S \times S)$. Тогда из определения функции рассеяния следует

$$\begin{aligned} & \|F(\lambda, \theta, \omega; q_1) - F(\lambda, \theta, \omega; q_2)\| \leq \\ & \leq \|N(\lambda, q_1) - N(\lambda, q_2)\| \cdot \|\varphi_{\lambda, \omega}\|_{L_2(S)} \cdot \|\varphi_{\lambda, -\theta}\|_{L_2(S)}. \end{aligned}$$

Показав, что

$$\|\ker N(\lambda, q_1) - \ker N(\lambda, q_2)\| \rightarrow 0 \text{ при } n \rightarrow \infty, \quad (3)$$

мы можем утверждать, используя равенство (2), что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |F(l_n, \theta_n, \omega_n; q_1) - F(l_n, \theta_n, \omega_n; q_2)| = 0$$

и, следовательно, $q_1(x) = q_2(x)$ для любого $x \in \bar{\Omega}$.

Пусть размерность пространства равна 2 или 3. Пусть для достаточно большого натурального T при $t \geq T$ выполнено условие

$$W_t(q_1) = W_t(q_2).$$

Требование (3) выполняется, если справедливо условие:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left\| \sum_{t=T+1}^{\infty} \frac{\frac{\partial u_t(q_1)}{\partial v}(x) \overline{\frac{\partial u_t(q_1)}{\partial v}(y)} (\mu_t(q_2) - \mu_t(q_1))}{(\mu_t(q_1) - l_n)(\mu_t(q_2) - l_n)} \right\|_{L_2(S \times S)} = 0. \quad (4)$$

Академиком В.А. Ильиным и И.А. Шишмарёвым в [4] было показано, что

$$\left\| \frac{\partial u_t}{\partial v}(q_j) \right\|_{L_2(S)} = O\left([\mu_t(q_j)]^{N/4}\right), \quad j = 1, 2.$$

по теореме Хёрмандера [5] имеем:

$$\mu_t \sim C_3 \cdot t^{\frac{2}{N}} \text{ при } t \rightarrow \infty,$$

поэтому мы можем утверждать, что

$$\left\| \frac{\partial u_t}{\partial v}(q_j) \right\|_{L_2(S)} = O\left(t^{1/2}\right), \quad j=1, 2$$

Таким образом, требование (4) справедливо, если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{t_k}{\left| \mu_{t_k}(q_1) - l_n \right| \left| \mu_{t_k}(q_2) - l_n \right|} = 0.$$

Пусть подпоследовательности собственных значений задач (1) удовлетворяют условию

$$\forall k \in N \left(\frac{t_{k+1}}{t_k} \geq \lambda > 1 \right) \quad (5)$$

Такие последовательности называются лакунарными. Кроме того, рассмотрим произвольные строго возрастающие последовательности натуральных чисел, удовлетворяющие условию

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{t_{k+1} - t_k}{\sqrt{t_k}} = +\infty \quad (6)$$

Справедлива теорема.

Теорема 1. Пусть Ω – ограниченная область в R^N , $N=2;3$, с границей S класса C^∞ , $\{\mu_{t_k}(q_j)\}_{k=1}^\infty$, $j=1, 2$, – подпоследовательности собственных чисел задач (1) с потенциалами q_j , обладающие свойствами (5) или (6). Если q_1 и q_2 таковы, что для собственных ортонормированных функций задач Дирихле (1) с соответствующими потенциалами выполняются следующие условия:

1. Существует достаточно большое натуральное T такое, что при $t \geq T$ выполняется равенство

$$W_t(q_1) = W_t(q_2).$$

2. $\mu_t(q_1) = \mu_t(q_2)$ при $t \neq t_k$,

то для любого x из $\bar{\Omega}$ выполняется равенство $q_1(x) = q_2(x)$.

Доказательство. Докажем теорему для последовательностей (6).

Пусть $\{a_k\}_1^\infty$ – возрастающая миноранта последовательности (6). То есть,

$$t_{k+1} > t_k + a_k \sqrt{t_k}, \text{ где } \lim_{k \rightarrow \infty} a_k = +\infty. \quad (7)$$

Пусть l_{n_k} такие, что

$$\operatorname{Re} l_{n_k} = \frac{\mu_{t_{k+1}}(q_1) - \mu_{t_k}(q_1)}{2}.$$

Докажем выполнение требования (4):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{t_k}{|\mu_{t_k}(q_1) - l_n| |\mu_{t_k}(q_2) - l_n|} = 0.$$

Фиксируем n_s . Тогда $\mu_{t_s} < l_{n_s}$, а $\mu_{t_{s+1}} > l_{n_s}$. Рассмотрим $\mu_{t_k} \geq \operatorname{Re} l_{n_s}$.

Пусть $k = s+1$.

$$\begin{aligned} \frac{O(1)t_{s+1}}{|\mu_{t_{s+1}}(q_1) - l_{n_s}| |\mu_{t_{s+1}}(q_2) - l_{n_s}|} &= O\left(\frac{t_{s+1}}{(t_{s+1} - t_s)^2}\right) = \\ &= O\left(\frac{1}{a_s^2}\right) \rightarrow 0 \end{aligned}$$

Рассмотрим теперь

$$\begin{aligned} &\sum_{k=2}^{\infty} \frac{t_{s+k}}{|\mu_{t_{s+k}}(q_1) - l_{n_s}| |\mu_{t_{s+k}}(q_2) - l_{n_s}|} = \\ &= O\left(\sum_{k=2}^{\infty} \frac{t_{s+k}}{|\mu_{t_{s+k}}(q_1) - \mu_{t_{s+1}}(q_1)| |\mu_{t_{s+k}}(q_2) - \mu_{t_{s+1}}(q_2)|}\right). \end{aligned}$$

Разобьём эту сумму на две суммы

$$\sum_{\{k | t_{s+k} < 2t_{s+1}, k \geq 2\}} + \sum_{\{k | t_{s+k} \geq 2t_{s+1}\}}.$$

Рассмотрим вторую сумму.

$$\begin{aligned} &\sum_{\{k | t_{s+k} \geq 2t_{s+1}\}} \frac{t_{s+k}}{\left[C(t_{s+k} - t_{s+1}) + O(\sqrt{t_{s+k}})\right]^2} \leq \\ &\leq \sum_{\{k | t_{s+k} \geq 2t_{s+1}\}} \frac{t_{s+k}}{\left[C \cdot 0,5t_{s+k} + O(\sqrt{t_{s+k}})\right]^2} = O\left(\sum_{\{k | t_{s+k} \geq 2t_{s+1}\}} \frac{1}{t_{s+k}}\right) = o(1) \end{aligned}$$

Здесь использовалось то, что $t_{s+k} - t_{s+1} \geq 0,5t_{s+k}$, и то, что последовательность, удовлетворяющая условию (7) имеет рост не менее $k^{\frac{3}{2}}$, сле-

довательно, последняя сумма не что иное, как остаточный член сходящегося ряда.

Рассмотрим первую сумму. Предварительно оценим разность

$$\begin{aligned} t_{s+k} - t_{s+1} &> a_{s+1}\sqrt{t_{s+1}} + a_{s+2}\sqrt{t_{s+2}} + \dots + a_{s+k-1}\sqrt{t_{s+k-1}} = \\ &= \sum_{v=1}^{k-1} a_{s+v}\sqrt{t_{s+v}} = (k-1)a_{s+1}\sqrt{t_{s+1}}. \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{t_{s+k}}{\left[C(t_{s+k} - t_{s+1}) + O(\sqrt{t_{s+k}}) \right]^2} &\leq \frac{2t_{s+1}}{\left[C(k-1)a_{s+1}\sqrt{t_{s+1}} + O(\sqrt{t_{s+k}}) \right]^2} \leq \\ &\leq \frac{2t_{s+1}}{t_{s+1}} \frac{1}{\left[C(k-1)a_{s+1} + O(1) \right]^2}. \end{aligned}$$

В результате первая сумма оценивается следующим образом:

$$\begin{aligned} \sum_{\{k|t_{s+k} < 2t_{s+1}, k \geq 2\}} \frac{t_{s+k}}{\left[C(t_{s+k} - t_{s+1}) + O(\sqrt{t_{s+k}}) \right]^2} &\leq \sum_{\{k|t_{s+k} < 2t_{s+1}, k \geq 2\}} \frac{1}{\left[C \cdot (k-1)a_{s+1} + O(1) \right]^2} = \\ &= \frac{1}{a_{s+1}^2} \sum_{\{k|t_{s+k} < 2t_{s+1}, k \geq 2\}} \frac{1}{\left[C \cdot (k-1) + O(1) \right]^2} \rightarrow 0, \end{aligned}$$

при $s \rightarrow \infty$.

Пусть $k = s$. Тогда имеем

$$\begin{aligned} \frac{t_s}{\left| \mu_{t_s}(q_1) - l_{n_s} \right| \left| \mu_{t_s}(q_2) - l_{n_s} \right|} &= \frac{2t_s}{\left(C(t_{s+1} - t_s) + O(\sqrt{t_{s+1}}) \right)^2} = \\ &= \frac{2t_s}{\left(C \cdot a_s \sqrt{t_s} + O(\sqrt{t_{s+1}}) \right)^2} = \frac{2}{\left(C \cdot a_s + O\left(\sqrt{\frac{t_{s+1}}{t_s}} \right) \right)^2} \rightarrow 0, \end{aligned}$$

при $s \rightarrow \infty$.

Рассмотрим теперь

$$\sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} + \sum_{\{k|t_k \leq 0,5t_s, k \geq 1\}}.$$

Прежде, чем рассмотреть первую сумму, оценим разность

$$\begin{aligned} t_s - t_k &> a_{s-1}\sqrt{t_{s-1}} + a_{s-2}\sqrt{t_{s-2}} + \dots + a_k\sqrt{t_k} \geq \\ &\geq (s-k)a_k\sqrt{t_k} \geq (s-k)a_k\sqrt{0,5t_s}. \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned}
& \sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} \frac{t_k}{(\mu_{t_s} - \mu_{t_k})^2} \leq \sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} \frac{t_k}{\left[C \cdot (s-k) a_k \sqrt{t_k} + O(\sqrt{t_s}) \right]^2} = \\
& = \sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} \frac{t_s}{\left[C_1 \cdot (s-k) a_k \sqrt{t_s} + O(\sqrt{t_s}) \right]^2} = \sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} \frac{1}{\left[C_1 \cdot (s-k) a_k + O(1) \right]^2} = \\
& = \frac{1}{a_s^2} \cdot \sum_{\{k|0,5t_s < t_k < t_s\}} \frac{1}{\left[(s-k) + O(1) \right]^2} \rightarrow 0,
\end{aligned}$$

при $s \rightarrow \infty$.

Оценим вторую сумму. В этом случае $t_s - t_k \geq 0,5t_s$. Так как ряд $\sum \frac{1}{t_k} < +\infty$ и последовательность t_k монотонно возрастает, имеем:

$$\begin{aligned}
& \sum_{\{k|0 < t_k \leq 0,5t_s\}} \frac{t_k}{(\mu_{t_s} - \mu_{t_k})^2} \leq \\
& \leq \sum_{\{k|0 < t_k \leq 0,5t_s\}} \frac{t_k}{\left[C \cdot (t_s - t_k) + O(\sqrt{t_s}) \right]^2} = \\
& = \sum_{\{k|0 < t_k \leq 0,5t_s\}} \frac{t_s}{\left[C_1 t_s + O(\sqrt{t_s}) \right]^2} = \\
& = O\left(\sum_{\{k|0 < t_k \leq 0,5t_s\}} \frac{1}{t_s} \right) = O\left(\frac{s}{t_s} \right) \rightarrow 0,
\end{aligned}$$

при $s \rightarrow \infty$.

В итоге, выполняется требование

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{t_k}{\left| \mu_{t_k}(q_1) - l_n \right| \left| \mu_{t_k}(q_2) - l_n \right|} = 0.$$

Этим и завершается доказательство теоремы.

Рассмотрим теперь теорему о единственности восстановления потенциала в случае $N=3$.

Аналогичная по формулировке теорема справедлива и в этом случае.

Теорема 2. Пусть Ω – ограниченная область в R^N , $N=2;3$, с границей S класса C^∞ , $\{\mu_{t_k}(q_j)\}_{k=1}^\infty$, $j=1, 2$, – бесконечные подпоследо-

вательности собственных чисел задач (1) с потенциалами q_j , индексы которых удовлетворяют требованиям:

$$t_{k+1} > t_k + a_k t_k^{\frac{5}{6}}, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} a_k = +\infty, \quad \sum a_k^{\frac{1}{3}} < +\infty. \quad (8)$$

Если q_1 и q_2 таковы, что для собственных ортонормированных функций задач Дирихле (1) с соответствующими потенциалами выполняются следующие условия:

1. Существует достаточно большое натуральное T такое, что при $t \geq T$ выполняется равенство

$$W_t(q_1) = W_t(q_2).$$

2. $\mu_t(q_1) = \mu_t(q_2)$ при $t \neq t_k$, то для любого x из $\bar{\Omega}$ выполняется равенство $q_1(x) = q_2(x)$.

Замечание

1. Если t_k – лакунарная по Адамару последовательность, то есть,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{t_{k+1}}{t_k} > 1 \Leftrightarrow \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{t_{k+1} - t_k}{t_k} > 0,$$

то ясно, что условия (6) и (8) для них также выполняются. Таким образом, доказанные теоремы справедливы и для лакунарных последовательностей.

2. В работах [6], [7], [8] представлены подпоследовательности собственных значений, не влияющих на единственность восстановления потенциала, в задачах с краевыми условиями Неймана и Робена. Они также обладают свойством лакулярности.

3. Условию (6) удовлетворяют последовательности $t_k = [a \cdot k^b]$ при $a > 0, b > 2$. Условию (8) удовлетворяют последовательности того же вида, но при $b > 6$. А также обоим условиям удовлетворяет последовательность $t_k = [c \cdot d^k]$, где $c > 0, d > 1$, которая является лакулярной.

Библиографический список

1. Ладыженская, О.А. Метод Фурье для гиперболических уравнений / О.А. Ладыженская. // ДАН СССР, 1950. – Т. 73. – №3.
2. Levinson, N. The inverse Sturm – Lionville problem. – Math. Tidsskr. B, 1949. – P. 25 – 30.
3. Isozaki, H. Some remarks on the multidimensional Borg – Levinson theorem // J. Math. Kyoto Univ. (JMK YAZ). – 1991. – V.31, № 3. – P. 743 – 753.

4. Ильин, В.А. Равномерные в замкнутой области оценки для собственных функций эллиптического оператора и их производных. / В.А. Ильин, И.А. Шишмарёв И.А. // Изв. АН СССР, сер. Матем. – 1960. – Т. 24. – С. 883 – 896.
5. Borg, G. Eine Umkehrung der Sturm – Liouvillschen Eigenwert auf gabe // Acta. Math. – 1946. – Bd. 78, № 1. – S. 1 – 96.
6. Садовничий, В.А., Дубровский В.В., Смирнова Л.В. О единственности решения обратных задач спектрального анализа. / В.А. Садовничий, В.В. Дубровский, Л.В. Смирнова // ДАН, 2000. – Т. 370. – № 3. – С.319-321.
7. Смирнова, Л.В. К вопросу о восстановлении потенциала в обратной задаче Робена. / Л.В. Смирнова. // Известия высших учебных заведений. Математика, 2002. – №7 (482). – С. 8 –13.
8. Смирнова, Л.В. Математическая модель восстановления потенциала по спектру в обратной задаче Борга-Левинсона с краевыми условиями Робена. // Л.В. Смирнова. // Вестник МаГУ. Естественные науки. – Магнитогорск: МаГУ, 2004. – Вып. 5. – С. 173 – 178.

*Работа представлена д-ром техн. наук, профессором
кафедры вычислительной техники и прикладной
математики Логуновой О.С.*

Дата представления: 13.12.12.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДСП ПРИ ПОВЫШЕННОМ СОДЕРЖАНИИ ЧУГУНА В МЕТАЛЛОЗАВАЛКЕ

***И.Д. Новицкий^{*}, С.В. Пехтерев^{*}, В.В. Павлов^{*},
С.Ю. Леонов^{**}, И.В. Павлов^{***}, О.С. Логунова^{***}***

^{}ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»,
Россия, 455002, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Кирова, д. 70*

*^{**}Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Украина, 61000, г. Харьков, ул. Фрунзе, д. 21*

*^{***}ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
logunova66@mail.ru*

Аннотация

Современные металлургические предприятия имеют в своем составе множество агрегатов, потребляющих однотипное сырье для производства готовой продукции. Распределение этого сырья является одной из задач планирования производства. При временном выводе из структуры производства части агрегатов необходима технология для выплавки стали в ДСП, позволяющая потреблять повышенное ко-

личество чугуна. Для новой технологии требуется прогностическая модель, которая научно-обосновано определяет значения технологических параметров работы ДСП.

FORECAST VALUE OF TECHNOLOGY INDICATION OF ELEVATED CHIPBOARD IRON METALL CONTENT IN FILLING

*I.D. Novitskiy, I.A. Pehterev, V.V. Pavlov,
S.U. Loenov, I.V. Pavlov, O.S. Logunova*

Abstract

Modern metallurgical enterprises are composed of many units that consume same type materials for the production of finished products. The distribution of this material is one of the tasks of production planning. When temporarily out of the production structure of the aggregates of the necessary technology for the smelting of steel in electric arc furnaces, which allows to consume increased amounts of iron. For the new technology requires predictive model that identifies science-based values of technological parameters of the electric arc furnace.

Актуальность работы

Одним из основных видов сырья для выплавки стали в электродуговых печах является жидкий передельный чугун. Технология выплавки стали в дуговой электросталеплавильной печи (ДСП), функционирующей в условиях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»), предусматривает использование жидкого чугуна до 40% на плавку. Использование жидкого чугуна существенно изменяет технико-экономические показатели работы ДСП. При этом сокращается продолжительность работы печи под током, цикл плавки, расход электроэнергии и расход графитированных электродов [1].

Оптимальным расходом для обеспечения оптимальных по критерию экономии ресурсов технико-экономических показателей работы ДСП является расход жидкого передельного чугуна в количестве 25 – 28% от объема металлозавалки. Дальнейшее увеличение расхода чугуна приводит к увеличению цикла плавки и одновременно к снижению времени работы под током. Возрастание времени на цикл плавки вызвано необходимостью увеличения продолжительности окислительного периода плавки при окислении дополнительного количества примесей вводимых с чугуном, образования дополнительного количества шлака и необходимостью его удаления из печи. Кроме того, образующееся дополнительное количество CO, от окисления углерода вызывает трудности в работе газоочистки, т.к она рассчитана на удаления газов, образующихся при окислении примесей чугуна, при расходе чугуна не более 40%.

Учитывая, что передельный чугун, вырабатываемый в 8 доменных печах, распределяется между кислородными конвертерами (3 агрегата), ДСП (2 агрегата) и двухванновым сталеплавильным агрегатом (ДСА), является необходимость прогнозирования значений технологических по-

казателей работы ДСП при увеличении доли чугуна в металлозавалке. Замедление хода плавки доменных печей является трудноисполнимой задачей, проводящей к существенным экономическим затратам.

Колебания уровня цен на исходное сырье для электроплавки (лом, коксующийся уголь и соответственно чугун), привели к тому, что цена чугуна на настоящий момент (1 половина 2012 года) ниже цены лома, в связи с этим была поставлена задача, разработать технологию выплавки стали в электродуговых печах ОАО «ММК» с расходом чугуна более 40% на плавку, для снижения себестоимости продукции.

Организация экспериментальных исследований

Для определения максимального расхода чугуна в металлозавалку, было предложено провести серию плавков с различным расходом чугуна и увеличением расхода чугуна по 10 тонн, начиная с 70 тонн на плавку из 210 – 215 т загружаемой металлошихты. С целью компенсации избыточного тепла, поступающего при использовании повышенного расхода жидкого чугуна было предложено использовать известняк (охладитель) и агломерат (окислитель). Основные технологические и качественные показатели работы ДСП 1 и ДСП 2 с повышенным расходом жидкого чугуна приведены в табл. 1 – 3.

Данные, приведенные в табл. 1 – 3, показывают, что при увеличении доли чугуна в шихте ДСП происходит увеличение цикла плавки, несмотря на снижение работы печей под током, снижение расхода электроэнергии и природного газа. Это происходит за счет увеличения теплосодержания шихты при повышенном содержании углерода, на сжигание которого требуется дополнительное количество времени и кислорода. Так, при доле жидкого чугуна в металлошихте более 40 %, продолжительность плавки, по сравнению с плавками текущего производства с долей жидкого чугуна около 25 %, увеличивается в среднем на 4,5 мин, а расход кислорода в среднем на 10 м³/т.

Таблица 1
Технологические показатели работы ДСП при повышенном расходе жидкого чугуна

Расход чугуна, т	Средний цикл плавки, мин	Среднее время дуги под током, мин	Расход лома, т	Доля чугуна, %
ДСП 1				
50	46,6	32,7	162,55	23,3
60 – 70	48,7	31,86	141,7	32,0
80 - 90	50,3	28,5	121,25	42,7
>95	51,8	26,6	110,56	47,24
ДСП 2				
80	51,4	28,1	120,15	40,1
100	52,6	27,2	109,6	47,7

Содержания азота, серы, фосфора, хрома, никеля и меди при повышенном расходе жидкого чугуна

Расход чугуна, т	Содержание химических элементов, %					
	N	S	P	Cr	Ni	Cu
ДСП 1						
50	0,0052	0,038	0,004	0,055	0,089	0,169
60 – 70	0,0050	0,032	0,005	0,049	0,088	0,166
80 - 90	0,0047	0,030	0,005	0,046	0,069	0,131
>95	0,0042	0,024	0,004	0,034	0,065	0,119
ДСП 2						
80	0,0045	0,029	0,0049	0,044	0,067	0,134
100	0,0041	0,024	0,0036	0,036	0,064	0,121

Для компенсации избыточного теплового баланса (баланс можно нарушить, но не превысить, избыточным может быть поступление тепла) плавки при использовании повышенного расхода жидкого чугуна использовались окислитель (агломерат) и охладитель (известняк), расход которых доходил до 5-6 тонн на плавку (в среднем на 4,6 тонн известняка и 2,1 тонны агломерата). Из шихтовки был полностью исключен углеродсодержащий материал (использовался только для вспенивания шлака в процессе плавки).

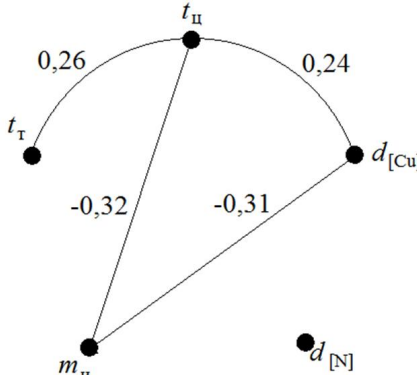


Рис. 1. Граф значащих связей для оценки силы связи между выбранными показателями

В табл. 4 приведены средние расходы материалов и энергоресурсов, полученные при выплавке стали с использованием повышенного расхода жидкого чугуна.

На плавках с повышенным расходом жидкого чугуна отмечено снижение окисленности металла перед сливом из печи на 50 – 100 ppm. Кроме того, увеличение доли жидкого чугуна в шихте приводит к уменьшению содержания азота в металле до 0,001 %, а также

снижение содержания серы и цветных примесей (хрома, никеля и меди) в 1,5 раза.

Результаты построения прогностической модели для значений технологических параметров работы ДСП

В ходе экспериментальных исследований была сформирована база данных, охватывающая значения 35 показателей, характеризующих тех-

нологический процесс выплавки стали в ДСП. Среди них было отобрано пять показателей наиболее важных для описания процесса: $t_{ц}$ – продолжительность цикла плавки, мин; $t_{т}$ – время дуги под током, мин; $d_{[Cu]}$ – содержание меди в стали после выпуска плавки из ДСП, %; $d_{[N]}$ – содержание азота в стали после выпуска плавки из ДСП, %; $m_{ч}$ – масса чугуна в металлозавалке, т. Объем выборки составил 89 наблюдений.

Результаты корреляционного анализа, позволили построить граф значимых связей на 5 % уровне, приведенный на рис. 1. Таким образом, для выбранных показателей следует рассмотреть систему взаимосвязанных уравнений:

$$\begin{cases} t_{ц} = a_{11}m_{ч} + a_{12}t_{т}; \\ d_{[Cu]} = a_{21}m_{ч} + b_{21}t_{ц}, \end{cases} \quad (1)$$

где a_{11} , a_{12} , a_{21} , b_{21} – эмпирические коэффициенты, определенные по исходным данным.

Система (1) была исследована на идентификацию согласно методике, изложенной в [2, 3]. С точки зрения проблемы идентификации система является сверхидентифицированной и ее коэффициенты определяются по двухшаговому методу наименьших квадратов (ДМНК). В результате получаем систему:

$$\begin{cases} t_{ц} = 0,351 \cdot m_{ч} + 0,625 \cdot t_{т}; \\ d_{[Cu]} = -0,0016 \cdot m_{ч} + 0,00554 \cdot t_{ц}. \end{cases} \quad (2)$$

Каждое уравнение системы (2) является надежным по критерию Фишера, все коэффициенты уравнений являются значимыми по критерию Стьюдента на 5 % уровне значимости. Средняя относительная ошибка аппроксимации для каждого уравнения составляет не более 12 %.

Результаты прогнозирования значений технологических параметров работы ДСП при повышенном содержании чугуна в металлозавалке

Результаты прогнозирования цикла плавки и процентного содержания меди в получаемой стали при повышенном содержании передельного чугуна в металлозавалке приведено на рис. 2.

На рис. 2 показаны линии уровня для массы чугуна в металлозавалке от 80 до 115 т с шагом в 2,5 т. При использовании номограммы необходимо следовать траектории, соответствующей равному количеству чугуна в металлозавалке на каждой из частей. Для демонстрации работы по номограмме приведены две траектории при минимальной и максимальной массе чугуна.

Таблица 3

Технологические показатели работы ДСП при использовании повышенного расхода жидкого чугуна, %

Расход чугуна	Расход				Средний коэффициент вспенивания	Температура выпуска, °С	Окисленность, ppm	Содержание FeO в шлаке, %
	Агломерата, т	CaCO ₃ , т	CaO, т	O ₂ , м ³ /т				
ДСП 1								
50	0	0	9,4	41,07	2,51	1626	641	34,4
60 – 70	0	3,6	8,7	43,68	2,8	1630	577	27,4
80 - 90	1,8	4,4	8,5	49,13	2,72	1627	528	30,8
>95	3,0	5,2	8,8	52,9	2,84	1628	541	32,4
ДСП 2								
80	1,1	3,6	10,5	51,73	2,35	1630	541	31,7
100	3,5	5,5	9,3	55,6	2,64	1624	575	33,2

Таблица 4

Расходы материалов при использовании в шихтовке ДСП 80 - 100 тонн жидкого передельного чугуна, %

Наименование	Расход жидкого передельного чугуна, т				Фактические удельные расходы материалов в апреле 2012
	80		100		
	Общий, т	Удельный, кг/т	Общий, т	Удельный, кг/т	
Вес плавки	186,3	–	186,0	–	186,2
Лом	129,8	696,7	111,5	599,5	877,2
Чугун	80,0	429,4	98,0	526,9	249,0
Известь	8,5	45,6	8,9	47,8	58,0*
Известняк	4,3	23,1	5,2	28,0	0
Агломерат	1,5	8,1	2,9	15,6	0
Порошок магнезитовый	–	1,7	–	1,7	1,7
Fom1	–	6,2	–	6,2	6,2
Ожелезненный доломит	–	4,5	–	4,5	4,5
Углерод	0,070	0,38	0,072	0,39	3,17
Эл. энергия	–	182,9	–	172,7	286,5
Кислород на RCB	–	55,1	–	62,3	43,5
Пр. газ на RCB	–	5,0	–	5,9	7,5

* расход извести совместно ДСП и УПК

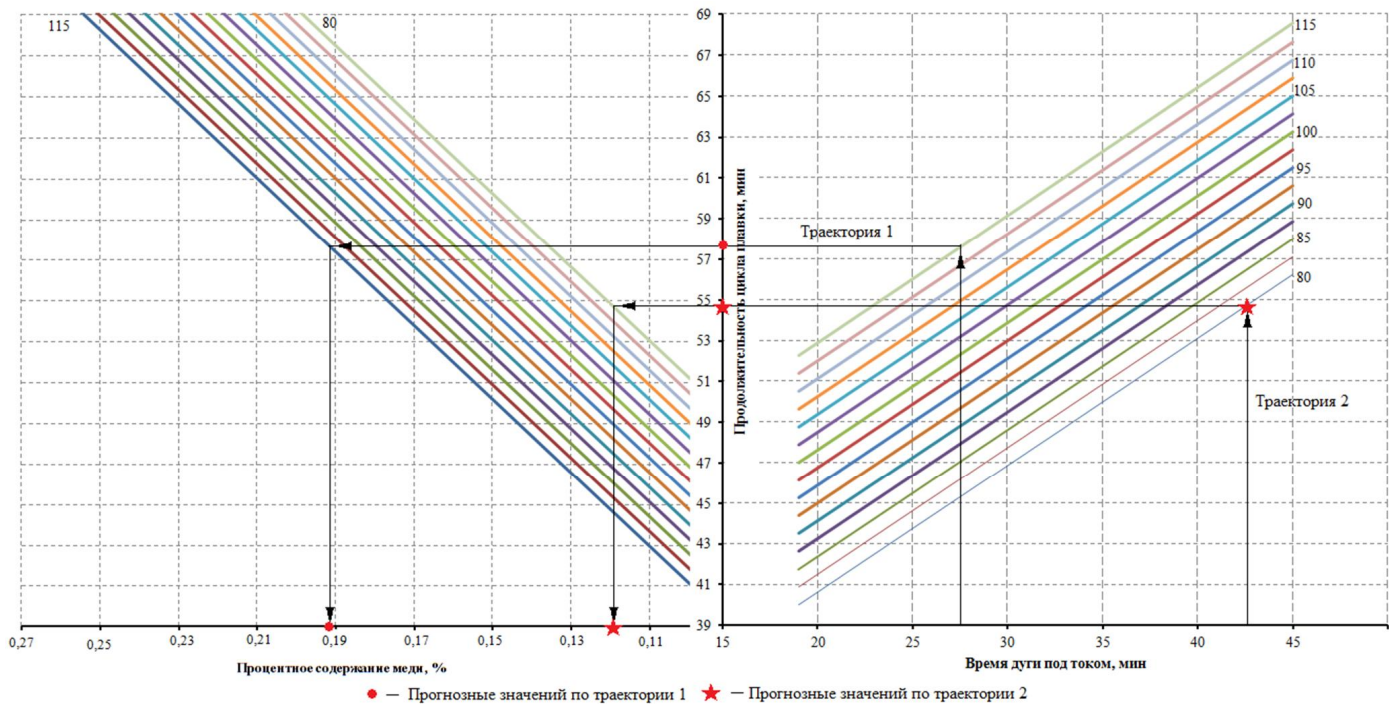


Рис. 2. Номограмма для прогноза продолжительности цикла и содержания меди в стали

Траектория 1 построена при $t_t=27,5$ мин и $m_q=115$ при этом получены прогнозные значения $t_{ц}=57,7$ мин и $d_{[Cu]}=0,195\%$. Траектория 2 построена при $t_t=42,5$ мин и $m_q=80$ при этом получены прогнозные значения $t_{ц}=54,8$ мин и $d_{[Cu]}=0,12\%$. Аналогичным образом может быть построен прогноз для любого допустимого сочетания исходных данных.

Выводы

1. Анализ экспериментальным плавок с повышенным расходом жидкого чугуна в шихте ДСП показал технологическую возможность ведения плавки с доведением его доли в металлошихте до 50 %.
2. Увеличение доли жидкого чугуна в шихтовке ДСП на 10 тонн приводит к увеличению цикла плавки на 1 мин.
3. Для компенсации избыточного тепла в рабочем пространстве печи необходимо дополнительно использовать материалы – охладители: агломерат и известняк с расходом 0,5 тонн и 1,1 тонны соответственно на каждые 10 тонн жидкого чугуна.
4. Увеличение доли жидкого чугуна в шихте, загружаемой в ДСП, приводит к экономии таких энергоносителей как электроэнергия и природный газ, и, одновременно, к дополнительному расходу кислорода в среднем на $10 \text{ м}^3/\text{т}$ стали. Возникает вопрос о ценовом соотношении этих ресурсов на 1 т стали.
5. При использовании до 50 % жидкого чугуна в шихтовке ДСП возможно снижение содержания азота в металле на 0,001 %, а также снижение содержания цветных примесей в 1,5 раза.

Библиографический список

1. Павлов, В.В. Влияние фракционного состава металлолома на показатели работы дуговой сталеплавильной печи. / В.В. Павлов, Ю.А. Ивин, С.В. Пехтерев, О.С. Логунова, И.И. Мацко. // Электрометаллургия, 2011. – № 11. – С. 2–7.
2. Эконометрика: Учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др.; Под ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд., пераб. И доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
3. Павлов, В.В., Анализ процентного содержания остаточных элементов в стали при выплавке в ДСП с использованием трехкомпонентной шихты. / В.В. Павлов, И.В. Павлов, Ю.А. Ивин, С.В. Пехтерев, О.С. Логунова. // Электрометаллургия. – 2012. – № 8. – С. 40 – 46.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Ячиковым И.М.*

Дата представления работы: 10.10.2012

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАБОТЫ МЕДНЫХ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ

Т.П. Ларина, К.Н. Вдовин, И.М. Ячиков

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
jachikov@mail.ru*

Аннотация

Рассмотрена математическая модель и алгоритм гидравлического расчета стенки кристаллизатора со сложным соединением периодически повторяющейся системы каналов. По разработанной математической модели создана компьютерная программа, позволяющая проводить гидравлический расчет плиты кристаллизатора, имеющей произвольное количество каналов различной формы и размеров. Показаны возможности созданного программного продукта при конструировании медных кристаллизаторов, для выбора их геометрических параметров и рациональных режимов гидравлической работы.

THE SIMULATION OF THE HYDRAULIC WORK OF THE COPPER CRYSTALLIZER

T.P. Larina, K.N. Vdovin, I.M. Yachikov

Abstract

Mathematical model and algorithm of the hydraulic design of the wall of crystallizer with the complex connection of the periodically repetitive system of channels is examined. On the developed mathematical model is created the computer program, which makes it possible to conduct the hydraulic design of the plate of crystallizer, having an arbitrary quantity of channels various forms and sizes. Are shown the possibilities of the created program product with the construction of copper crystallizer, for the selection of their geometric parameters and rational modes of hydraulic operation.

Актуальность работы

Современные металлургические технологии по получению черных и цветных металлов и их сплавов в виде слитков широко используют медные кристаллизаторы, которые являются важнейшими элементами машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), процесса электрошлакового переплава (ЭШП), вакуумно-дугового переплава (ВДП), электронно-лучевого переплава (ЭЛП) и ряда других. От работы кристаллизаторов зависит производительность агрегатов и качество получаемых слитков. Конструкция кристаллизатора должна обеспечивать хороший теплоотвод, высокую стойкость и безопасность работы.

Теплопередачу через стенки медного кристаллизатора обеспечивает вода, протекающая по системе каналов. Для каждой стенки кристаллизатора может применяться как схема прямоточного движения воды в каналах, когда вода подается сверху вниз, то есть в направлении движения

непрерывного слитка, так и противоточного движения, когда вода подается снизу вверх, то есть в направлении, противоположном движению фронта кристаллизации. Потери напора, обусловленные большими гидравлическими сопротивлениями в системе охлаждения, равно как и неудачная схема охлаждения, могут привести к снижению давления, то есть к падению температуры на линии насыщения, возникновению нежелательного местного кипения воды и ухудшению тепловой работы кристаллизатора.

Медные кристаллизаторы могут иметь круглые или щелевые каналы различных форм – прямоугольные, трапециевидные и др. [1, 2]. Отсюда актуальными являются задачи теоретического анализа при выборе конструкции стенки кристаллизатора, что в свою очередь требует определения потерь давления в различных стенках кристаллизатора в зависимости от геометрических характеристик и технологических параметров, а также значений давления и скорости в каждом водяном канале.

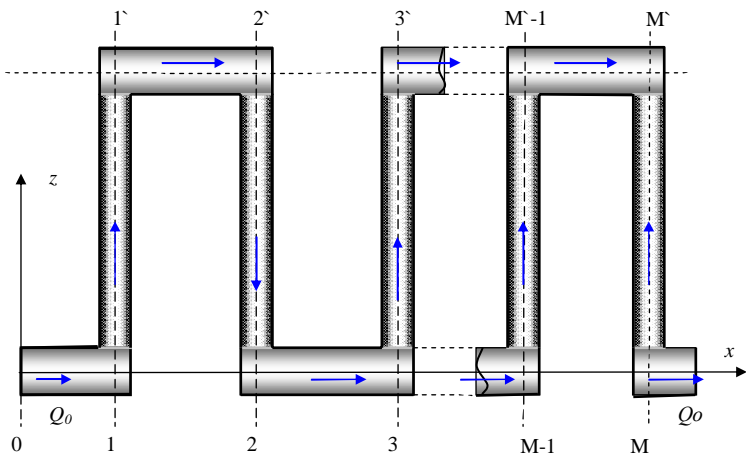
Наиболее распространенными являются медные стенки кристаллизаторов с последовательным и сложным соединениями каналов, как это показано на рис. 1. При последовательном соединении трубопроводов (см. рис. 1, а) гидравлический расчет не вызывает особых трудностей, так как расход жидкости Q_0 во всех трубах будет одинаковым и полная потеря напора в гидравлической системе равна сумме потерь напора во всех последовательно соединенных трубах.

Целью данной работы является создание алгоритма гидравлического расчета стенки кристаллизатора, показанной на рис. 1, б и имеющей произвольное число вертикальных каналов.

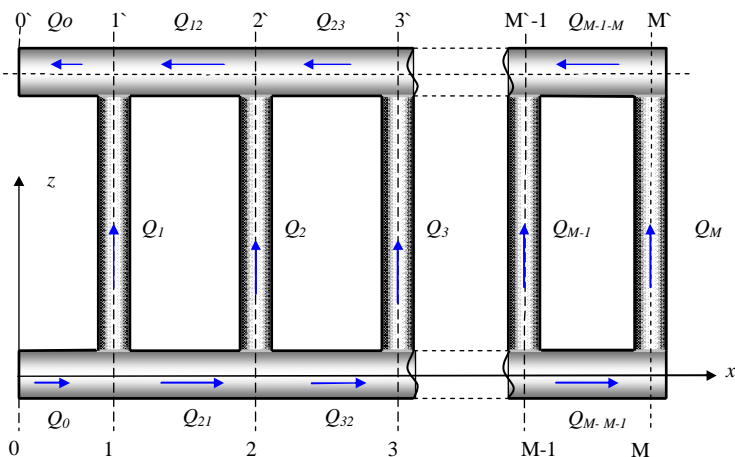
Реализация решения задачи

Считаем, что на вертикальную стенку кристаллизатора снизу (или сверху) подается вода с известным расходом Q_0 или заданным перепадом давления ΔP (см. рис. 1, б). Требуется определить перепад давления ΔP , либо общий расход воды Q_0 , а также расходы и давления воды во всех вертикальных и горизонтальных каналах круглой, прямоугольной или других форм.

Обозначим площади сечения горизонтальных и вертикальных каналов соответственно F и f . Пусть известны длины вертикального l_v и горизонтального l_t каналов, а также их эквивалентные диаметры - d и D соответственно. Для произвольного количества M вертикальных каналов имеем $2M$ особых точек гидравлической системы, где наблюдаются местные сопротивления, эти точки будем обозначать как 1, 1', 2, 2' и т.д. (см. рис. 1, б).



а



б

Рис. 1. Схема гидравлической работы стенки кристаллизатора:
 а - последовательное соединение каналов; б - сложное соединение каналов

Данная гидравлическая система имеет $L = 2M - 2$ узлов, так как самый правый вертикальный канал не образует разветвление потока воды. В данной постановке неизвестными являются расходы воды, проходящей в M вертикальных и в $M-2$ горизонтальных каналах, всего $2M-2$ расхода. Неизвестными являются давления во всех узлах и на выходе из кристаллизатора, всего $L+1$ давление. Общее число неизвестных $X = L+1+2M-2=2L+1$, или в зависимости от числа вертикальных каналов $X=4M-3$.

При разработке математической модели для определения неизвестных расходов жидкости в горизонтальных и вертикальных каналах использовались условия баланса расходов воды и баланса гидравлических напоров.

Для расчета неизвестных расходов жидкости воспользуемся законами Кирхгофа. Для узлов $j=1, 2, \dots, M-1$ записывались уравнения на основе условия баланса расходов.

$$Q_{j,j-1} - Q_j - Q_{j+1,j} = 0.$$

Введем обозначение $U_j = Q_{j+1,j}$ (причем $U_0 = Q_{10} = Q_0$; $U_{M-1} = Q_M$), получим систему из $M-1$ уравнений

$$U_{j-1} - Q_j - U_j = 0 \quad (1)$$

где $j=1, 2, \dots, M-1$.

Составим дополнительные уравнения на основе условия баланса напоров для $M-1$ контуров. Обход будем производить по направлению против хода часовой стрелки. Для произвольного контура $(i)-(i+1)-(i+1)'-(i)'$ имеем (см. рис. 1)

$$h_{\Pi}(Q_i) + 2h_g(U_i) + h_{\delta}(Q_{i+1}, U_i) + h_V(Q_{i+1}) + h'_6(Q_{i+1}, U_i) + h'_{\Pi}(Q_i, U_{i-1}) - h'_6(Q_i, U_{i-1}) - h_V(Q_i) - h_6(Q_i, U_{i-1}) = 0, \quad (2)$$

где $i=1, 2, \dots, M-1$; $h_V(Q_i) = \phi \cdot l_B + Q_i^2 \left[\frac{8\lambda(Q_i)l_B}{g\pi^2 d^5} \right]$ - потери напора, связанные со способом подачи воды и длиной вертикальных каналов ($\phi=1$ при подаче воды снизу и $\phi=-1$ при подаче сверху стенки);

$$h_g(U_i) = Q_{ij}^2 \left[\frac{8\lambda(U_i)l_{\Gamma}}{g\pi^2 D^5} \right] - \text{потери напора по длине в } i \text{ горизонтальном канале; } h_{\Pi}, h'_{\Pi}, h_{\delta}, h'_6 - \text{местные потери напора проходных и боковых потоков при их делении и соединении под углом } 90^\circ \text{ (определялись по формулам В.П. Зубова [3]);}$$

$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta \varepsilon}{d_{\varepsilon}} + \frac{68}{Re} \right)$ - коэффициент гидравлического трения (формула А.Д. Альтшуля), $\Delta \varepsilon$ - эквивалентная шероховатость, d_{ε} - эквивалентный диаметр канала, Re - число Рейнольдса.

Из уравнения (1) выразим $Q_i = U_{i-1} - U_i$ и подставим его в (2), получим

$$\begin{aligned}
& h_{\Pi}(U_{i-1} - U_i) + 2h_g(U_i) + h_{\delta}(U_i - U_{i+1}, U_i) + h_V(U_i - U_{i+1}) + \\
& + h'_{\delta}(U_i - U_{i+1}, U_i) + h'_{\Pi}(U_{i-1} - U_i, U_{i-1}) - h'_{\delta}(U_{i-1} - U_i, U_{i-1}) - \\
& - h_V(U_{i-1} - U_i) - h_{\delta}(U_{i-1} - U_i, U_{i-1}) = 0.
\end{aligned} \quad (3)$$

При известном расходе воды через стенку Q_0 данную систему $M-1$ нелинейных уравнений можно решить, дополнив ее уравнениями

$$\begin{aligned}
U_0 &= Q_0, \\
U_M &= 0.
\end{aligned} \quad (4)$$

В случае, если известен (или задан) перепад давления воды ΔP , данную систему (3) можно решить, включив в нее следующие условия

$$\begin{aligned}
\frac{\Delta P}{\gamma} - 2h_g(U_0) - h_{1\delta}(U_0 - U_1, U_0) - h_1(U_0 - U_1) - \\
-h'_{1\delta}(U_0 - U_1, U_0) = 0,
\end{aligned} \quad (5)$$

$$U_M = 0,$$

где $\gamma = \rho \cdot g$; ρ - плотность жидкости.

Полученная система нелинейных уравнений (2) - (5) решалась численным методом сопряженных градиентов (*Conjugate Gradient*). Начальные расходы воды в горизонтальных и вертикальных каналах задавались соответственно как

$$\begin{aligned}
U_i^0 &= Q_0 \left(1 - \frac{i}{M} \right), \\
Q^0_j &= U^0_{j-1} - U^0_j,
\end{aligned} \quad (6)$$

а средние ее скорости через вертикальные каналы - $V^0_j = \frac{Q^0_j}{f}$.

Перепады давления воды в отдельных точках гидравлической системы относительно входного давления будем искать в виде массивов P_i и P'_i (обозначения согласно рис. 1):

$$\begin{aligned}
P_0 &= 0, \\
P'_0 &= P'_1 + \gamma(h_{\Gamma}(Q_0)), \quad P_1 = P_0 + \gamma(h_{\Gamma}(Q_0)), \\
P_k &= P_{k-1} + \gamma(h_{\Pi}(Q_{k-1}) + h_{\Gamma}(U_{k-1})),
\end{aligned} \quad (7)$$

$$P'_k = P_k + \gamma(h_{\delta}(Q_k, U_{k-1}) + h_V(Q_k) + h'_{\delta}(Q_k, U_{k-1})),$$

где $k=2, 3, \dots, M$. Потери напора в k -канале определяется как

$$\Delta P_k = \left| P_k - P'_k \right|.$$

Такой подход и итерационный алгоритм расчета позволяют без особых принципиальных изменений проводить гидравлический расчет при нижней и верхней подачах воды, задавая в зависимости от исходных условий расход воды или перепад давления на рассматриваемой стенке кристаллизатора.

При сравнении гидравлической работы различных вариантов стенки кристаллизатора важными являются такие характеристики как средний и максимальный разброс скоростей (в вертикальных каналах кристаллизатора):

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^M |V_i - \bar{V}|}{M \cdot \bar{V}}, \quad \delta_{max} = \frac{\max(V_i - \bar{V})}{\bar{V}},$$

где $\bar{V} = \sum_{i=1}^M V_i / M$ - средняя скорость в каналах.

По разработанной математической модели создана компьютерная программа «Кристаллизатор-гидравлика». Она позволяет проводить гидравлический расчет плиты кристаллизатора, имеющей произвольное количество каналов различной формы и размеров. При этом пользователь может легко вводить и редактировать исходные данные, которые представляются в виде наглядных рисунков, схем и чертежей. Результаты компьютерного моделирования можно получать в виде таблиц, графиков и диаграмм.

Таблица 1

Исходные данные для гидравлического расчета кристаллизатора с тремя вертикальными каналами

Параметр	Обозначение	Един. измерения	Значение
Диаметр вертикальных каналов	d	мм	20
Диаметр горизонтальных каналов	D	мм	35
Высота вертикальных каналов	l_g	мм	1080
Расстояние между вертикальными каналами	l_z	мм	35
Кинематическая вязкость воды	ν	м ² /с	0,805 10 ⁻⁶
Эквивалентная шероховатость медных каналов	Δ_s	мм	0,01

С использованием созданной компьютерной программы проведено моделирование гидравлической работы системы охлаждения медной стенки кристаллизатора ЭШП, имеющей три вертикальных цилиндрических канала. Основные исходные данные для моделирования сведены в

табл. 1. При расходе воды равном $Q_0=17$ м³/час, скорости воды в вертикальных каналах составили $V_1=5,03$ м/с; $V_2=4,95$ м/с; $V_3=5,05$ м/с ($\delta=0,8\%$, $\delta_{max}=1,2\%$). На рис. 2 показаны перепады давления в узлах относительно входного давления при подаче воды снизу и сверху.

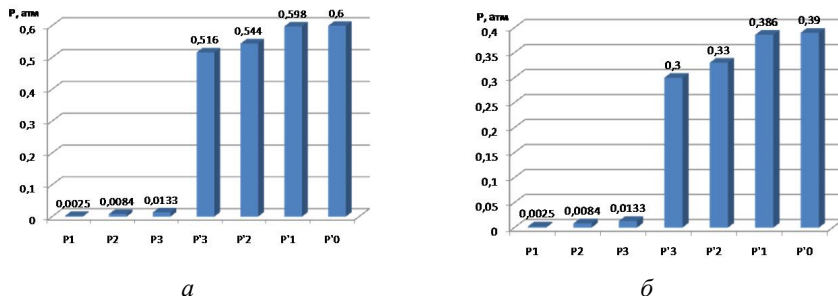


Рис. 2. Перепады давления в узлах относительно входного давления при подаче воды в стенку кристаллизатора с расходом $Q_0=17$ м³/час: а - снизу; б – сверху

Рассмотренный алгоритм расчета позволяет получать зависимости перепада давления в стенке кристаллизатора и его узлах от расхода воды (рис. 3). Кроме этого, можно анализировать перепад давления от изменения различных геометрических характеристик, например от диаметров вертикальных и горизонтальных каналов (рис. 4). Из этого рисунка видно, что с увеличением диаметра каналов, начиная с некоторого значения, перепад давления перестает существенно меняться. Это означает, что гидравлические сопротивления, которые зависят от изменяемых элементов, становятся относительно небольшими.

Для проверки адекватности созданной модели проведено расчетное исследование гидравлической работы узких стенок кристаллизатора МНЛЗ фирмы «Уралмаш-МО». С помощью программы «GIDRAVLIKA» сотрудниками этой фирмы проведено моделирование для медной стенки с цилиндрическими и фрезерованными прямоугольными каналами при подаче воды напрямую снизу [4]. Основные исходные данные для моделирования даны в табл. 2.

На рис. 5 приведены полученные результаты моделирования потерь напора (а) и скоростей (б) течения воды по каналам. При этом, для цилиндрических каналов $\delta=1,4\%$, $\delta_{max}=2,8\%$, а для прямоугольных - $\delta=1,67\%$, $\delta_{max}=3,9\%$.

Анализ результатов расчета показал, что разница между полученными результатами и данными работы [4] не превышала 12%. С учетом того, что из работы [4] не все исходные параметры моделирования удалось установить достоверно, полученный результат можно считать вполне удовлетворительным.

Заключение

Таким образом, разработан алгоритм гидравлического расчета стенки кристаллизатора, имеющей произвольное число вертикальных каналов. Созданная компьютерная программа может быть полезна при конструировании новых медных кристаллизаторов, для выбора наиболее рациональных режимов их тепловой и гидродинамической работы, а также при реконструкции уже существующих кристаллизаторов с целью перехода от конструкции стенок со сверленными к щелевым охлаждающим каналам.

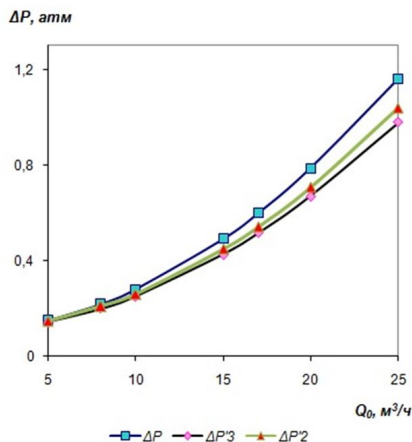


Рис. 3. Зависимости перепадов давления для стенки кристаллизатора в узлах P'_0 , P'_2 , P'_3 от расхода воды при ее подаче снизу

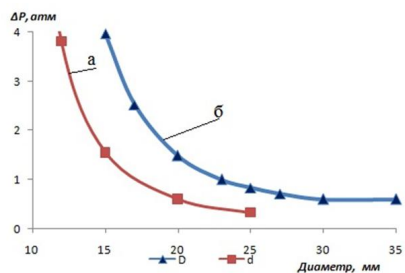


Рис. 4. Зависимость перепада давления на кристаллизаторе от диаметра: а - вертикальных каналов; б - горизонтальных каналов

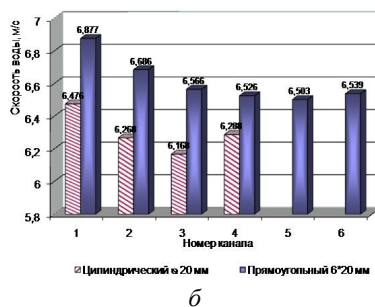
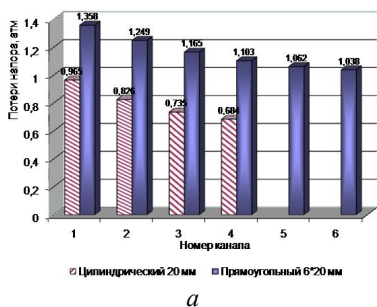


Рис. 5. Распределение потерь напора (а) и скоростей (б) течения воды по каналам в стенках кристаллизаторов, имеющих цилиндрические или прямоугольные каналы

Таблица 2

Исходные данные для гидравлического расчета узкой стенки кристаллизатора
МНЛЗ с каналами разной формы

Параметр	Обозначение	Единица изм.	Значение
<i>Круглые каналы</i>			
Диаметр вертикальных каналов	d	мм	20
Диаметр горизонтальных каналов	D	мм	35
Расстояние между вертикальными каналами	l_2	мм	40
Число каналов	M	~	4
Расход воды	Q_0	м ³ /час	28,5
<i>Фрезерованные прямоугольные каналы</i>			
Размеры вертикальных каналов	$a*b$	мм	6×20
Размеры горизонтальных каналов	$A*B$	мм	20×20
Расстояние между вертикальными каналами	l_2	мм	18
Число каналов	M	~	6
Расход воды	Q_0	м ³ /час	9,5
<i>Общие параметры</i>			
Эквивалентная шероховатость медных каналов	Δ_3	мм	0,01
Высота вертикальных каналов	l_6	мм	1000

Библиографический список

1. Ячиков, И.М. Сравнение тепловой работы кристаллизаторов МНЛЗ с охлаждающими каналами различной формы. / И.М. Ячиков, Т.П. Ларина, К.Н. Вдовин. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2007. – № 11. – С. 55 – 60.
2. Суханова, М.Н. Моделирование теплового состояния стенки кристаллизатора с щелевыми каналами охлаждения. / М.Н. Суханова, Т.П. Ларина, И.М. Ячиков.// Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: Междунар. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – Ч. 1. – С. 175–180.
3. Курганов, А. М. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации./ А.М. Курганов, Н.Ф. Федоров. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1973. – 408 с.
4. Машины непрерывного литья заготовок. Теория и расчет / Под общей ред. Г.А. Шалаева. – Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы, 2003. – 320 с.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 11.12.2012*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНО ГОРЯЩИХ ДУГ ПРИ ИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

*И.М. Ячиков**, *Е.М. Костылева**, *С.Ю. Леонов***

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
jachikov@mail.ru*

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
Украина, 61000, г. Харьков, ул. Фрунзе, д.21*

Аннотация

Рассмотрен алгоритм расчета формы двух дуг, горящих между токопроводящей поверхностью и двумя соосными электродами, по которым протекают разные по значению постоянные токи. Приведены результаты моделирования для аргоновых дуг, токи в которых находятся в диапазоне от 1 до 10 кА.

SHAPE MODELLING TWO PARALLEL GRIEF ARCS AT THEIR ELECTROMAGNETIC INTERACTION

I.M. Yachikov, E.M. Kostyleva, S.U. Leonov

Abstract

Consider the algorithm of calculation of the form of two arcs, burning between conductive surface and two co-axial electrodes, which flows different according to the value of the constant currents. Presents the results of simulations for the argon arc currents which are in the range from 1 up to 10 ka.

Актуальность работы

В настоящее время электрические дуги используются в качестве источника тепла в печах, предназначенных для выплавки стали и сплавов. Электрические дуги очень подвижны и легко деформируются под действием магнитных полей. При конструировании и эксплуатации дуговых печей важным является знание формы осей столбов дуг.

Цель работы

Разработка и проверка работы алгоритма, реализующего математическую модель, описывающую форму двух дуг, горящих между токопроводящей поверхностью и двумя соосными электродами, по которым протекают разные по значению постоянные токи.

Реализация решения задачи

Рассмотрим две дуги постоянного тока, горящие на расплав, через которые протекают токи i_1 и i_2 . Пусть оси электродов находятся на расстоянии $2a$. Введем декартову систему координат как показано на рис. 1.

Ее начало расположено по вертикали на расстоянии l от токопроводящей поверхности, а по горизонтали – между осей электродов.

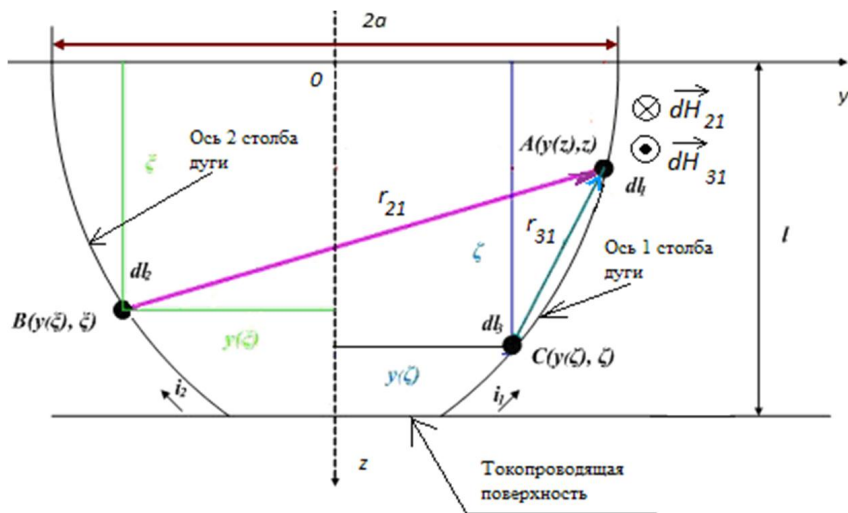


Рис. 1. Схема взаимодействия двух дуг постоянного тока

Электромагнитное взаимодействие дуг основывается на математической модели, предложенной в работе [1]. Рассматривается взаимодействие двух дуг, по которым протекают разные постоянные токи. Для каждой из дуг записывается уравнение равновесия элемента столба дуги. Уравнение равновесия для оси столба «первой» дуги имеет вид $dF_{11} - dF_{1ц} = 0$, где dF_{11} полная электромагнитная сила, действующая на элемент дуги, $dF_{1ц}$ – центробежная сила. Полная электромагнитная сила вычисляется следующим образом $dF_{11} = Q_1(z) + V_1(z)$, где

$$Q_1(z) = i_2 \int_0^l \frac{\left(\frac{dy_2(\xi)}{d\xi} (\xi - z) - (y_2(\xi) - y_1(z)) \right)}{\left((|y_2(\xi) + y_1(z)|)^2 + (\xi - z)^2 \right)^{3/2}} d\xi ;$$

$$V_1(z) = i_1 \int_0^l \frac{\left(\frac{dy_1(\zeta)}{d\zeta} (\zeta - z) - (y_1(\zeta) - y_1(z)) \right)}{\left((|y_1(z) - y_1(\zeta) + y_0|)^2 + (\zeta - z)^2 \right)^{3/2}} d\zeta ,$$

где y_0 – среднее геометрическое расстояние площади сечения дуги в ее цилиндрической части от самой себя.

Центробежная сила равна $dF_{iu} = \left(\frac{\mu_0 i_1^2 \beta(z)}{4\pi (1 + (dy_1/dz)^2)^{3/2}} \left| \frac{d^2 y_1}{dz^2} \right| \right) dl_1$, где

$\beta(z)$ - функция определяющая параметры дуги.

Дополним дифференциальное уравнение начальными условиями

$$y_1|_{z=0} = a, \quad \left. \frac{dy_1}{dz} \right|_{z=0} = \alpha.$$

Аналогично для точки расположенной на противоположной дуге получаем $dF_{21} - dF_{2u} = 0$. Дополним это дифференциальное уравнение

начальными условиями $y_2|_{z=0} = -a$, $\left. \frac{dy_2}{dz} \right|_{z=0} = \alpha$, получаем сле-

дующую систему уравнений: $\begin{cases} dF_{11} - dF_{1u} = 0 \\ dF_{21} - dF_{2u} = 0 \end{cases}$, с граничными условиями

$$y_1|_{z=0} = a, \quad \left. \frac{dy_1}{dz} \right|_{z=0} = \alpha, \quad y_2|_{z=0} = -a, \quad \left. \frac{dy_2}{dz} \right|_{z=0} = \alpha.$$

Для получения приближенного решения предполагаем, что искомые функции формы осей столбов дуг имеют вид [2, 3] $y_i(z) = a_{0i}z + a_{1i}z + a_{2i}z^2 + a_{3i}z^3 + \dots$, где $i=1, 2$ - номер дуги. Из граничных условий [1] известны коэффициенты $a_{11} = a_{12} = 0$ и $a_{01} = a_{02} = 0,5a$, где a - расстояние между осями столбов дуг. Подлежащие нахождению коэффициенты искомого многочлена a_{2i}, a_{3i}, \dots , находились как минимум функции нескольких переменных [2]. Так как система уравнений не является совместной, минимизирована невязка следующего вида

$\varphi_1 = \int_0^l (\Phi_1^2 + \Phi_2^2) dz = \min$, где l длина дуги, $\Phi_i = di_{i1} - dF_{iu}$, dF_{i1} - полная

электромагнитная сила, dF_{iu} - центробежная сила.

Поиск минимума реализован при помощи метода *Левенберга-Марквардта*. Для того чтобы алгоритм не находил локальные минимумы, величины начальных значений коэффициентов a_{ji} при степенях задавались равными $1/l^w$, где w - степень при соответствующем коэффициенте z^w аппроксимирующего полинома.

По предложенному алгоритму составлена программа в среде разработки и моделирования *MatLab*, позволяющая находить коэффициенты a_{ji} , определяющих форму осей столбов дуг. В программе реализована

возможность задавать токи дуг, физические свойства газов, длину дуг, расстояние между дугами и температуру окружающей среды.

Проведено моделирование при котором неизвестные функции формы осей столбов дуг описывались параболой $y_i(z) = a + a_{2i}z^2$. В таблице 1 приведены полученные коэффициенты a_{2i} , умноженные на 10^3 при разных токах аргоновых дуг. Из нее видно, что она обладает симметрией относительно главной диагонали.

По результатам приведенным в табл. 1 на рис. 2 показаны графики формы оси дуги при разных протекающих через нее токах, для разных токов второй дуги.

Таблица 1

Коэффициенты при второй степени уравнений a_{21} и a_{22} определяющие положение оси столбов параллельно горящих аргоновых дуг в зависимости от токов дуг. Расстояние между дугами 40 см, длина дуг 40см

Токи дуг, кА. i_1/i_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-3.69 3.69	-6.69 2.07	-7.20 1.35	-6.79 1.10	-6.23 -0.88	-5.64 0.748	-5.64 0.646	-4.45 0.568	-3.87 0.50	-3.87 0.45
2	-2.07 6.69	-4.13 4.13	-5.78 2.79	-6.83 2.31	-7.07 1.92	-6.99 1.64	-6.77 1.43	-6.49 1.27	-6.18 1.13	-5.85 1.02
3	-1.41 7.18	-2.88 5.96	-4.31 4.31	-5.60 3.51	-6.45 2.96	-6.54 -2.50	-6.72 2.21	-6.74 1.99	-6.7 1.79	-6.53 1.61
4	-1.09 6.77	-2.31 6.83	-3.40 5.41	-4.63 4.63	-5.62 3.94	-6.30 3.43	-6.68 3.04	-6.86 2.72	-6.91 2.46	-6.87 2.23
5	-0.88 6.23	-1.91 7.06	-2.92 6.41	-3.93 5.62	-4.88 4.88	-5.67 4.30	-6.23 3.83	-6.58 3.45	-6.77 3.12	-6.87 2.85
6	-0.74 5.64	-1.62 6.99	-2.51 6.74	-3.41 6.30	-4.29 5.67	-5.09 5.09	-5.73 4.53	-6.20 4.15	-6.15 3.78	-6.70 3.46
7	-0.64 5.06	1.41 6.78	2.23 7.11	3.02 6.69	3.82 6.23	4.58 5.73	-5.25 5.22	5.78 4.8	6.17 4.40	6.45 4.05
8	-0.56 4.45	-1.25 6.51	-1.97 7.00	-2.70 6.89	-3.43 6.59	-4.14 6.20	-4.8 5.78	-5.36 5.36	-5.81 4.96	-6.14 4.96
9	-0.50 3.87	-1.12 6.21	-1.77 6.82	-2.43 6.95	3.10 6.80	-3.76 6.53	-4.39 6.18	-4.96 -5.8	-5.43 5.43	-5.82 5.08
10	-0.45 3.3	-1.01 5	-1.16 6.77	-2.21 6.93	-2.83 6.89	-3.44 6.72	-4.04 6.46	-4.59 6.15	-5.07 5.82	-5.48 5.48

Заключение

Таким образом, предложен алгоритм расчета, реализующий математическую модель, описывающую форму двух дуг, горящих между токопроводящей поверхностью и двумя соосными электродами, по которым протекают разные по значению постоянные токи. Получены коэффициенты полинома второй степени для уравнения положения оси электрических дуг.

Созданное программное обеспечение может быть использовано в системах автоматического проектирования и автоматического регулирования тепловой работы многоэлектродных дуговых и плазменных печей постоянного тока.

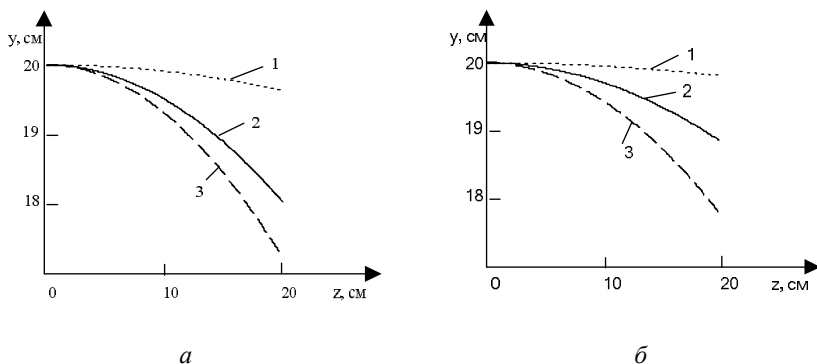


Рис. 2. Положение оси дуги для токов 1-1 кА, 2-5 кА, 3-10 кА при ее электромагнитном взаимодействии с дугой:
а - 5 кА; б - 10 кА ($a=20$ мм; $l=40$ мм)

Библиографический список

1. Бортничук, Н.И. Плазменно-дуговые плавильные печи // Н.И. Бортничук, М.М. Крутянский. – М. : Энергоиздат, 1981. – 120 с.
2. Ячиков И.М. Положение электрических дуг при их электромагнитном взаимодействии в многоэлектродных дуговых печах/ И.М. Ячиков, Е.М. Костылева // Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. конф. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 36–38.
3. Ячиков И.М. Приближенный алгоритм нахождения положения электрических дуг при их электромагнитном взаимодействии в многоэлектродных дуговых печах/ И.М. Ячиков, Е.М.Костылева. // Теория и практика тепловых процессов в металлургии: сборник докладов международной научно-практической конференции. – Екатеринбург : УрФУ, 2012. – С. 423–426.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 11.12.2012*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЕМКОСТИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПЕЧИ

И.М. Ячиков, Р.Ю. Залютдинов

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
rust.89@live.ru

Аннотация

Разработана математическая модель распределения температурного поля в промежуточной емкости электронно-лучевой печи. Модель учитывает мощность электронного луча, функции его параметрической развертки, параметры водяного охлаждения, фазовые превращения обрабатываемого материала и конвективное течение расплава от места его подачи до слива в кристаллизатор. Разработано программное обеспечение, позволяющее получать количественные характеристики, а также визуализировать распределение теплового потока по поверхности развертки и нестационарное температурное поле в объеме промежуточной емкости. Показаны примеры моделирования распределения температурного поля, положение границы твердой и жидкой фазы в промежуточной емкости при различной мощности электронного луча.

MODELING OF TEMPERATURE FIELD IN THE BUFFER TANK OF ELECTRONIC-BEAM FURNACE.

I.M. Yachikov, R.Yu. Zaluyautdinov

Abstract

The mathematical model of distribution of temperature field by buffer tank of electronic beam furnace is worked out. The model takes into account the power of the electronic ray, parameter development functions, the water cooling parameter, phase transformation of the treated material and convective course of fusion from the place of its presenting to the discharge into the crystallizer. Programmed maintenance that lets to get quantity characteristics and visualize the distribution of thermal stream on the surface of development and non-stationary temperature field in the buffer tank's volume is developed. The examples of modeling of the temperature field distribution, the position of the firm and liquid phase in the buffer tank using different power of the electronic ray are shown.

Описание предметной области

Одним из способов получения высококачественных титановых слитков является электронно-лучевой переплав (ЭЛП) с использованием промежуточной емкости (ПЕ). Эта технология позволяет создавать благоприятные условия для рафинирования и усреднения химического состава, а также исключает взаимосвязь между плавлением и кристаллизацией жидкого металла.

При ЭЛП шихта расплавляется одной из электронно-лучевых пушек и в виде перегретых капель попадает в промежуточную емкость (рис. 1, а), в которой жидкий расплав по металлическому гарнизажу стекает в кристаллизатор, где формируется готовый слиток. Поверхность ПЕ обогревается электронным лучом для компенсации тепловых потерь, эффективного воздействия на процессы дегазации, удаления вредных металлических примесей и неметаллических включений из расплава.

Основные проблемы

В работе [1] установлено, что наиболее рациональным способом воздействия на распределение теплового потока по поверхности ванны промежуточной емкости является программное управление разверткой электронного луча. Для хорошего заполнения раstra и усреднения импульсного воздействия теплового потока на обрабатываемый материал необходимо, чтобы периоды горизонтальной и вертикальной разверток электронного пучка существенно отличались, при этом максимальная частота развертки по поверхности должна быть не менее 100 Гц.

Это дает возможность управлять температурным полем, однако возникает проблема, связанная со знанием закономерностей теплового состояния ПЕ при заданном воздействии электронного луча.

Цель работы

Целью работы является моделирование теплового состояния обрабатываемого материала в промежуточной емкости ЭЛП с учетом фазовых переходов при заданной параметрической развертке электронного луча.

Результаты реализации решения задачи

Как показано в работе [1] распределение теплового потока по радиусу пятна близко к закону Гаусса, мощность луча зависит только от ускоряющего напряжения $P = k_e U^{5/2}$ кВт (k_e – полная проводимость электронного пучка), а средний локальный тепловой поток при заданной параметрической форме развертки луча $x = x(\tau)$, $y = y(\tau)$ (причем периоды разверток $T_x \ll T_y$ или $T_x \gg T_y$) можно определить как

$$q(x, y) = \bar{q}_n \cdot \frac{d_\phi^2}{V_x(x) \cdot V_y(y) \cdot T_x \cdot T_y},$$

где $\bar{q}_n = \eta \cdot U \cdot \bar{J}$ – средний тепловой поток в фокальном пятне диаметра d_ϕ ; \bar{J} – средняя плотность тока в фокальном пятне; $V_x(x) = dx/d\tau$, $V_y(y) = dy/d\tau$ и $1/T_x$, $1/T_y$ – скорости движения электронного луча и частоты разверток в направлениях X и Y соответственно.

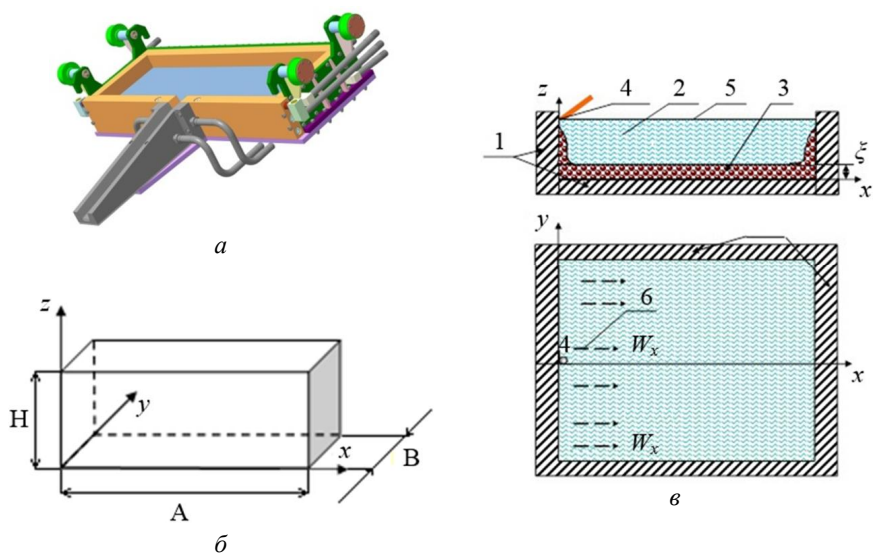


Рис. 1. Промежуточная емкость: а - конструкция ПЕ; б - основные размеры и выбранная система координат; в - характер течения расплава:
 1 – водоохлаждаемые медные стенки; 2 – расплав; 3 – зарнисаж,
 4 – начальное положение электронного луча; 5 – поверхность расплава;
 б – направление течения расплава в ПЕ

На рис. 2 показан пример характера распределения теплового потока по поверхности ПЕ при линейно-синусоидальной развертке электронного луча $x(\tau) = 0,5 \cdot A \cdot \sin(2 \cdot \pi / T_x \cdot \tau)$, $y(\tau) = 0,5 \cdot B \cdot (\text{mod}(\tau / T_y) - 1)$.

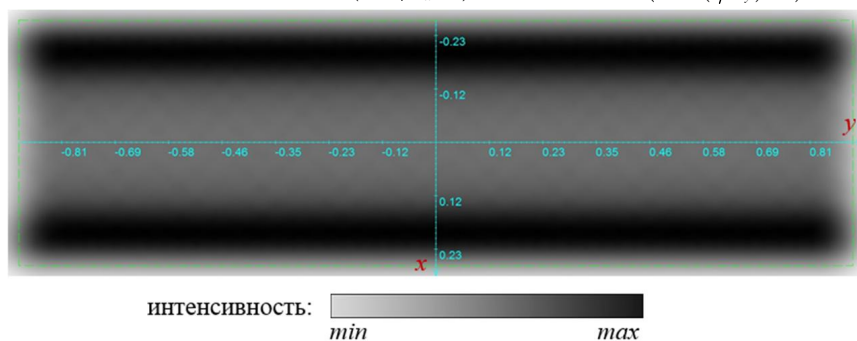


Рис. 2. Распределение теплового потока по поверхности ванны при линейно-синусоидальной развертке ($1/T_x = 100$ Гц, $1/T_y = 1$ Гц)

Рассмотрим математическую модель теплового состояния ПЕ. Основные ее размеры и выбранная система координат приведена на рис. 1,

а, б. Модель включает в себя дифференциальное уравнение для нестационарной теплопроводности с учетом фазовых переходов и движения расплава вдоль оси Ox

$$\rho \cdot C_{\phi} \cdot \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} - W_x \frac{\partial t}{\partial x} \right) = \lambda \cdot \nabla^2 t, \quad (1)$$

где $t(x, y, z, \tau)$ – пространственно-временная скалярная функция, описывающая поле температур по объему промежуточной емкости; ρ – плотность; W_x – скорость движения жидкого металла вдоль оси Ox ; λ , L – коэффициент теплопроводности и теплота плавления металла соответственно. Величина эффективной теплоемкости задается как

$$C_{\phi} = \left(C - L \frac{\partial \psi}{\partial t} \right), \quad (2)$$

где $\psi(t)$ – доля твердой фазы ($\psi|_{t=t_s} = 1$, $\psi|_{t=t_l} = 0$; t_s и t_l – температуры солидуса и ликвидуса соответственно (для чистого титана они близки к температуре его плавления), C – теплоемкость.

Величины C , ρ и λ в уравнениях (1)-(2) представлены в виде кусочно-непрерывных функций, зависящих от фазового состояния расплава.

Для решения уравнения (1) задаем краевые условия. Начальное условие

$$t(x, y, z, 0) = t_0, \quad (3)$$

где t_0 – распределение температуры по объему ПЕ для момента времени $t=0$.

Граничные условия в местах соприкосновения медных стенок с гарнисажем

$$-\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} = q_{cm}, \quad (4)$$

где $q_{cm} = (t' - t_g) / \left(\frac{C_1}{\lambda_m} + \frac{1}{\alpha_{np}} \frac{F_{cm}}{F_{охл}} \right)$ – тепловой поток через стенку; t'

– температура на границе медной стенки и гарнисажа; t_g – температура охлаждающей воды; C_1 – расстояние от поверхности медной стенки до водяного канала; F_{cm} – площадь медной стенки, касающейся гарнисажа; $F_{охл}$ – площадь охлаждающих каналов; $\alpha_{np} \approx \alpha_g E$ – приведенный коэффициент теплоотдачи от стенки, омываемой водой (заданной периодическими каналами); E – коэффициент эффективности теплообмена, который определяется: для цилиндрических каналов – $E \approx d_g / \beta$; для прямо-

угольных – $E \approx th \left(\frac{a}{b} \sqrt{2Bi} \right) / \left(\frac{a}{b} \sqrt{2Bi} \right)$; $Bi = \alpha_g b / \lambda_m$; a, b – высота и ширина каналов соответственно, λ_m – коэффициент теплопроводности медной стенки.

Коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности канала при турбулентном режиме течения определяется по формуле Михеева

$Nu = \alpha_g d_g / \lambda_g = 0,021 \cdot Re^{0,8} Pr_g^{0,43} (Pr_g / Pr_c)^{0,25}$, где λ_g – коэффициент теплопроводности воды, d_g – эффективный диаметр. Для определения числа Прандтля для воды в диапазоне температур от $t=10$ до 160°C использована аппроксимационная зависимость $Pr(t) = 83,404 \cdot t^{-0,8364}$.

На поверхности расплава граничное условие определяется эффективным тепловым потоком от электронно-лучевой пушки $q(x, y)$ и излучением в окружающую среду

$$-\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial z} = q_{эл} - \varepsilon \cdot \sigma \cdot (t_{нов}^4 - t_{окр}^4), \quad (5)$$

где $\sigma = 5,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – постоянная Стефана -Больцмана; $t_{нов}$ – температура поверхности расплава, $t_{окр}$ – температура внутренней поверхности стен печи. Влияние геометрии камеры и ПЕ, их взаимное расположение и свойства поверхностей на величину излучения определяется приведенной степенью черноты ε .

Считая, что высота гарнисажа ξ занимает не более 1/3 высоты ванны H , зная максимальную скорость плавления шихты G_{max} , из уравнения неразрывности получаем максимальную среднюю скорость течения расплава $W_{max} = 3 \cdot G_{max} / (2 \cdot \rho_{ж} \cdot B \cdot H) \approx 9 \text{ мм/с}$, где $\rho_{ж}$ – плотность жидкого титана. Оценка максимального числа Рейнольдса при течении жидкого металла вдоль узкой стенки промежуточной емкости $Re = W_{max} \cdot B / \nu \approx 3600$, ($\nu = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость жидкого титана) позволяет считать, что движение вдоль оси Ox ламинарное и подчиняется закону $\frac{W_x}{W_0} = \frac{3}{2} (z/\delta) - \frac{1}{2} (z/\delta)^3$, где $\delta = 4,64x / \sqrt{Re_x}$ – толщина пограничного слоя; $Re_x = W_0 x / \nu$.

Для приближенного решения краевой задачи (1)-(5) использовался метод конечных разностей. Разностный аналог конвективного члена уравнения (1) записывается как

$$W_x \frac{\partial t}{\partial x} \approx [W_k^{p+1}] \frac{t_{i+1,j,k}^{p+1} - t_{i,j,k}^{p+1}}{\Delta x} + [W_k^{p+1}] \frac{t_{i,j,k}^{p+1} - t_{i-1,j,k}^{p+1}}{\Delta x},$$

где $[W_k^{p+1}]^- = \frac{W_k^{p+1} - |W_k^{p+1}|}{2}$, $[W_k^{p+1}]^+ = \frac{W_k^{p+1} + |W_k^{p+1}|}{2}$. Учитывая, что расплав движется только вдоль оси x ($W_x > 0$, $W_x^- = 0$, $W_x^+ = W_x$), то окончательно имеем $W_x \frac{\partial t}{\partial x} \approx W_k^{p+1} \frac{t_i^{p+1} - t_{i-1}^{p+1}}{\Delta x}$.

В алгоритме расчета использовалась схема расщепления по трем координатам [3]. Задача свелась к локально-одномерной схеме для каждого из направлений и решению трех последовательных систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ):

$$A_1 \cdot t_{i-1,j,k}^{p+\frac{1}{3}} - B_1 \cdot t_{i,j,k}^{p+\frac{1}{3}} + C_1 \cdot t_{i+1,j,k}^{p+\frac{1}{3}} = D_1; \quad A_2 \cdot t_{i,j-1,k}^{p+\frac{2}{3}} - B_2 \cdot t_{i,j,k}^{p+\frac{2}{3}} + C_2 \cdot t_{i,j+1,k}^{p+\frac{2}{3}} = D_2;$$

$$A_3 \cdot t_{i,j,k-1}^{p+1} - B_3 \cdot t_{i,j,k}^{p+1} + C_3 \cdot t_{i,j,k+1}^{p+1} = D_3, \text{ где } A_1 = a \cdot \Delta\tau / \Delta x^2 - \Delta\tau \cdot W_k^{p+\frac{1}{3}} / \Delta x,$$

$$B_1 = 2 \cdot a \cdot \Delta\tau / \Delta x^2 - \Delta\tau \cdot W_k^{p+\frac{1}{3}} / \Delta x + 1, \quad C_1 = a \cdot \Delta\tau / \Delta x^2, \quad D_1 = -t_{i,j,k}^p,$$

$$A_2 = a \cdot \Delta\tau / \Delta y^2, \quad B_2 = 1 + 2 \cdot a \cdot \Delta\tau / \Delta y^2, \quad C_2 = a \cdot \Delta\tau / \Delta y^2, \quad D_2 = -t_{i,j,k}^{p+\frac{1}{3}},$$

$$A_3 = a \cdot \Delta\tau / \Delta z^2, \quad B_3 = 1 + 2 \cdot a \cdot \Delta\tau / \Delta z^2, \quad C_3 = a \cdot \Delta\tau / \Delta z^2, \quad D_3 = -t_{i,j,k}^{p+\frac{2}{3}}.$$

Все СЛАУ решались методом прогонки.

Учитывая высоту, с которой оплавленная шихта падает в ПЕ и толщину расплава, будем считать, что капля “пробивает” до дна. Если принять столб перегретого металла, образующегося в месте попадания капли, в виде цилиндра с высотой H , то можно вычислить его радиус R_k и учесть эту деталь при моделировании.

$$R_k = \sqrt{m_k / (\pi \cdot H \cdot \rho)},$$

где $m_k = G \cdot \Delta t$ – масса поступающего металла, Δt – временной промежуток между падениями капель.

На основе созданной математической модели и рассмотренного алгоритма расчета краевой задачи разработана компьютерная программа «eRay». Она позволяет при заданной функции развертки электронного луча получать распределение теплового потока по поверхности ПЕ, температурное поле по объему расплава и гарнисажа, определять границы твердой и жидкой фазы, а также изменение средней температуры расплава и гарнисажа с течением времени. Кроме этого в программе предусмотрена возможность определения времени установки теплового квазиравновесного состояния.

В качестве объекта моделирования была взята печь ЭЛП-30, установленная на ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» (г. Орск). Основные геомет-

рические параметры ПЕ и характеристики электронных пушек представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры ЭЛП-30 [1]

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Длина ванны ПЕ	A	мм	1800
Ширина ванны ПЕ	B	мм	500
Высота ванны ПЕ	H	мм	90
Диаметр охлаждающих каналов	d_b	мм	45
Расстояние от рабочей поверхности до охлаждающих каналов	C_1	мм	40
Среднее расстояние между отверстиями охлаждающих цилиндрических каналов	β	мм	80
Ширина прямоугольных каналов	a	мм	30
Высота прямоугольных каналов	b	мм	55
Расстояние между прямоугольными каналами	β	мм	65
Средняя температура охлаждающей воды	t_e	°C	30
Средняя скорость воды в каналах медной стенки	W_b	м/с	3,5-4
Полная проводимость электронного пучка	k_e	A/kB ^{3/2}	0,068
Доля кинетической энергии электронов, превращаемая в тепло	η	%	78

Проведено компьютерное моделирование температурного поля в ПЕ, при получении титановых слитков при развертке электронного луча в виде ромашки ($y(\tau) = (\sin(6 \cdot \tau) + \sin(4 \cdot \tau)) / 8$, $x(\tau) = (\cos(6 \cdot \tau) - \cos(4 \cdot \tau)) / 8$) и кольца ($y(\tau) = \sin(\tau \cdot \pi / 180)$, $x(\tau) = \cos(\tau \cdot \pi / 180)$), при характеристиках, приведенных в табл. 1 и следующих параметрах: $G = 500$ кг/час; $\lambda_{жс} = 37$ Вт/(м*К); $\lambda_{мс} = 33,71$ Вт/(м*К); $\rho_{жс} = 4120$ кг/м³; $\rho_{мс} = 4565,5$ кг/м³; $C_{жс} = 940,1$ Дж/(кг*К); $C_{мс} = 700$ Дж/(кг*К); $L = 358$ кДж/кг. Температура перегрева металла, поступающего в ПЕ – $t_n - t_l = 100^0$. Начальное соотношение жидкой и твердой фазы как 2 к 1, при этом их средние температуры $t_{0жс} = 1965$ К и $t_{0мс} = 1900$ К соответственно.

На рисунках 3 и 4 показаны распределения температуры по поверхности ванны при установлении квазистационарного состояния для развертки электронного луча в виде ромашки и кольца соответственно.

Видно, как в зависимости от характера используемой развертки распределяется тепло, однако, у правой стенки (см. рис. 3-4, г), независимо от функции развертки, формируется более нагретая зона вследствие того, что под влиянием конвективного течения разогретый металл постоянно уносится из места его подачи.

На рис. 5 и 6 представлены диаграммы границ твердой и жидкой фазы в разных плоскостях ПЕ для разверток электронного луча в виде ромашки и кольца соответственно. Можно проследить характер образования металлического гарнисажа на дне и боковых стенках промежуточной емкости при выбранных функциях развертки электронного луча, его мощности и ряда других технологических и конструкционных параметрах.

Получены переходные характеристики средней температуры материала в ПЕ при скачкообразном изменении воздействия теплового потока от электронного луча (рис. 7). Приведенные результаты моделирования позволяют сделать вывод, что, изменяя мощность луча и параметры его развертки можно управлять тепловым состоянием обрабатываемого расплава в объеме промежуточной емкости, а значит температурой, с которой металл попадает в кристаллизатор.

Заключение

1. Разработана математическая модель для нестационарного поля температур в промежуточной емкости ЭЛП с учетом фазового состояния материала для заданной параметрической развертки электронного луча.
2. Создан программный продукт, позволяющий анализировать тепловое и фазовое состояние материала в промежуточной емкости при заданной функции развертки электронного луча, его мощности и параметрах водяного охлаждения медных стенок.
3. Разработанная компьютерная программа может быть полезна для выбора геометрических и технологических параметров при конструировании новых и реконструкции существующих электронно-лучевых печей, а так же для выбора наиболее рациональных режимов работы действующих ЭЛП с промежуточной емкостью путем подбора оптимальных параметров развертки электронного луча.

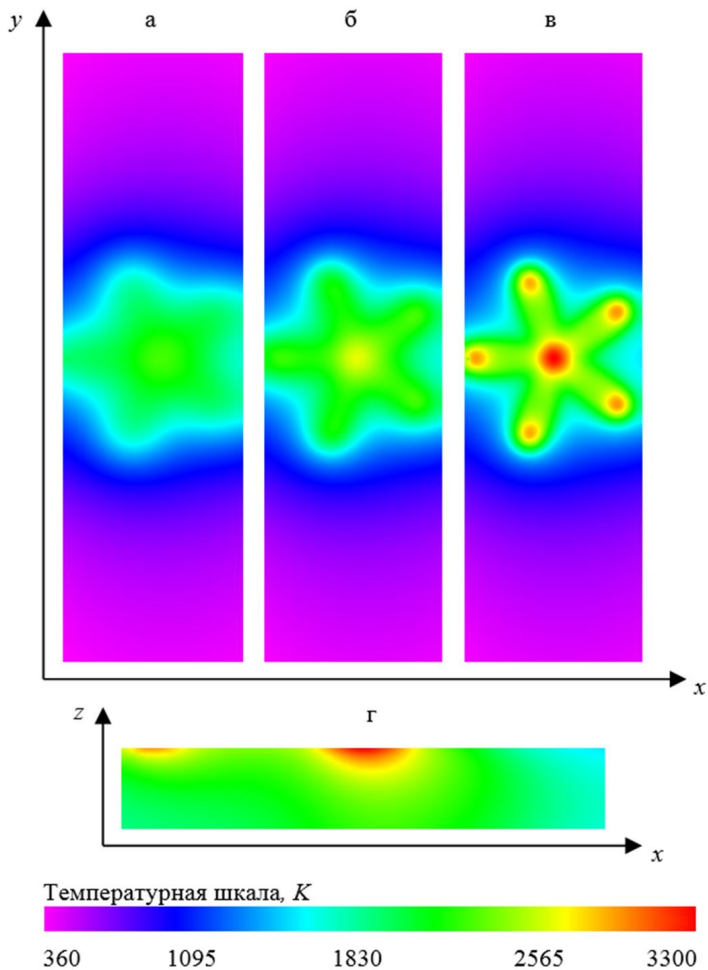


Рис. 3. Температурное поле при развертке электронного луча в виде ромашки:

- а – на дне ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = 0$);
- б – в середине ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = H/2$)
- в – на поверхности ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = H$);
- г – в середине ванны ($x \in [0; A]$, $y = B/2$, $z \in [0; H]$)

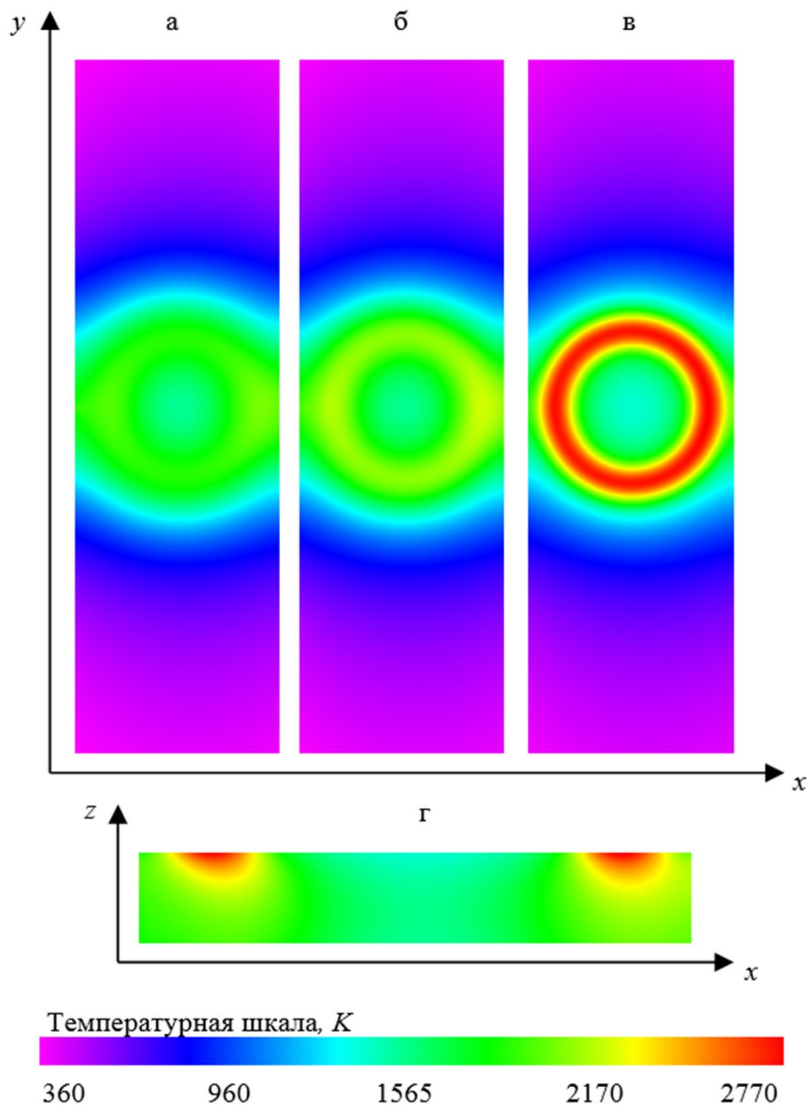


Рис. 4. Температурное поле при развертке электронного луча в виде кольца:

a – на дне ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = 0$);

$б$ – в середине ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = H/2$);

$в$ – на поверхности ванны ($x \in [0; A]$, $y \in [0; B]$, $z = H$);

$г$ – в середине ванны ($x \in [0; A]$, $y = B/2$, $z \in [0; H]$)

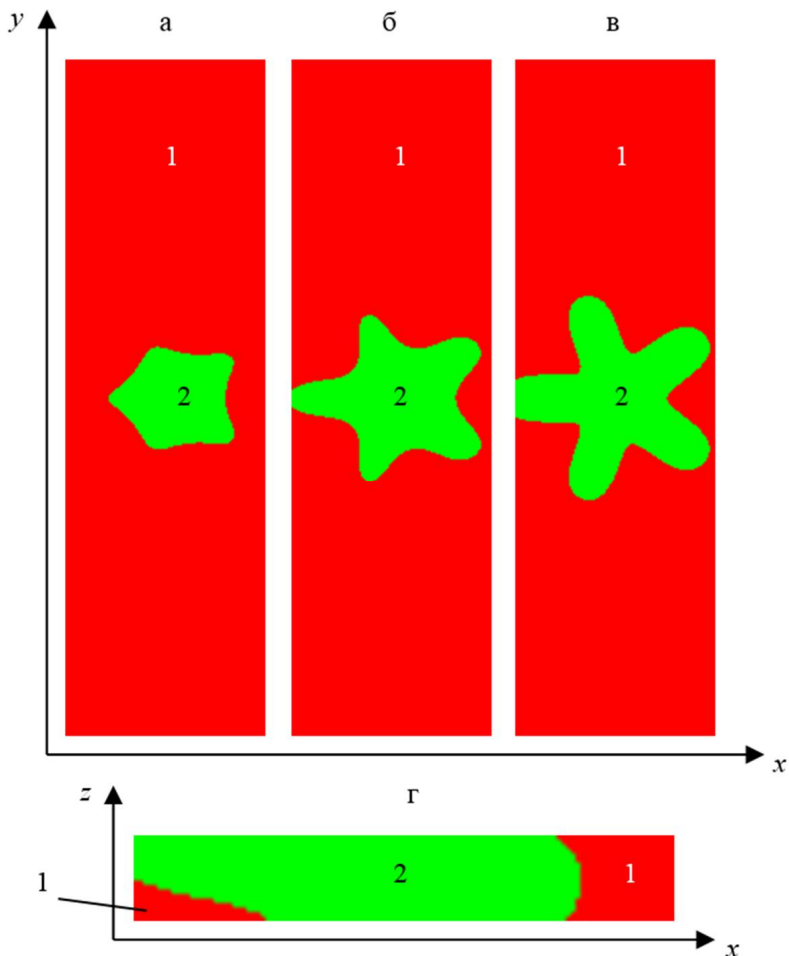


Рис. 5. Граница твердой и жидкой фазы при развертке электронного луча в виде ромашки ($U = 30$ кВ):
 а – в горизонтальной плоскости на дне ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = 0$),
 б – в горизонтальной плоскости в середине высоты ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = H/2$),
 в – в горизонтальной плоскости на дне ванны ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = H$),
 г – в вертикальной плоскости в начале ширины ванны ($x \in [0; A], y = 0, z \in [0; H]$),
 1 – область твердой фазы, 2 – область жидкой фазы.

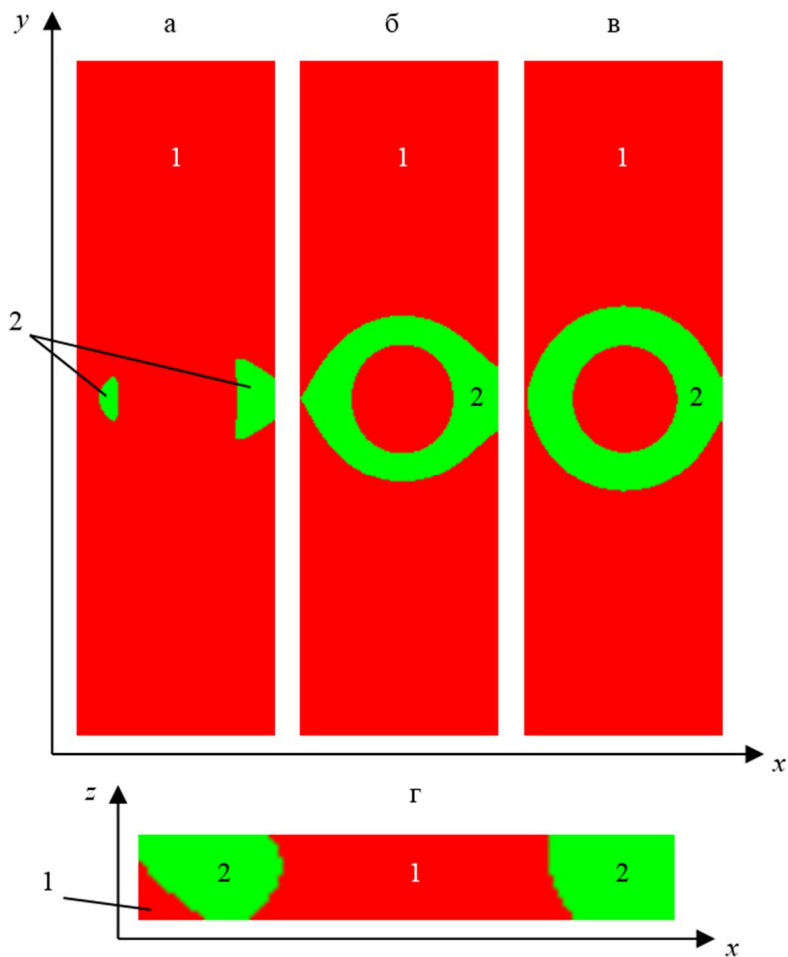


Рис. 6. Граница твердой и жидкой фазы при развертке электронного луча в виде кольца ($U = 30$ кВ):
 а – в горизонтальной плоскости на дне ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = 0$),
 б – в горизонтальной плоскости в середине высоты ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = H/2$),
 в – в горизонтальной плоскости на дне ванны ($x \in [0; A], y \in [0; B], z = H$),
 г – в вертикальной плоскости в начале ширины ванны ($x \in [0; A], y = 0, z \in [0; H]$),
 1 – область твердой фазы, 2 – область жидкой фазы.

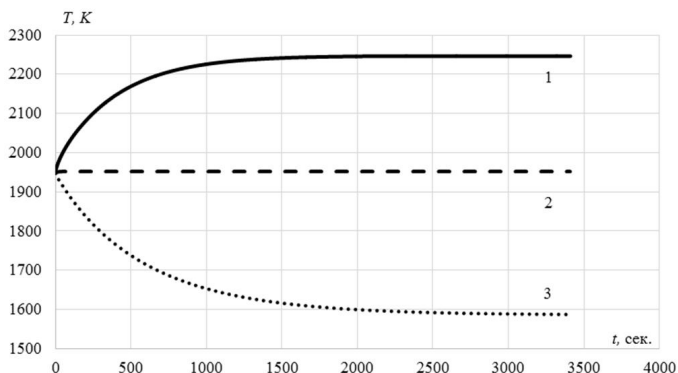


Рис.7. Изменения средней температуры расплава с течением времени при разной мощности электронного луча: 1 – $P \approx 1200 \text{ кВт}$, 2 – $P \approx 690 \text{ кВт}$, 3 – $P \approx 335 \text{ кВт}$

Библиографический список

1. Ячиков, И.М. Распределение плотности теплового потока по поверхности промежуточной емкости при электронно-лучевой плавке. / И.М.Ячиков, С.Н. Сергиенко. // Известия вузов. Цветная металлургия. - 2012, № 3. - С. 55-60.
2. Шиллер, З. Электронно-лучевая технология: пер. с нем. / З. Шиллер, У. Гайзиг, З. Панцер. – М.: «Энергия», 1980. – 528 с., ил.
3. Берковский, Б. М. Разностные методы исследования задач теплообмена. / Б.М. Берковский, Е.Ф. Ноготов. – Минск: «Наука и техника», 1976. – 144 с.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЯЗЫКОВ АРНОЛЬДА ДВУПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. А. Муртазина

Сибайский институт (филиал)

ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,

Россия, 453837, РБ, г. Сибай, ул. Белова, д. 21

sariamurtaz@mail.ru

Аннотация

Рассматривается задача о локальных бифуркациях субгармонических колебаний двухпараметрических динамических систем. Предлагается схема локализации языков Арнольда.

THE CALCULATION OF STABILITY OF MANY-PARAMETRIC DYNAMIC SYSTEMS' FORCED OSCILLATIONS

S.A. Murtazina

Abstract

The local bifurcation problem of two-parametric forced oscillations dynamic systems was considered. Proposed scheme of localization of the Arnold tongues.

Постановка задачи

Рассмотрим систему, динамика которой описывается дифференциальным уравнением, зависящим от двумерного параметра $\mu = (\alpha, \beta)$ и T – периодической по t правой частью:

$$x' = A(t, \mu)x + a(x, t, \mu). \quad (1)$$

Здесь $x \in R^N$, α и β – скалярные параметры. Положим, что система (1) при всех значениях μ имеет точку равновесия $x = 0$; правая часть непрерывна по t и непрерывно дифференцируема по x и μ ; каждое начальное условие $x(t_0) = x_0$ однозначно задает решение $x(t)$ уравнения (1), определенное при всех t ; $a(x, t, \mu)$ равномерно по t и μ удовлетворяет соотношению $\|a(x, t, \mu)\| = o(\|x\|)$ при $\|x\| \rightarrow 0$.

Обозначим через $V(\mu)$ матрицу монодромии линейной системы $x' = A(t, \mu)x$. Пусть при некотором значении $\mu_0 = (\alpha_0, \beta_0)$ параметра μ матрица $V(\mu)$ имеет пару простых собственных значений $e^{\pm 2\pi\theta i}$, где $\theta \in (0, \frac{1}{2}]$ и $\theta = \frac{p}{q}$ – рациональная несократимая дробь. При этом

предполагается, что остальные собственные значения матрицы $V(\mu_0)$ не равны 1 по модулю. Заметим, что при выполнении данного условия, матрица $B(\mu_0) = V^q(\mu_0)$ имеет полупростое собственное значение 1 кратности 2. Пусть в системе (1) реализуется сценарий бифуркации субгармонических колебаний периода qT . Значение μ_0 параметра μ назовем бифуркацией субгармонических колебаний периода qT системы (1), если каждому $\varepsilon > 0$ соответствует такое $\mu(\varepsilon) = (\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))$, при котором система (1) имеет ненулевое qT -периодическое решение $x(t, \varepsilon)$, причем $\mu(\varepsilon) \rightarrow \mu_0$ и $\max_t \|x(t, \varepsilon)\| \rightarrow 0$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Здесь ε

– малый вспомогательный параметр. Предлагается схема локализации языков Арнольда для системы (1).

Схема локализации языков Арнольда

Из теории возмущений линейных операторов следует, что при близких μ_0 значениях μ матрица $V(\mu)$ имеет пару простых собственных значений $\rho(\mu)e^{\pm 2\pi\theta(\mu)i}$, где функции $\rho(\mu)$ и $\theta(\mu)$ непрерывны, при этом $\rho(\mu_0) = 1$ и $\theta(\mu_0) = \theta_0$.

Пусть S – это комплексная плоскость, а $S = \{z : |z| = 1\}$ – единичная окружность на этой плоскости. Для того, чтобы при переходе μ через точку μ_0 у системы (1) в окрестности точки равновесия $x = 0$ возникли циклы минимально возможного периода qT , необходимо, чтобы собственные значения $\rho(\mu)e^{\pm 2\pi\theta(\mu)i}$ матрицы $V(\mu)$ были числами из некоторого расположенного на комплексной плоскости S ключообразного множества $\Psi(p, q)$, упирающегося своим ключом в точку $e^{\pm 2\pi\theta_0 i}$ окружности S . Следуя [1], [2] такие множества будем называть языками Арнольда. Типичный язык Арнольда $\Psi(p, q)$ заключен между двумя гладкими кривыми γ_1 и γ_2 . Множества $\Psi(p, q)$ при $q \leq 4$ являются достаточно широкими (сильнорезонансный случай), а при $q \geq 5$ эти множества чрезвычайно узкие: они ограничены двумя гладкими соприкасающимися в точке μ_0 кривыми (слаборезонансный случай).

На единичной окружности S комплексной плоскости S имеется счетное множество точек вида $e^{\pm 2\pi\theta_0 i}$ с рациональными θ_0 , причем они плотно расположены на окружности. Каждой такой точке соответствует свой язык Арнольда.

В основу предлагаемой схемы локализации языков Арнольда положим следующие соображения. Как было указано выше, у системы (1) реализуется сценарий бифуркации субгармонических колебаний периода qT . При этом хотя, система (1) зависит от двух параметров α и β , эти колебания образуют одномерную ветвь $x = x(t, \varepsilon)$ решений системы при $\alpha = \alpha(\varepsilon)$, $\beta = \beta(\varepsilon)$. Для $\alpha = \alpha(\varepsilon)$, $\beta = \beta(\varepsilon)$ получены асимптотические формулы такие, что позволяют найти множество таких значений параметра $\mu = (\alpha, \beta)$, при которых реализуется нужный сценарий.

Собственные значения $\rho(\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))e^{\pm 2\pi\theta(\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))i}$ матрицы $V(\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))$, образуют гладкую кривую $\gamma(p, q, e)$, начинающуюся в точке $\rho(\alpha_0, \beta_0)e^{\pm 2\pi\theta(\alpha_0, \beta_0)i} = e^{\pm 2\pi\theta_0 i}$ и лежащую на языке Арнольда $\Psi(p, q)$. Эту кривую называют кривой синхронизации. Кривая $\gamma(p, q, e)$ получена в предположении, что в качестве направления бифуркации выбран один из собственных векторов, отвечающим полупростому собственному значению 1 кратности 2 матрицы $B(\mu_0)$, а именно e . Для различных собственных векторов получаются разные кривые синхронизации. Совокупность этих кривых при достаточно малых $\varepsilon > 0$ и образует язык Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (1).

Библиографический список

1. Арнольд, В. И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. / В.И. Арнольд. – Москва-Ижевск: Редакция журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 400с.
2. Козьякин, В.С. О языках Арнольда в задаче о периодических траекториях больших амплитуд. / В.С. Козьякин, А.М. Красносельский, Д.И. Рачинский. // Доклады АН, 2006. – Т.411, № 3.- С. 1-7.
3. Като, Т. Теория возмущений линейных операторов. / Т. Като. – М.: Мир, 1975, 740 с.

*Работа представлена д.ф.-м.н., профессором
кафедры дифференциальных уравнений БГУ
Юмагуловым М.Г.*

Дата представления работы: 25.12.2012.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Ю.В. Кочержинская, И.Е. Прохоров

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова», Россия 455000 Челябинская обл.,
г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
yule@fromru.com*

Аннотация

Экспериментальное исследование высокотемпературных металлургических расплавов представляет известную сложность. Преодолеть препятствия, обусловленные производственной средой исследования, сложностью объекта исследования и

отсутствием достоверных полных моделей позволяет использование локальных моделей, дающих результаты с удовлетворительной точностью. Программная реализация такой модели для прогнозирования физико-химических свойств конечных доменных шлаков позволяет улучшить управление качеством чугуна на металлургическом предприятии и предоставляет инструментарий для исследователей в данной области.

COMPUTER TECHNOLOGIES FOR PROGNOSTICATION OF HIGH-TEMPERATURE METALLURGICAL MELTS

Y. V. Kocherzhinskaya, I. E. Prokhorov

Abstract

Experimental research of high-temperature metallurgical melts is a known complication. Overcome obstacles arising from research of the working environment, the complexity of the object of research and the absence of reliable complete models allows to use the local models, which give results with satisfactory accuracy. Software implementation of a model to predict the physical and chemical properties of the blast-furnace slag can improve its quality management of iron in the steel company and gives some tools for different researchers.

С развитием средств вычислительной техники и информационных технологий появилась возможность создания моделей сложных технологических процессов с целью их глубокого и подробного изучения. В частности, прогнозирование результатов изменения отдельных параметров или набора таковых позволяет существенно снизить возможные убытки, предотвратить сбои в работе агрегатов, оперативно разработать комплекс оптимальных воздействий по регулированию хода процесса при обнаружении отклонений. Получаемые в этом случае преимущества выглядят особенно существенными, когда речь идет о таких промышленных сферах как металлургия, энергетика, машиностроение. Для регионов Урала и Восточной Сибири именно металлургическое производство представляет наибольший интерес.

Теоретическое исследование металлургических процессов имеет богатую историю: за более чем сто лет работы сложились устойчивые научные школы, в сферу научных интересов которых входит исследование строения, микроструктуры, физико-химических, механических и др. свойств металлургических расплавов.

К одной из основополагающих областей металлургии относится доменное производство. С точки зрения научного интереса, его особенностью является сложность проведения реальных исследований, постановки экспериментов с целью проверки выдвинутых гипотез, поскольку приходится работать с высокотемпературными расплавами сложного химического состава. Основные данные для исследований в этой области получают непосредственно с промышленного производства, что (учитывая условия цеха) не позволяет говорить о высокой представительности

разовых данных – сказывается негативное влияние таких факторов, как непредсказуемый уровень запыленности и задымленности окружающего пространства, различная изношенность оборудования и т.д.

С другой стороны, положительную роль сыграл большой объем полученных за долгие годы результатов наблюдений и измерений и их последующая обработка. По мере увеличения объема знаний о происходящих процессах и совершенствовании их математического описания, математические модели становились более полными. В отечественной практике наиболее известны модели различных школ: МИСиС [1], Рамма А.Н. [2], Китаева Б.И. (УГТУ-УПИ), ВНИИМТ [3], УрО РАН [4, 5]. Все эти модели в той или иной степени полноты учитывают происходящие в доменной печи процессы, позволяют наглядно представить результаты расчетов и обладают одним общим недостатком – без адаптации под конкретные условия доменной печи не позволяют определить точные количественные значения изменений параметров плавки под действием изменения входных факторов (только основных – более 200). Сложность адаптации заключается как взаимосвязью процессов, так и отсутствием возможности получения информации о ряде параметров. Например, в практике одного из металлургических заводов Южного Урала был случай, когда проведение полного факторного анализа, наблюдения за технологией агломерационного, коксохимического и доменного производств в течение продолжительного периода времени не позволило определить причину увеличения колебаний теплового состояния доменных печей. В итоге выявили, что причиной непрогнозируемых колебаний явилось появление в составе кокса фтора, анализ на содержание которого не предусмотрен стандартной методикой. Трудно контролируемые являются изменения профиля печи. Одновременное изменение нескольких условий доменной плавки делает задачу адаптации «полной» математической модели практически неосуществимой.

В отличие от «полных» математических моделей в инженерной практике доменного производства достаточно широко используют модели, которые условно можно назвать «локальными», т.е. рассчитанными на решение одной или нескольких тесно связанных задач, например, в области загрузки и распределения шихты [6], прогноза параметров кокса [7] и др. Как правило, данные модели хорошо адаптируются к условиям конкретных агрегатов и результаты расчетов по ним дают возможность достаточно надежно количественно определить требуемое воздействие.

При исследовании доменного процесса наибольшее внимание, как правило, уделяется трем параметрам: качеству конечного продукта и рациональному использованию энергоресурсов. Оба они направлены на снижение материальных затрат производства, так как первый позволяет снизить количество брака, на переработку которого требуется затратить

время и производственные мощности, а второй – удерживать конкурентоспособную цену на готовый продукт. В результате доменной плавки основным продуктом является чугун, побочным – конечный доменный шлак. Свойства шлака определяются его химическим составом и минералогическим строением исходных шихтовых материалов. Шлак, представляющий собой расплав оксидов, существенно влияет на ход доменного процесса и качество получаемого чугуна [8, 9]. Это предъявляет к нему ряд требований по химическому составу и другим свойствам: температуре плавления, вязкости, поверхностному натяжению и др. Именно от этих свойств зависят обессеривающая способность шлака, содержание в чугуне кремния, ровность хода доменной печи (скорость схода материалов, температура шлака на выпуске, расход горючего, образование сводов и настывлей и др.).

Таким образом, работа со шлаком, имеющим предсказуемые физико-химические свойства – одна из важных задач в технологии доменного производства. В рамках решения этой задачи разработана методика оперативного прогнозирования свойств конечных доменных шлаков по химическому составу загружаемых в печь материалов [10]. Используемая в методике модель позволяет с достаточной степенью достоверности оценить вязкость 10-компонентного конечного доменного шлака, как химического расплава. В методике учитываются следующие компоненты: SiO_2 - CaO - Al_2O_3 - MgO - MnO - Na_2O - TiO_2 - K_2O – FeO .

В реальных условиях производства в шлаковом расплаве всегда присутствуют неоднородности – например, коксовая мелочь и графит, существенно влияющие на вязкость шлака. Однако даже учет влияния этого фактора не позволяет добиться значения погрешности вычислений физико-химических свойств в пределах 5% во всем интервале температур (1250-1650 °С). Это позволяет предположить о влиянии на вязкость таких элементов как никель, ванадий и хром, попадающих в расплав с шихтовыми материалами и малые количества которых могут оказывать существенное влияние на свойства продукта. На восстановлении этих элементов положительно сказывается высокая основность шлака, которая тесно связана с его вязкостью. Практическая значимость такого прогноза, прежде всего, относится к хрому. Удаление хрома из чугуна является сложной задачей и операция дехромирования (удаления хрома из расплава чугуна в шлак) разработана теоретически, но на практике её, как правило, не применяют из-за технической сложности осуществления.

Поскольку эти элементы существенно осложняют шлаковый режим, то исследование их влияния на вязкость ставит целью количественный прогноз этого показателя для технологии доменной плавки.

Заключение

Таким образом, расширение методики прогнозирования свойств конечных доменных шлаков, за счет таких элементов как хром, ванадий, никель, а также влияния на вязкость шлака коксовой мелочи, позволит улучшить уже реализованные с помощью ЭВМ возможности прогнозирования физико-химических свойств конечного шлака, сократив погрешность расчета до 5%. Область использования данной локальной модели не ограничена производством и включает научно-исследовательские работы разного уровня.

Библиографический список

1. Похвистнев, А.Н. Использование состава колошникового газа для анализа и регулирования теплового состояния доменной печи /А.Н. Похвистнев, Н.К. Жилкин // Изв. вузов. Черная металлургия, 1959. – № 9. – С. 29-45.
2. Рамм, А.Н. Непрерывный контроль и регулирование теплового режима доменной плавки с помощью электронной вычислительной машины / А.Н. Рамм // Бюллетень ЦНИИ ЧМ, 1964. - № 11 (487). – С. 12-20.
3. Тимофеев, В.Н. Математическое описание явлений тепло- и массообмена в доменной печи / В.Н. Тимофеев, Б.А. Боковиков, Н.М. Бабушкин // Теплотехника доменного и агломерационного процессов: Тр. ВНИИМТ. – Вып.14. – М.: Металлургия, 1966. – С. 5-19.
4. Дмитриев, А.Н., Шаврин С.В. Двумерная математическая модель доменного процесса/ А.Н. Дмитриев, С.В. Шаврин // М.: Сталь, 1996. – № 12. – С. 7-13.
5. Ченцов, А.В. Балансовая логико-статистическая модель доменного процесса. /А.В. Ченцов, Ю.А. Чесноков, С.В. Шаврин // М.: Наука, 1991. – 92 с.
6. Загайнов, С.А. Исследование особенностей формирования столба шихтовых материалов при использовании бесконусного загрузочного устройства /С.А. Загайнов [и др.] // Творческое наследие Б.И. Китаева: труды Междунар. науч.-практ. конф. 11-14 февраля 2009г. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. – 510 с.
7. Гуляев, В.М. Возможная точность прогноза качества механически обработанного кокса/ В.М. Гуляев, Д.А. Мучник // Кокс и химия, 2005, – № 6. – С. 29-32.
8. Товаровский, И.Г. Совершенствование и оптимизация параметров доменного процесса. / И.Г. Товаровский // М.: Металлургия, 1987. – 193 с.
- Полтавец, В.В. Доменное производство /В.В. Полтавец //М.: Металлургия, 1981. – 412 с.
9. Прохоров, И.Е. Анализ технологии доменной плавки с использованием вязкости конечных доменных шлаков / И.Е. Прохоров, Ю.В. Кочержинская, Э.В. Дюльдина // Компьютерное моделирование физико-

химических свойств стёкол и расплавов. Сб. тр. VIII Российского семинара. – Курган: КГУ, 2006. – С. 19-22.

*Работа представлена и. о. ведущего специалиста
технологической группы доменного цеха ОАО «ММК»*

Поленовым П.А.

Дата представления 25.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ СТАЛЬНЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

О.С. Мацко*, Л.Г. Егорова*, С.Ю. Леонов**

**ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,*

Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

o.s.matsko@gmail.com

**Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт»

Украина, 61000, г. Харьков, ул Фрунзе, д. 21

Аннотация

В работе авторы приводят результаты теоретико-множественного анализа процесса ультразвуковой диагностики стальных прокатных валков: определены основные объекты процесса; выявлен состав объектов рассматриваемого процесса; показана структура исследуемых объектов; выделены свойства этих объектов; определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами.

SET-THEORETIC ANALYSIS OF THE ULTRASONIC DIAGNOSIS OF STEEL ROLLS

O.S. Matsko, L.G. Egorova, S.U. Leonov

Abstract

In this paper the authors present the results of the set-theoretic analysis of the ultrasonic diagnosis of steel rolls: the main objects of the process; revealed the composition of the objects of the process; shows the structure of the objects; selected properties of these objects; the possible interaction between the analyzed objects.

Актуальность, цель и задачи исследования

Важной проблемой при создании прокатных станов является изготовление высококачественных рабочих валков. Для своевременного обнаружения недостатков изготовления в технологическом процессе производства валков предусмотрены различные виды пооперационного и итогового контроля качества валков. Наиболее эффективными методами контроля дефектов, находящихся на больших расстояниях от поверхности, являются акустические методы. Наиболее приемлемым для оценки качества валка в целом, а также контроля за наличием дефектов (например, трещин) является ультразвуковой (эхо-) метод в струйном исполне-

нии. Применение данного метода позволяет достаточно просто обнаруживать имеющиеся в прокатном валке дефекты.

Вопрос о допустимом размере внутреннего трещиноподобного дефекта до конца не изучен и требует подробного рассмотрения в каждом конкретном случае посредством оценки трещиностойкости валка, а именно, возможности разрушения под действием остаточных напряжений при наличии в валке конкретной трещины (размер, местоположение), выявленной ультразвуковым контролем [1].

Целью исследования является повышение эффективности диагностики стальных прокатных валков путем теоретического обоснования и исследования процесса ультразвукового контроля, создания и внедрения программных модулей математического моделирования, человеко-машинной подсистемы оценки и прогнозирования качества прокатных валков. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- теоретико-множественный анализ процесса ультразвуковой диагностики стальных прокатных валков;
- разработка алгоритма и программного обеспечения управления процессами ультразвукового контроля;
- анализ дефектов, возникающих в стальных прокатных валках;
- совершенствование программы управления процессами ультразвукового контроля;
- классификация требований к технологии изготовления стального прокатного валка [2].

Теоретико-множественный анализ

В ходе теоретико-множественного анализа [3-6] было выделено подсистемы и взаимосвязи между ними для ультразвуковой диагностики стальных валков. Результаты построенной модели приведены на рис. 1.

В табл. 1 представлены основные объекты ультразвуковой диагностики, которыми являются:

- оборудование (A1);
- информационное обеспечение (A2);
- математическое обеспечение (A3);
- программное обеспечение (A4).

Все описанные объекты образовательного процесса взаимодействуют между собой посредством управляющих связей, представленных в табл. 2.

В табл. 3 описаны основные свойства элементов множественной модели ультразвуковой диагностики стальных валков.

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, x_1 – управление оборудованием; x_2 – поиск информации; x_3 – характеристики сигнала; x_4 – сигнал; y_1 – множество сиг-

налов; y_2 – информация по установке; y_3 – координаты дефектов; y_4 – результат выполнения программы.

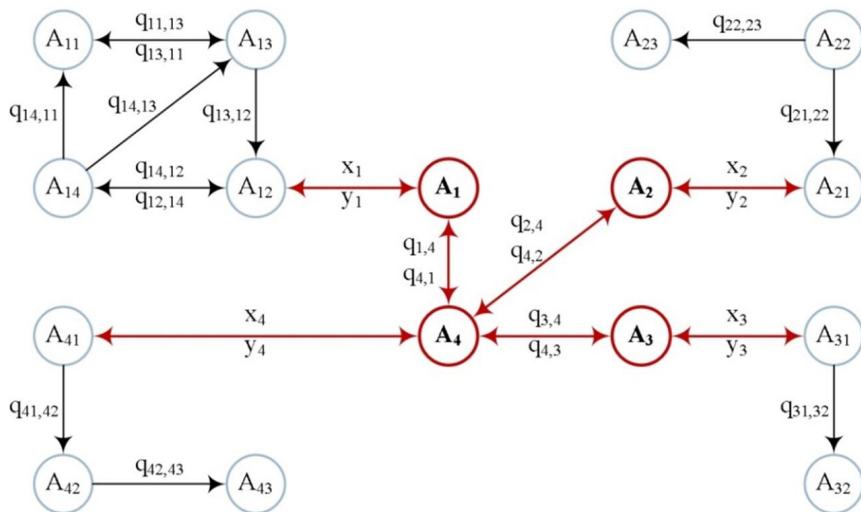


Рис. 1. Множественная модель процесса ультразвуковой диагностики стальных валков

Таблица 1

Описание объектов множественной модели ультразвуковой диагностики стальных валков

Множество		Описание элементов	Графическое представление
Основное	Состав		
A ₁ Оборудование	A ₁₁	Валок	
	A ₁₂	Системный блок с ультразвуковой платой	
	A ₁₃	УЗК преобразователь	
	A ₁₄	Система позиционирования датчика	
A ₂ Информационное обеспечение	A ₂₁	Паспорт установки	
	A ₂₂	Инструкция по работе с установкой	
	A ₂₃	Массив данных (входные, выходные)	
A ₃ Математи-	A ₃₁	Алгоритм фильтрации сигнала	

Множество		Описание элементов	Графическое представление
Основное	Состав		
ческое обеспечение	A ₃₂	Алгоритм определения координат дефекта	
A ₄ Программное обеспечение	A ₄₁	Модуль снятия сигнала	
	A ₄₂	Модуль обработки сигнала	
	A ₄	Модуль визуализации сигнала	

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами ультразвуковой диагностики стальных валков

Обозначение	Содержание потока
q _{11,13}	Получение отраженного сигнала от валка
q _{13,11}	Подача сигнала к валку
q _{13,12}	Передача полученного сигнала системному блоку
q _{12,14}	Передача сигналов от датчиков позиционирования
q _{14,12}	Управление позиционированием
q _{14,13}	Перемещение датчика
q _{14,11}	Вращение валка
q _{22,21}	Инструкция по работе ссылается на паспорт установки
q _{22,23}	Инструкция по работе установки описывает использование массива данных
q _{31,32}	Передача отфильтрованного сигнала методике определения координат дефекта
q _{41,42}	Передача сигнала от модуля снятия сигнала в модуль обработки сигнала
q _{42,43}	Передача результатов обработки сигналов от модуля обработки сигнала в модуль визуализации сигнала

Таблица 3

Описание свойств объектов

Объект	Свойство	Описание свойства
A ₁₁	Z ₁₁	Z ₁₁₁ = «Длина»; Z ₁₁₂ = «Диаметр»
A ₁₂	Z ₁₂	Z ₁₂₁ = «Процессор»; Z ₁₂₂ = «Оперативная память»; Z ₁₂₃ = «Ультразвуковая плата»
A ₁₃	Z ₁₃	Z ₁₃₁ = «Тип датчика»; Z ₁₃₂ = «Производитель»; Z ₁₃₃ = «Частота сигнала»
A ₁₄	Z ₁₄	Z ₁₄₁ = «Привод каретки»;

<i>Объект</i>	<i>Свойство</i>	<i>Описание свойства</i>
		Z ₁₄₂ = «Привод вала»; Z ₁₄₃ = «Концевые выключатели»
A21	Z21	Z ₂₁₁ = «Тип двигателя»; Z ₂₁₂ = «Длина установки»; Z ₂₁₃ = «Тип концевых датчиков» Z ₂₁₄ = «Тип датчика»
A22	Z22	Z ₂₂₁ = «Техника безопасности»; Z ₂₂₂ = «Выдержки из паспорта установки»; Z ₂₂₃ = «Инструкции по использованию»; Z ₂₂₄ = «Инструкции по обслуживанию»; Z ₂₂₅ = «Инструкции по ремонту»
A23	Z23	Z ₂₃₁ = «Типы усиления»; Z ₂₃₂ = «Размер вала»; Z ₂₃₃ = «Настройки фильтров»; Z ₂₃₄ = «Результаты фильтрации»; Z ₂₃₅ = «Множества сигналов»; Z ₂₃₆ = «Отчеты по диагностики дефектов вала»
A31	Z31	Z ₃₁₁ = «Временные характеристики сигнала»; Z ₃₁₂ = «Частотные характеристики сигнала»
A32	Z32	Z ₃₂₁ = «Временные характеристики сигнала»; Z ₃₂₂ = «Частотные характеристики сигнала»; Z ₃₂₃ = «Координаты дефекта»;
A41	Z41	Z ₄₁₁ = «Количество строк кода»; Z ₄₁₂ = «Количество ошибок на 1000 строк кода»; Z ₄₁₃ = «Количество входных параметров»; Z ₄₁₄ = «Стоимость разработки»
A42	Z42	Z ₄₂₁ = «Количество строк кода»; Z ₄₂₂ = «Количество ошибок на 1000 строк кода»; Z ₄₂₃ = «Количество входных параметров»; Z ₄₂₄ = «Стоимость разработки»
A43	Z43	Z ₄₃₁ = «Количество строк кода»; Z ₄₃₂ = «Количество ошибок на 1000 строк кода»; Z ₄₃₃ = «Количество входных параметров»; Z ₄₃₄ = «Стоимость разработки»

Заключение

На основе теоретико-множественного анализа ультразвуковой диагностики стальных валков в работе:

- выполнено определение основных объектов процесса;
- выявлен состав объектов рассматриваемого процесса;
- показана структура исследуемых объектов;
- выделены свойства этих объектов;
- определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами.

Библиографический список

1. Программное обеспечение для диагностики дефектов / К.Н. Вдовин, Л.Г. Егорова, А.В. Давыдов [и др.] // Программные продукты и системы. – 2011. – № 2. – С. 138 – 142.
2. Пат. 119119 Российская Федерация, МПК G 01 N 29/04. Установка для автоматического ультразвукового контроля крупногабаритных изделий / Вдовин К.Н., Егорова Л.Г., Армизонов В.А. [и др.]; заявитель и патенто-обладатель ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – № 2012111768/28; заявл. 27.03.12; опубл. 10.08.12, Бюл. № 22.
3. Логунова, О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т].- Пенза, 2009.- 383 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-5/49.
4. Трапезникова, А.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения.// Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. / А.С. Трапезникова, О.С. Логунова. – Челябинск, Из-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 50 – 54.
5. Логунова, О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. / О.С. Логунова. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
6. Логунова, О.С. Результаты онтологического анализа охлаждения непрерывнолитой заготовки // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: Сб. статей II Международ. научн.-техн. конф. / О.С. Логунова, А.А. Стороженко. – Пенза, 2008. – С. 174 – 179.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.11.2012

ПРИБЛИЖЕННОЕ ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВ СИНХРОНИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ

А. Р. Гуфранов

ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,
Россия, 450074, республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Фрунзе, д. 32
albert.gufranov@gmail.com

Аннотация

В таких областях науки, как физика или экономика, естественным образом возникают динамические системы с дискретным временем, в которых происходят колебательные процессы. Изучение множеств синхронизации позволяет определить условия возникновения колебаний в этих системах, а также решить задачу синхронизации нескольких колебательных систем.

APPROXIMATE CONSTRUCTION OF SYNCHRONIZATION SETS IN THE PROBLEMS OF NONLINEAR DYNAMICS

A. R. Gufranov

Abstract

In fields of science such as physics or economics, naturally arise discrete dynamical systems, in which there are oscillatory processes. The study of synchronization sets allows to determine conditions, under which the oscillatory processes occur, as well as to solve the synchronization problem of multiple oscillatory systems.

Введение

Рассмотрим динамическую систему с дискретным временем

$$x_{n+1} = f(x_n, \mu), x \in R^N, \mu = (\alpha, \beta) \in R^2. \quad (1)$$

Предполагается, что система (1) при всех значениях μ имеет точку равновесия $x^* = 0$, т. е. $f(0, \mu) \equiv 0$. Обозначим через $A(\mu) = f'_x(0, \mu)$ матрицу Якоби функции $f(x, \mu)$ в точке $x = 0$. Предположим, что при определенном значении μ_0 матрица $A(\mu_0)$ имеет пару простых собственных значений $e^{\pm 2\pi\theta_0 i}$, где $0 < \theta_0 \leq \frac{1}{2}$, θ_0 – рациональное число, при этом остальные собственные значения не равны 1 по модулю. В этом случае нулевая неподвижная точка является негиперболической [1] и при переходе параметра μ через значение μ_0 в системе (1) возможны различные бифуркационные явления.

Одним из возможных сценариев является бифуркация -циклов, когда при значениях μ близких к μ_0 системы (1) возникают циклы периода q , при этом амплитуды циклов стремятся к нулю при $\mu \rightarrow \mu_0$.

Обозначим через K множество тех точек на плоскости P параметров $\mu = (\alpha, \beta)$, в которых матрица $A(\alpha, \beta)$ имеет собственное значение λ , $|\lambda| = 1$. Это множество обычно представляет собой гладкую кривую.

Множествами синхронизации или языками Арнольда называются [1] такие области на плоскости параметров P , при которых система (1) имеет циклы, амплитуды которых стремятся к нулю при $\mu \rightarrow \mu_0$. Эти области имеют клинообразный вид, и вершины их лежат на тех точках кривой K , в которых матрица $A(\alpha, \beta)$ имеет собственные значения $e^{\pm 2\pi\theta_0 i}$ с рациональным θ_0 . К задачам о множествах синхронизации приводят многие теоретические и практические вопросы. Такие множества возникают, например, при возбуждении автоколебательной нелинейной системы внешним периодическим сигналом, при синхронизации двух автоколебательных систем и др. (см., например, [2]).

Основная часть

В данной статье изучается вопрос о приближенном построении множеств синхронизации нелинейных динамических систем в задаче о бифуркации 2-циклов. Основным объектом исследования является система

$$x_{n+1} = (1 + \alpha)Q(\beta)x_n + a_2(x_n), \quad (2)$$

где $a_2(x) = O(\|x\|^2)$ при малых x , а матрица $Q(\beta)$ имеет вид

$$Q(\beta) = \begin{bmatrix} \cos 2\pi\left(\beta + \frac{1}{2}\right) & -\sin 2\pi\left(\beta + \frac{1}{2}\right) \\ \sin 2\pi\left(\beta + \frac{1}{2}\right) & \cos 2\pi\left(\beta + \frac{1}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

Здесь $\theta_0 = \frac{1}{2}$. В этом случае матрица $A(\mu_0)$ будет иметь собственные значения $e^{\pm i\frac{\pi}{2}}$.

Циклы периода 2 для системы (2) описываются уравнением

$$\begin{cases} y = (1 + \alpha)Q(\beta)x + a_2(x), \\ x = (1 + \alpha)Q(\beta)y + a_2(y) \end{cases}$$

которое эквивалентно уравнению

$$x = (1 + \alpha)^2 Q^2(\beta)x + b_2(x), \quad (3)$$

где $b_2(x) = O(\|x\|^2)$. Положим $A(\alpha, \beta) = (1 + \alpha)^2 Q^2(\beta)$. Далее, пусть $(\alpha_0, \beta_0) = (0, 0)$.

Согласно [3], решения системы (3) существуют, если выполнены условия

$$\det \begin{bmatrix} (A_{10}e, e^*) & (A_{01}e, e^*) \\ (A_{10}e, g^*) & (A_{01}e, g^*) \end{bmatrix} \neq 0, \quad (4)$$

где $A_{10} = A'_\alpha(0,0)$, $A_{01} = A'_\beta(0,0)$, e – собственный вектор матрицы $A(0)$, e^* , g^* – собственные вектора сопряженной матрицы $A^*(0)$.

В данном случае имеем

$$A_{01} = (1 + 0)^2 \cdot 4\pi \begin{bmatrix} -\sin 2\pi & -\cos 2\pi \\ \cos 2\pi & -\sin 2\pi \end{bmatrix} = 4\pi \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$A_{10} = 2(1 + 0) \begin{bmatrix} \cos 2\pi & -\sin 2\pi \\ \sin 2\pi & \cos 2\pi \end{bmatrix} = 2I.$$

Тогда условие (4) примет вид

$$\det \begin{bmatrix} (e, e^*) & \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} e, e^* \\ (e, g^*) & \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} e, g^* \end{bmatrix} \neq 0. \quad (5)$$

Так как $A(0) = Q^2(0) = I$, то в качестве собственного вектора e можно взять любой ненулевой вектор, а в качестве векторов e^* и g^* – любые два ненулевых и неколлинеарных вектора. Покажем, что при любых выбранных таким образом векторах e , e^* и g^* условие (5) будет выполнено.

Используем покомпонентную запись векторов в естественном базисе пространства R^2 . Пусть $e = (e_x, e_y)$, $e^* = (e_x^*, e_y^*)$, $g^* = (g_x^*, g_y^*)$. Запишем условия (5) в покомпонентном виде:

$$(e_x e_x^* + e_y e_y^*)(-e_y g_x^* + e_x g_y^*) - (e_x g_x^* + e_y g_y^*)(-e_y e_x^* + e_x e_y^*) \neq 0,$$

$$(-e_x e_y e_x^* g_x^* - e_y^2 e_x^* g_x^* + e_x^2 e_x^* g_y^* + e_x e_y e_y^* g_y^*) -$$

$$-(-e_x e_y e_x^* g_y^* - e_y^2 e_x^* g_y^* + e_x^2 e_y^* g_x^* + e_x e_y e_y^* g_y^*) \neq 0,$$

$$(e_x^2 + e_y^2)(e_x^* g_y^* - e_y^* g_x^*) \neq 0.$$

Данное условие будет выполнено, так как множитель $(e_x^2 + e_y^2)$ является нормой вектора e , который по условию ненулевой, а множитель $(e_x^* g_y^* - e_y^* g_x^*)$ – векторное произведение векторов e^* и g^* , которое также не равно нулю, так как векторы e^* и g^* ненулевые и неколлинеарны друг другу.

Заключение

Таким образом, доказано существование циклов периода 2 для уравнения (2).

Дальнейшее исследование задачи приближенного построения множества синхронизации системы (2), отвечающего бифуркации - циклов, может быть проведено по схеме, указанной в [3].

Библиографический список

1. Гукенхеймер, Дж.П. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей. / Дж. Гукенхеймер, П. Холмс. – РХД, 2002.
2. Кузнецов С. П. Динамический хаос (курс лекций). / С.П. Кузнецов. – М.: Физматлит, 2001.

3. Вышинский, А. А. Операторный метод приближенного исследования правильной бифуркации в многопараметрических динамических системах. / А.А. Вышинский, Л.С. Ибрагимова, С.А. Муртазина, М.Г. Юмагулов. // Уфимский математический журнал, 2010. - №4.

*Работа представлена д.ф.-м.н., профессором
кафедры дифференциальных уравнений БГУ
Юмагуловым М.Г.*

Дата представления работы: 25.12.2012

ПРИБЛИЖЕННОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

Н. Р. Исанбаева

*Башкирский Государственный Университет
г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32*

Аннотация

В статье приводится схема получения асимптотических приближений для периодических решений, возникающих в окрестностях треугольных точек либрации плоской ограниченной эллиптической задачи трех тел. Эта схема основана на получении точных формул для разложения нелинейных функций, участвующих в указанной задаче.

APPROXIMATE CONSTRUCTION PERIODIC SOLUTION RESTRICTED ELLIPTIC THREE-BODY PROBLEM

N. R. Isanbaeva

Abstract

The article provides a flow diagram for the asymptotic approximations of periodic solutions arising in the vicinity of the triangular libration points plane of the elliptic restricted three-body problem. This scheme is based on getting the exact formulas for the decomposition of non-linear functions involved in this task.

Одной из наиболее известных и интересных задач в небесной механике является плоская ограниченная эллиптическая задача трех тел [1, 2]. Эта задача состоит в изучении движения тела малой массы в плоскости движения двух других массивных тел, двигающиеся по эллиптическим орбитам. Особый интерес здесь вызывает поведение трех тел в окрестности так называемых точек либрации – стационарных решений задачи.

Пусть m_1 и m_2 – массы гравитирующих тел P_1 и P_2 так, что тело P_2 движется вокруг тела P_1 по эллиптической орбите с эксцентриситетом ε , $0 \leq \varepsilon < 1$. Тогда движение третьего тела P_3 в координатах Нехвилла [1,2] описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} x'' - 2y' = \rho \left(x - \mu + \frac{\mu - 1}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} x - \frac{\mu}{((x-1)^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} (x-1) \right) \\ y'' + 2x' = \rho \left(y + \frac{\mu - 1}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} y - \frac{\mu}{((x-1)^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} y \right), \end{cases} \quad (1)$$

где $\rho = \frac{1}{1 + \varepsilon \cos t}$, $\mu = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$, $0 \leq \mu \leq 1$, t – истинная аномалия.

Система (1) имеет пять постоянных решений – точек либрации: прямолинейных (L_1, L_2, L_3) и треугольных (L_4, L_5). Нас интересует периодические решения в окрестности треугольной точки либрации $L_4(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2})$.

Перейдем от системы (1) второго порядка к системе первого порядка, произведя замену: $x_1 = x$, $x_2 = y$, $x_3 = x'$, $x_4 = y'$. Тогда система (1) примет вид:

$$x' = F(x, \mu, \varepsilon, t), \quad x \in R^4, \quad (2)$$

где

$$F(x, \mu, \varepsilon, t) = \begin{bmatrix} x_3, \\ x_4, \\ 2x_4 + \rho \left(x_1 - \mu + \frac{\mu - 1}{(x_1^2 + x_2^2)^{\frac{3}{2}}} x_1 - \frac{\mu}{((x_1 - 1)^2 + x_2^2)^{\frac{3}{2}}} (x_1 - 1) \right), \\ -2x_3 + \rho \left(x_2 + \frac{\mu - 1}{(x_1^2 + x_2^2)^{\frac{3}{2}}} x_2 - \frac{\mu}{((x_1 - 1)^2 + x_2^2)^{\frac{3}{2}}} x_2 \right) \end{bmatrix}. \quad (3)$$

При этом точка либрации L_4 будет иметь координаты $L_4(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}, 0, 0)$. Произведя замену $u = x - x^*$, получим систему:

$$u' = F(u + x^*, \mu, \varepsilon, t), \quad u \in R^4, \quad (4)$$

где

$$F(u + x^*, \mu, \varepsilon, t) = \begin{bmatrix} u_3, \\ u_4, \\ 2u_4 + \rho \left(u_1 + \frac{1}{2} - \mu + \frac{\mu - 1}{\left((u_1 + \frac{1}{2})^2 + (u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \left(u_1 + \frac{1}{2} \right) - \frac{\mu}{\left((u_1 + \frac{1}{2})^2 + (u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \left(u_1 - \frac{1}{2} \right) \right), \\ -2u_3 + \rho \left(u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\mu - 1}{\left((u_1 + \frac{1}{2})^2 + (u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \left(u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) - \frac{\mu}{\left((u_1 + \frac{1}{2})^2 + (u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \left(u_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \right). \end{bmatrix}$$

При этом в системе (4) точка либрации будет иметь координаты $u = (0, 0, 0, 0)$.

Перейдем от (4) к уравнению:

$$u' = A(\varepsilon, \mu, t)u + a(\varepsilon, \mu, t, u), \quad u \in R^4, \quad (5)$$

где

$$A(\varepsilon, \mu, t) = F_x(x^*, \varepsilon, \mu, t) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3/4\rho & 3\sqrt{3}/4(1-2\mu)\rho & 0 & 2 \\ 3\sqrt{3}/4(1-2\mu)\rho & 9/4\rho & -2 & 0 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

$a(\varepsilon, \mu, t, h)$ – нелинейная вектор-функция такая, что $a(\varepsilon, \mu, t, h) = O(\|h\|^2)$.

Задача о периодических решениях уравнения (5) равносильна операторному уравнению:

$$u = e^{2\pi A(\mu)}u + e^{2\pi A(\mu)} \int_0^{2\pi} e^{-sA(\mu)} f(u(s), \varepsilon, \mu, s) ds, \quad (7)$$

где $f(u) = -\varepsilon \cos t A_1(t, \varepsilon, \mu) + a(u, \mu, \varepsilon, t)$.

Разложим нелинейность $a(u, \mu, \varepsilon, t)$ по формуле Тейлора в окрестности нулевой точки равновесия. «Ручное» вычисление коэффициентов этого разложения является крайне трудоемкой работой. Вместе с тем отметим, что современные программные продукты управляются с этой работой без особых проблем. Нами разработана программа в среде MAPLE, которая позволяет найти точные значения коэффициентов разложения нелинейности $a(u, \mu, \varepsilon, t)$ по формуле Тейлора. Приведем для иллюстрации некоторые разложения, относящиеся к слагаемым первой и второй степени:

$$F_{u_1} = \frac{3}{4}\rho; \quad F_{u_2} = \frac{3\sqrt{3}}{4}\rho(1-2\mu); \quad F_{u_3} = 0; \quad F_{u_4} = 2;$$

$$F_{u_1 u_1} = \frac{3}{8}\rho(3\mu - 5); \quad F_{u_1 u_2} = 3\sqrt{3}\rho(\mu - \frac{9}{8}); \quad F_{u_1 u_3} = 0; \quad F_{u_1 u_4} = 0.$$

Эти формулы могут быть использованы, например, при построении решений уравнения (1) на основе метода малого параметра. При этом удастся установить, что соответствующие решение существуют. Доказательство проводится по схеме, полученной в работе [3].

Библиографический список

1. Маркеев, А. П. Точки либраций в небесной механике и космодинамике. / А.П. Маркеев. – М.: Наука, 1978.
2. Дубошин, Г. Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. / Г.Н. Дубошин. – М.: Наука, 1978.
3. Юмагулов, М. Г. Операторный метод приближенного исследования бифуркации в многопараметрических динамических системах. // М.Г. Юмагулов, А.А. Вышинский, Л.С. Ибрагимова, С.А. Муртазина. – Уфимский математический журнал, 2010.

*Работа представлена д.ф.-м.н., профессором
кафедры дифференциальных уравнений БГУ
Юмагуловым М.Г.*

Дата представления работы: 25.12.2012.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

С.Ю. Шамаев, А.М. Черноусова

*ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Россия, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13
aki_2123@mail.ru*

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1863

Аннотация

В работе приводятся информационные модели, предназначенные для разработки технического предложения на создание гибкой производственной системы. В рамках системного подхода модель ГПС представлена, как динамическое взаимодействие подсистем: автоматизированной транспортно-складской системы – обрабатывающей системы – автоматизированной системы инструментального обеспечения. Используются теория графов и теория множеств.

INFORMATION MODELS FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM

S. U. Shamaev, A.M. Chernousova

Abstract

The paper presents the information model for the design of the technical proposal for a flexible production system productivity. Within the model of flexible manufacturing system approach presented as a dynamic interaction of subsystems: the automated transport and storage system – processing system – automated tool support. Used graph theory and the theory of sets.

В настоящее время основная задача промышленности заключается в расширении и совершенствовании индустриальной базы развития экономики, в повышении технического уровня и эффективности производства, его рентабельности, организации, мобильности, экономии производственных и трудовых ресурсов, улучшении качества продукции [1]. В этих условиях основой развития машиностроения является создание гибких производственных систем (ГПС). Гибкая производственная система – «управляемая средствами вычислительной техники совокупность технологического оборудования, состоящая из разных сочетаний гибких производственных модулей и (или) гибких производственных ячеек, автоматизированной системы технологической подготовки производства и систем обеспечения функционирования, обладающая свойством автоматизированной переналадки при изменении программы производства изделий, разновидности которых ограничены технологическими возможностями оборудования» [2].

Наиболее наукоемким и ответственным этапом создания ГПС является разработка технического предложения, формирующего «облик» будущей системы. Данный этап связан с разработкой и использованием современных методов предпроектных расчетов, от качества которых напрямую зависит эффективность создаваемых производственных си-

стем. Основным инструментом для анализа и синтеза систем служит компьютерное моделирование.

Процесс разработки моделей и их исследования на компьютере можно разделить на несколько основных этапов: построение информационной модели; создание формализованной модели; построение компьютерной модели; компьютерный эксперимент; анализ полученных результатов и корректировка исследуемой модели.

В данной работе приводятся результаты построения информационных моделей, предназначенных для разработки технического предложения на создание ГПС. Информационная модель - совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя [3].

Для представления гибкой производственной системы в виде информационных моделей в работе использованы теория графов и теория множеств.

В рамках системного подхода представим модель ГПС, как динамическое взаимодействие подсистем: автоматизированной транспортно-складской система (ТСС) – обрабатывающая система (ОЦ) – автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО).

Для отражения множественного характера связей ГПС с окружающей средой и ее подсистем между собой использован мультиграф $H(Q, V)$. Множеству его вершин соответствуют рассматриваемые компоненты ГПС и взаимодействующие с ней различные службы и подразделения предприятия Q_i , а множеству дуг V – связи и отношения между Q_i . Графовая информационная модель представлена на рис. 1. Приняты следующие сокращения для объектов внешней среды: АСТПП – автоматизированная система технологической подготовки производства, АСУ – автоматизированная система управления, ЗЦ – заготовительный цех, ДЦ – другие цеха; для компонентов подсистем ГПС: ТС_з, ТС_и – транспортные средства для перемещения заготовок и инструмента (соответственно), СИ – склад инструмента, СЗ – склад заготовок, ПН – пристаночный накопитель, МИ – магазин инструментов, РЗ – рабочая зона; для связей между вершинами: ТД – техническая документация, ТО – технические отклонения, З – заготовки; ОД – обработанные детали, И – инструмент, У – управление, ОС – обратная связь.

Исходя из структуры ГПС и анализа ее функционирования, гибкую производственную систему зададим следующим множеством:

$$G = \{ТС, О, I, P, A_i\},$$

где ТС – множество объектов транспортно-складской системы; О – множество объектов обрабатывающего оборудования (станки); I – множество объектов системы инструментального обеспечения; $P = \{P_i; i = 1, \dots, m\}$

– множество параметров ГПС, m – число параметров ГПС; $A_r = \{A_i; i = 1, \dots, k\}$ – описание алгоритмов управления и работы гибкой производственной системы, k – число возможных алгоритмов.

Автоматизированная транспортно-складская система включает транспортные средства для перемещения заготовок ТС₃ и склад заготовок СЗ. Главная функция подсистемы заключается в бесперебойном снабжении станков заготовками с целью снижения простоев оборудования и своевременным перемещением обработанных заготовок обратно на склад, а также равномерная загрузка транспортных средств. Обеспечение бесперебойных поставок заготовок к станкам обеспечивается алгоритмами управления работой транспортно-складской системой.

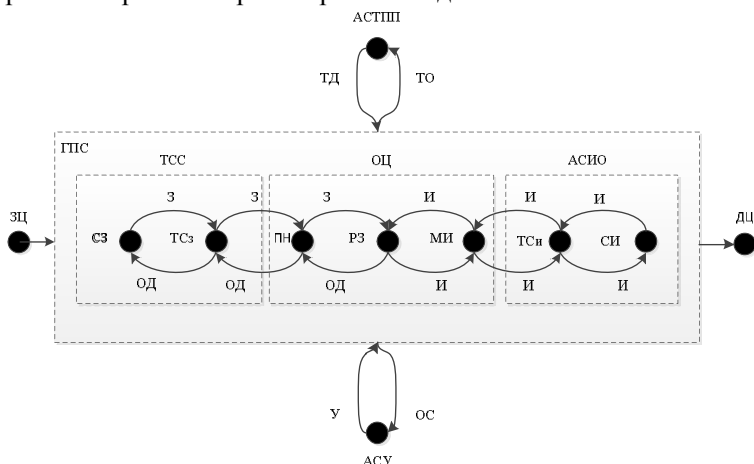


Рис. 1. Графовая информационная модель гибкой производственной системы

Описание транспортно-складской системы будет выглядеть следующим образом:

$$TC = \{T_3, C_3, A_r\},$$

где $T_3 = \{T_t, T_r, T_d\}$ – описание транспортных средств (ТС) для перемещения заготовок, T_t – тип транспортного средства; $T_r = \{T_{r_i}; i = 1, \dots, n\}$ – параметры ТС, n – число параметров; $T_d = \{T_{d_i}; i = 1, \dots, n\}$ – набор действий, выполняемых ТС, n – число действий; $C_3 = \{C_t, C_r, C_d\}$, C_t – тип склада; $C_r = \{C_{r_i}; i = 1, \dots, n\}$ – параметры склада, n – число параметров; $C_d = \{C_{d_i}; i = 1, \dots, n\}$ – набор действий, выполняемых складом, n – число действий; $A_r = \{A_i; i = 1, \dots, n\}$ – описание алгоритмов управления и работы транспортно-складской системы, n – число возможных алгоритмов.

Обрабатывающее оборудование представляет собой совокупность станков, на которых непосредственно ведется обработка заготовок. В ее составе выделим: пристаночный накопитель ПН, магазин инструментов

МИ, рабочую зону РЗ. Обработывающая подсистема описывается следующим множеством:

$$O = \{S, A_o\},$$

где $S = \{S_i; i = 1, \dots, n\}$ – описание обрабатывающего оборудования (станки), n – число станков; $S_i = \{St_i, Sw_i, Sa_i, Si_i, Sd_i\}$, St_i – тип станка; Sw_i – описание рабочей зоны станка; Sa_i – описание пристаночного накопителя станка; Si_i – описание магазина инструментов станка; $Sd_i = \{Sd_{ij}; j = 1, \dots, n\}$ – набор действий, выполняемых станком, n – число действий; $A_o = \{A_i; i = 1, \dots, n\}$ – описание алгоритмов управления и работы обрабатывающей подсистемы, n – число возможных алгоритмов.

В состав автоматизированной системы инструментального обеспечения входят транспортные средства для перемещения инструмента $ТС_i$ и склад инструмента $СИ$. Функционирование системы заключается в бесперебойном снабжении станков инструментом с целью снижения простоев оборудования и равномерная загрузка транспортных средств. Обеспечение бесперебойных поставок инструмента к станкам обеспечивается алгоритмами управления. Описание автоматизированной системы инструментального обеспечения будет выглядеть следующим образом:

$$I = \{S, R, A_n\},$$

где $S = \{It, Ip, Id\}$ – описание склада инструмента, It – тип склада; $Ip = \{Ip_i; i = 1, \dots, n\}$ – параметры склада, n – число параметров; $Id = \{Id_i; i = 1, \dots, n\}$ – набор действий, выполняемых складом, n – число действий; $R = \{R_i; i = 1, \dots, n\}$ – описание транспортных средств для перемещения инструмента, n – число ТС; $R_i = \{Rt_i, Rp_i, Rd_i\}$, Rt – тип транспортного средства; $Rp_i = \{Rp_{ij}; j = 1, \dots, n\}$ – параметры ТС, n – число параметров; $Rd_i = \{Rd_{ij}; j = 1, \dots, n\}$ – набор действий, выполняемых ТС, n – число действий; $A_n = \{A_{ni}; i = 1, \dots, n\}$ – описание алгоритмов управления и работы автоматизированной системы инструментального обеспечения, n – число возможных алгоритмов.

Как показал анализ моделей функционирования гибкой производственной системы, наибольшее распространение получили детерминированные дискретные модели, стохастические модели и непрерывно-стохастические модели. В дальнейшем разработанная модель будет использована при компьютерном моделировании, при котором имитируются все передвижения объектов в реальном времени. Поэтому наиболее подходящим этим целям будет выбор дискретной модели.

Рассмотрим на примере транспортного средства для перемещения заготовок применение предлагаемого подхода для составления соответствующей компьютерной модели.

Этап 1. Выделение функциональных свойств транспортных средств, которые будут учитываться при моделировании: ускорение; скорость движения; грузоподъемность; время смены.

Этап 2. Выделение действий, которые может совершать транспортное средство: движение на склад (за заготовкой или с обработанной деталью); перемещение заготовки со склада или обработанной детали на склад; движение к станку (с заготовкой или за обработанной деталью); перемещение заготовки на станок или обработанной детали со станка.

Этап 3. Оформление описания транспортного средства в виде разработанного на языке программирования C++ класса.

Представленные в данной работе информационные модели использованы: в моделях гибкой производственной системы, полученных средствами объектно-ориентированных технологий, [4]; в программной реализации модулей среды инженерного анализа (программе формирования технического предложения на создание гибкой производственной системы «FMS-PC» [5]; программе моделирования работы производственной системы Model PS, программе проектирования основного оборудования производственной системы Project PS, программе проектирования складской системы StorageCalculation.

Вычислительные эксперименты в среде разработанных программных средств позволили выявить закономерности влияния технологических, конструкторских, проектных, управленческих и диспетчерских решений на эффективность функционирования производственных систем. Полученные результаты предназначены для использования на ранних стадиях проектирования (на этапе перехода от Технического Задания на проектирование к Техническому Предложению по созданию производственных систем нового поколения) и для оптимизации функционирования производственных систем в условиях меняющейся продукции и изменяющихся условий производства.

Библиографический список

1. Шишмарев, В. Ю. Машиностроительное производство / В. Ю. Шишмарев, Т. И. Каспина . – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 352 с. – ISBN 5-7695-3404-4.

2. A hybrid simulated annealing-tabu search algorithm for the part selection and machine loading problems in flexible manufacturing systems. By: Arıkan, Murat; Erol, Serpil. – International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2012.

3. ГОСТ 2.053-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения Дата введения. – Введ. 2006-09-01. – М.: Издательство стандартов, 2006. – 14 с.

4. Шамаев, С. Ю. Применение объектно-ориентированных технологий при моделировании высокоавтоматизированных производственных систем / С. Ю. Шамаев, А.М. Черноусова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Том 14 №4 (2). – 2012.

5. Свидетельство № 010610231 Российская Федерация. Программа формирования технического предложения на создание гибкой производственной системы «FMS-PC»: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / А. И. Сердюк, С. Ю. Шамаев ; заявитель и правообладатель Оренб. гос. ун-т. – № 2009616111 ; заявл. 03.11.2009 ; зарегистрир. 11.01.2010. – 1 с.

Работа представлена д.т.н., профессором, заведующим кафедрой технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета Поляковым А.Н.

ЗАДАЧА О СУБГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ УРАВНЕНИЯ ДУФФИНГА

М.Г. Юмагуло, Э.С. Суюндукова

*ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,
Россия, 450000, Республика Башкортостан., г. Уфа, ул.З.Валиди, д.32*

yum_mg@mail.ru, suyundukova89@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается модифицированное уравнение Дуффинга с периодической вынуждающей силой. Показано, что при определенных условиях в уравнении возникают субгармонические колебания, т.е. имеет место синхронизация на субгармониках.

THE PROBLEM OF SUBHARMONIC OSCILLATIONS DUFFING EQUATION

M.G.Yumagulov, E.S.Suyundukova

Abstract

In the article the modified Duffing equation with a periodic driving force. It is shown that under certain conditions in the equation there subharmonic oscillations, i.e. synchronization occurs at subharmonics.

Актуальность работы

Моделирование многих физических и механических процессов приводят к уравнению Дуффинга и его различным модификациям (см., например, [1]). Классическое уравнение Дуффинга имеет вид:

$$x'' + kx' + \gamma x + \mu x^3 = 0.$$

Таким уравнением описываются, например, колебания математического маятника при небольших углах отклонения, колебания грузика на пружине с нелинейной возвращающей силой, расположенного на плоской горизонтальной поверхности. Часто рассматривают уравнение Дуффинга при наличии вынуждающей периодической силы вида:

$$x'' + kx' + \gamma x + \mu x^3 = f_0 \cos \Omega t.$$

Уравнение Дуффинга при внешнем гармоническом воздействии широко используется при изучении свойств хаотических колебаний и является одной из базовых моделей теории детерминированного хаоса [1].

При изучении уравнения Дуффинга одними из основных являются вопросы о его периодических решениях, о построении этих решений, о свойствах их устойчивости и т.п. Известно (см., например, [2]), что некоторые квазилинейные системы под действием периодических возбуждающих сил периода T могут иметь периодические решения, период которых является числом кратным T : это явление называется синхронизацией на субгармониках, а возникающие периодические решения – субгармоническими колебаниями. Именно такое явление изучается в настоящей статье для уравнения Дуффинга.

Основные утверждения

Основным объектом исследования настоящей статьи является следующее модифицированное уравнение Дуффинга

$$x'' + f(\alpha, \beta)x' + \beta^2 x + x^3 + g(\alpha, \beta, t) = 0, \quad (1)$$

в котором α, β - некоторые параметры, функции f и g предполагаются гладкими, при этом вынуждающая сила g является периодической периода T , т.е. $g(\alpha, \beta, t + T) \equiv g(\alpha, \beta, t)$. Предполагается также, что $f(\alpha_0, \beta_0) = 0$, $g(\alpha_0, \beta_0, t) \equiv 0$.

При $\alpha = \alpha_0, \beta = \beta_0$ линеаризованное уравнение имеет вид:

$$x'' + \beta_0^2 x = 0, \quad (2)$$

все решения которого являются T_0 -периодическими, где $T_0 = \frac{2\pi}{\beta_0}, \beta_0 > 0$.

Для изучения эффекта синхронизации на субгармониках в уравнении (1) проведем некоторые преобразования. Положим $y_1 = x, y_2 = x'$. Тогда уравнение (1) перепишется в виде системы

$$\begin{cases} y_1' = y_2 \\ y_2' = -f(\alpha, \beta)y_2 - \beta^2 y_1 - y_1^3 - g(\alpha, \beta, t) \end{cases} \quad (3)$$

или

$$y' = B(\alpha, \beta)y + u(y) + v(\alpha, \beta, t), \quad (4)$$

где

$$B(\alpha, \beta) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\beta^2 & -f(\alpha, \beta) \end{pmatrix}, \quad u(y) = \begin{pmatrix} 0 \\ -y_1^3 \end{pmatrix},$$

$$v(\alpha, \beta, t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -g(\alpha, \beta, t) \end{pmatrix}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}.$$

Матрица $B(\alpha_0, \beta_0)$ имеет собственное значение $\pm i\beta_0^2$.

Лемма 1. Периодические решения периода kT системы (4) определяются из уравнения

$$y = e^{kTB(\alpha, \beta)} y + e^{kTB(\alpha, \beta)} \int_0^{kT} e^{-sB(\alpha, \beta)} u(y(s)) ds + \\ + e^{kTB(\alpha, \beta)} \int_0^{kT} e^{-ksB(\alpha, \beta)} v(\alpha, \beta, s) ds, \quad (5)$$

где $y \in R^2$, а функция $y(t)$ – это решение задачи Коши для дифференциального уравнения (4) при начальном условии $y(0) = y$.

Уравнение (5) представим в виде

$$y = A(\alpha, \beta)y + b(\alpha, \beta, y) + a(\alpha, \beta),$$

где $A(\alpha, \beta) = e^{kTB(\alpha, \beta)}$, $b(\alpha, \beta, y) = e^{kTB(\alpha, \beta)} \int_0^{kT} e^{-ksB(\alpha, \beta)} u(y(s)) ds$, $a(\alpha, \beta) = e^{kTB(\alpha, \beta)} \int_0^{kT} e^{-ksB(\alpha, \beta)} v(\alpha, \beta, s) ds$.

Пусть $\beta_0 kT = 2\pi$, т.е. $\beta_0 = \frac{2\pi}{kT}$. Тогда матрица $A(\alpha_0, \beta_0)$ имеет собственное значение 1 кратности 2. Положим $e = e^* = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ и $g = g^* = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Теорема 1. Пусть выполнено условие

$$\det \begin{pmatrix} (a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0), e^*) & (a'_\beta(\alpha_0, \beta_0), e^*) \\ (a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0), g^*) & (a'_\beta(\alpha_0, \beta_0), g^*) \end{pmatrix} \neq 0. \quad (6)$$

Тогда в уравнении (1) имеет место синхронизация на субгармониках периода kT , а именно, при близких к $\alpha = \alpha_0, \beta = \beta_0$ значениях параметров α и β уравнение (1) имеет малые ненулевые периодические решения периода kT .

Доказательство теоремы сводится к проверке достаточного признака седло-узловой бифуркации для операторного уравнения (5), установленного в [3]. Этот достаточный признак равносителен условию (6).

Для иллюстрации теоремы 1 рассмотрим важный частный случай уравнения (1), когда функция $g(\alpha, \beta, t)$ определена равенством $g(\alpha, \beta, t) = g_1(\alpha, \beta) \sin t + g_2(\alpha, \beta) \cos t$. Тогда $T = 2\pi$. Покажем, что при некоторых дополнительных предположениях условие (6) будет выполнено и, следовательно, для уравнения (1) имеет место синхронизация на субгармониках. Для этого сначала вычислим производные $a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0)$, $a'_\beta(\alpha_0, \beta_0)$. Имеем

$$a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0) = e^{kTB(\alpha_0, \beta_0)} \int_0^{kT} e^{-ksB(\alpha_0, \beta_0)} v'_\alpha(\alpha_0, \beta_0, s) ds$$

$$a'_\beta(\alpha_0, \beta_0) = e^{kTB(\alpha_0, \beta_0)} \int_0^{kT} e^{-ksB(\alpha_0, \beta_0)} v'_\beta(\alpha_0, \beta_0, s) ds$$

Вычисления показывают, что

$$e^{-sB(\alpha_0, \beta_0)} = \begin{pmatrix} \cos \beta_0 s & -\frac{1}{\beta_0} \sin \beta_0 s \\ -\beta^2 \frac{1}{\beta_0} \sin \beta_0 s & \cos \beta_0 s \end{pmatrix}$$

$$v'_\alpha(\alpha_0, \beta_0, s) = \begin{pmatrix} 0 \\ -g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \sin s - g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \cos s \end{pmatrix}$$

$$v'_\beta(\alpha_0, \beta_0, s) = \begin{pmatrix} 0 \\ -g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0) \sin s - g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0) \cos s \end{pmatrix}$$

$$a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0) = \begin{pmatrix} \int_0^{kT} \frac{1}{\beta_0} \sin \beta_0 s (g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \sin s + g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \cos s) ds \\ \int_0^{kT} -\cos \beta_0 s (g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \sin s + g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0) \cos s) ds \end{pmatrix}$$

$$a'_\beta(\alpha_0, \beta_0) = \begin{pmatrix} \int_0^{kT} \frac{1}{\beta_0} \sin \beta_0 s (g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0) \sin s + g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0) \cos s) ds \\ \int_0^{kT} -\cos \beta_0 s (g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0) \sin s + g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0) \cos s) ds \end{pmatrix}$$

При $T = 2\pi$ и $\beta_0 = \frac{1}{k}$ получим $a'_\alpha(\alpha_0, \beta_0) = \begin{pmatrix} g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0)\pi \\ -g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0)\pi \end{pmatrix}$ и

$a'_\beta(\alpha_0, \beta_0) = \begin{pmatrix} g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0)\pi \\ -g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0)\pi \end{pmatrix}$. Тогда условие (6) выполняется, если

$$g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0)g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0) - g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0)g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0) \neq 0, \quad (7)$$

так как определитель в (6) равен

$$(g'_{1\beta}(\alpha_0, \beta_0)g'_{2\alpha}(\alpha_0, \beta_0) - g'_{1\alpha}(\alpha_0, \beta_0)g'_{2\beta}(\alpha_0, \beta_0))\pi^2.$$

Следовательно, верна

Теорема 2. Пусть в уравнении (1) нелинейность $g(\alpha, \beta, t)$ определяется равенством $g(\alpha, \beta, t) = g_1(\alpha, \beta) \sin t + g_2(\alpha, \beta) \cos t$. Пусть $\beta_0 = \frac{1}{k}$ и выполнено условие (7). Тогда в уравнении (1) имеет место синхронизация на субгармониках периода kT при $T = 2\pi$.

Библиографический список

1. Магницкий Н. А. Теория динамического хаоса. – М.: Эдиториал УРСС, 2011. – 320 с.
2. Розо М. Нелинейные колебания и теория устойчивости. – М.: Наука, 1971. – 288 с.
3. Суюндукова Э.С. Функционализация параметра в задаче исследования седло-узловых бифуркаций. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции 7-8 ноября 2012. – Магнитогорск, 2012. – С. 100 – 103.

*Работа представлена д. ф.-м. н., профессором
кафедры Дифференциальных уравнений БашГУ
Юмагуловым М.Г.*

Дата представления работы: 24.12.2012.

СИНХРОНИЗАЦИЯ СУБГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ УРАВНЕНИЯ МАТЬЕ

Л.С. Ибрагимова

*ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»
Россия, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34.*

lilibr@mail.ru

SYNCHRONIZATION OF SUBHARMONIC OSCILLATIONS MATHIEU EQUATION

L.S. Ibragimova

Аннотация

При описании многих физических, механических, биологических процессов возникает уравнение Матье. Работа посвящена изучению субгармонических колебаний в окрестности нулевого решения данного уравнения. Рассматривается задача о синхронизации субгармонических колебаний. Метод основан на переходе к операторному уравнению. Установлены признаки возникновения субгармонических колебаний.

SYNCHRONIZATION OF SUBHARMONIC OSCILLATIONS MATHIEU EQUATION

L.S. Ibragimova

Abstract

Mathieu equation arises in the description of many physical, mechanical and biological processes. The subharmonic oscillations in the vicinity of the zero solution are studied in this paper. The problem of synchronization of sub-

harmonic oscillations is investigated. The method is based on the transition to an operator equation. Signs of subharmonic oscillations are obtained in the work.

Введение

Одним из наиболее известных в теории динамических систем и в приложениях является уравнение Матье

$$x'' + \varphi(t)x = 0,$$

в котором функция $\varphi(t)$ является периодической. Оно возникает при описании многих физических, механических, биологических и др. процессов (см., например, [1]). Известны различные модификации уравнения Матье, в частности, уравнение вида

$$x'' + \varphi(t)x + \varepsilon(t, x) = 0,$$

учитывающее малые нелинейные возмущения $\varepsilon(t, x)$. При изучении уравнений Матье возникают вопросы существования в окрестности нулевого решения малых периодических или ограниченных решений, анализ их устойчивости и т.п.

Следует отметить, что уравнение Матье является консервативным и динамика его достаточно сложна. Часто уравнение Матье содержит параметры, что может приводить к тем или иным бифуркационным явлениям, в частности, к возникновению в окрестности нулевого решения субгармонических колебаний.

Постановка задачи

В настоящей работе рассматривается модифицированное уравнение Матье вида

$$x'' + (1 + \mu \cos 2t)x + a(x, t) = 0, \tag{1}$$

где μ - скалярный параметр, а функция $a(x, t)$ предполагается 2π -периодической по t и удовлетворяющей соотношению

$$\max_{0 \leq t \leq 2\pi} |a(x, t)| = O(|x|^2) \text{ при } |x| \rightarrow 0.$$

Линеаризованное при $\mu=0$ уравнение (1) имеет вид

$$x'' + x = 0,$$

все решения которого являются 2π -периодическими. Наличие π -периодического возмущения в уравнении (1) может вызвать возникновение в окрестности нулевого решения 2π -периодических колебаний, т.е. периодических решений с периодом в два раза большим периода возмущения. Явление возникновения в нелинейной динамической системе периодических колебаний с периодом кратным периоду T возмущающей силы называют синхронизацией на субгармониках [2], а возникающие при этом периодические колебания называют субгармоническими.

Синхронизация на субгармониках может возникнуть как в диссипативных, так и в консервативных системах. При этом исследование кон-

сервативных систем существенно сложнее в связи с тем, что обычные признаки бифуркации субгармонических колебаний (см., например, [1,3,4]) в таких системах не работают. Ниже приводится схема исследования возникновения субгармонических колебаний уравнения (1) с периодом 2π . Аналогичные результаты могут быть получены и в задаче о возникновении субгармонических колебаний уравнения (1) с периодом q при любом натуральном $q > 1$.

Основные результаты

Приведем сначала предварительные преобразования. Полагая $y_1 = x$ и $y_1 = x'$, перейдем от (1) к системе

$$\left. \begin{aligned} y_1' &= y_2, \\ y_2' &= -(1 + \mu \cos 2t)y_1 - a(y_1, t) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

или к системе

$$y' = (A_0 + \mu A_1(t))y + b(y, t), \quad (3)$$

где $y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$, $A_0 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$, $A_1(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ \cos 2t & 0 \end{pmatrix}$, $b(y, t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -a(y_1, t) \end{pmatrix}$.

Положим $T=2\pi$. Тогда задача о T -периодических решениях системы (3) равносильна задаче о неподвижных точках дискретной динамической системы

$$y_{n+1} = e^{A_0 T} y_n + e^{A_0 T} \int_0^T e^{-A_0 s} (\mu A_1(s) y_n(s) + b(y_n(s), s)) ds, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

где $y_n \in R^2$, $y_n(t)$ - это решение задачи Коши для дифференциального уравнения (3) при начальном условии $y(0) = y_n$.

По построению имеем $e^{A_0 T} = I$, где I - единичная матрица. Далее

$$e^{-A_0 t} = \begin{pmatrix} \cos t & -\sin t \\ \sin t & \cos t \end{pmatrix}.$$

Дискретная система (4) является консервативной. Для построения ее решений предлагается следующая схема. На первом этапе определим отображение $F(y, \mu)$, которое задается правой частью системы (4):

$$F(y, \mu) = e^{A_0 T} y + e^{A_0 T} \int_0^T e^{-A_0 s} (\mu A_1(s) y(s) + b(y(s), s)) ds.$$

Найдем производную этого отображения в нулевой точке:

$$B(\mu)y = F_y'(0, \mu)y = e^{A_0 T} y + \mu e^{A_0 T} \int_0^T e^{-A_0 s} A_1(s) y(s) ds.$$

На втором этапе методами теории возмущений линейных операторов [5] определим главную асимптотику собственных значений оператора $B(\mu)$. А именно, учитывая равенство $B(0) = e^{A_0 T} = I$, найдем, что оператор $B(\mu)$ при малых μ имеет два собственных значения, главная асимптотика которых совпадает с асимптотикой собственных значений матрицы

$$\bar{B}(\mu) = \begin{pmatrix} 1 - \alpha(\mu) & \beta(\mu) \\ -\beta(\mu) & 1 - \alpha(\mu) \end{pmatrix},$$

в котором $\beta(\mu)$ является линейной функцией, а $\alpha(\mu)$ - квадратичной, при этом указанные функции могут быть построены.

На третьем этапе рассматривается вспомогательная динамическая система (зависящая от двух скалярных параметров):

$$y_{n+1} = B(\alpha, \beta)y_n + b(\alpha, \beta, y_n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (5)$$

где $B(\alpha, \beta) = \begin{pmatrix} 1 - \alpha & \beta \\ -\beta & 1 - \alpha \end{pmatrix}$, $b(\alpha, \beta, y) = O(\|y\|^2)$ при $\|y\| \rightarrow 0$. Положим

$\alpha_0 = 0$ и $\beta_0 = 0$. Для системы (5) на основе схемы, приведенной в [4], и метода малого параметра доказываем, что значение (α_0, β_0) является правильной точкой бифуркации. Наконец, на заключительном этапе доказываем, что возникающие решения уравнения (5) являются решениями и уравнения (4), а, следовательно, и субгармоническими решениями исходного уравнения (1).

Библиографический список

1. Магницкий Н.А. Теория динамического хаоса. – М.: Ленанд, 2011. – 320 с.
2. Розо М. Нелинейные колебания и теория устойчивости. – М.: Наука, 1971. – 288 с.
3. Каток А.Б., Хасселблат Б. Введение в теорию динамических систем. – М.: МЦНМО, 2005. – 464 с.
4. Вышинский А.А., Ибрагимова Л.С., Муртазина С.А., Юмагулов М.Г. Операторный метод приближенного исследования правильной бифуркации в многопараметрических динамических системах // Уфимский математический журнал, 2010. – Т.2. – №4. – С. 3 – 26.
5. Като Т. Теория возмущений линейных операторов. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

*Работа представлена д. ф.-м. н., профессором
кафедры Дифференциальных уравнений БашГУ
Юмагуловым М.Г.*

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ВОЗМУЩЕНИИ КРАТНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ОПЕРАТОРА

Г.Р. Абушахмина

Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «БашГУ»

Россия, 453640, РБ, г. Сибай, ул. Белова, 21

abushahmina_g@mail.ru

Аннотация

Настоящая работа посвящена задаче построения собственных значений линейного оператора $A(\alpha, \beta)$, зависящего от двух скалярных параметров и такого, что оператор $A(0,0)$ имеет ненулевое собственное значение λ_0 кратности 2. Предлагается алгоритм построения функций $\alpha = \alpha(\varepsilon)$ и $\beta = \beta(\varepsilon)$, где ε – вспомогательный малый параметр, таких, чтобы оператор $A(\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))$ имел заданное собственное значение $\lambda(\varepsilon)$.

AN ALGORITHM FOR THE APPROXIMATE SOLUTION OF THE PROBLEM OF THE PERTURBATION FOLD OWN VALUES OF A LINEAR OPERATOR

G.R. Abushahmina

The summary

This work is devoted to finding in a given smooth function $\lambda = \lambda(\varepsilon)$, such that $\lambda(0) = \lambda_0$, where ε - auxiliary small parameter, the values of $\alpha = \alpha(\varepsilon)$ and $\beta = \beta(\varepsilon)$, so that the operator $A(\alpha(\varepsilon), \beta(\varepsilon))$ will have not easy floor own value $\lambda(\varepsilon)$ of multiplicity 2. The corresponding eigenvector $e(\varepsilon)$ should introduce a smooth function $e(0) = e_0$.

Введение

Задачи математического и компьютерного моделирования многих сложных задач теории возмущения линейных операторов приводит к необходимости построения собственных значений оператора, зависящего от двух параметров. В настоящей работе предлагается способ построения введением малого параметра.

Дан оператор $A(\alpha, \beta)$ N -го порядка, ($N \geq 2$). И верны следующие предположения:

- a) оператор $A(\alpha, \beta)$ гладко зависит от скалярных параметров α и β ;
- b) оператор $A(0,0)$, при $\alpha_0 = 0$ и $\beta_0 = 0$ имеет ненулевое собственное значение λ_0 кратности 2;

- с) известен собственный вектор e оператора $A(0,0)$;
 d) дополнительное условие

$$\det \begin{bmatrix} (A'_\alpha e, e^*) + 1 & (A'_\beta e, e^*) \\ (A'_\alpha e, g^*) & (A'_\beta e, g^*) \end{bmatrix} \neq 0,$$

где g – присоединенный (неизвестный) вектор оператора $A(\alpha, \beta)$, e^* и g^* – соответственно собственный и присоединенный векторы сопряженного оператора $A^*(\alpha, \beta)$.

Решение задачи

Пусть для простоты оператор $A(\alpha, \beta)$ имеет ненулевое собственное значение $\lambda_0 = 1$ кратности 2, для которого выполнены следующие условия (см., например, [2]):

$$\begin{cases} Ae = e, & Ag = e + g, \\ A^*e^* = e^*, & A^*g^* = e^* + g^*, \end{cases} \quad (1)$$

а для собственных и присоединенных векторов:

$$\begin{cases} (e, e^*) = (g, g^*) = 0, \\ (e, g^*) = (g, e^*) = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Лемма 1. Пространство R^N может быть разложено в сумму $R^N = E_0 \oplus E^0$, где $E_0 = \mathfrak{Z}(e, g)$ – корневое подпространство, отвечающее собственному значению 1, E^0 – дополнительное инвариантное для оператора $A(\alpha, \beta)$ подпространство.

Определим проекторы P_0 и P^0 , являющиеся операторами проектирования, при этом P_0 проектирует пространство R^N на подпространство E_0 , а P^0 – на пространство E^0 , т.е. $P^0 = I - P_0$.

Проектор P_0 может быть определен по формуле:

$$P_0 x = (x, e^*)e + (x, g^*)g, \quad (3)$$

так, чтобы: $P_0 e = e$, $P_0 g = g$.

Условие для проектора P_0 определяется непосредственным подсчетом

$$\begin{cases} (e, e^*) = (g, g^*) = 1, \\ (e, g^*) = (g, e^*) = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Лемма 2. Векторы e , g и e^* и g^* операторов $A(\alpha, \beta)$, $A^*(\alpha, \beta)$, соответственно, можно выбрать в соответствии с соотношением (4).

Собственные e , e^* и присоединенные g , g^* векторы будем искать в виде:

$$\begin{aligned} \tilde{e} &= \alpha e, & \tilde{e}^* &= \alpha_1 e^*, \\ \tilde{g} &= \beta g, & \tilde{g} &= \beta_1 g^*. \end{aligned} \quad (5)$$

Подставив выражения векторов (5) в (4) получим условия для α , β , α_1 , β_1 :

$$\begin{cases} \alpha\alpha_1 = \beta\beta_1 = 1, \\ \alpha_1\beta_1 = 1, \\ \alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1 \neq 0. \end{cases} \quad (6)$$

Пример

Рассмотрим для иллюстрации оператор второго порядка

$$A(\alpha, \beta) = \begin{bmatrix} 1 + \sin(\alpha + 2\beta) & \alpha + \beta \\ -\alpha - \beta & 1 - 2\sin(\alpha + 2\beta) \end{bmatrix}.$$

Для данного оператора, исходя из условий (1, 2), собственным вектором будет $e = \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ 1 \end{pmatrix}$, присоединенным - $g = \begin{pmatrix} 1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$; для сопряженного

$$A^*(\alpha, \beta): e^* = \begin{pmatrix} -1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}, g^* = \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Непосредственным подсчетом определяем скалярные параметры, удовлетворяющие условию (6)

$$\alpha = \frac{14 + 12\sqrt{2}}{3(1 + \sqrt{2})}, \quad \beta = -\frac{5 + 2\sqrt{2}}{3}.$$

Библиографический список

1. Като Т. Теория возмущения линейных операторов. – М.: Мир, 1972. – 740 с.
2. Красносельский М.А., Юмагулов М.Г. Метод функционализации параметра в проблеме собственных значений. – М.: ДАН России, 1999. – Т. 365. – № 2. – С. 162 – 164.
3. Абушахмина Г.Р. Асимптотические формулы в задаче возмущения кратного собственного значения. Сборник трудов. Математика. – Уфа: БашГУ, 2012. – Т.1. – С. 5 – 10.

*Работа представлена д. ф.-м. н., профессором
кафедры Дифференциальных уравнений БашГУ
Юмагуловым М.Г.*

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ

*Если вы строили воздушные замки, это не
значит, что работали понапрасну:
воздушным замкам место в воздухе.
Остается подвести под них фундамент.
Генри Дэвид Торо*

*Когда изучаешь какой-либо вопрос, считаешь,
что знаешь его; когда можешь писать о нем,
становишься уверенней в своих знаниях;
уверенность возрастает, когда можешь
научить этому кого-нибудь другого; и
совершенно уверен, когда начинаешь
программировать.
Алан Дж. Перлис*

ВНЕДРЕНИЕ PDM СИСТЕМЫ «TEAM CENTER ENGINEERING» С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ НА ОАО «ПО «СТРЕЛА»

С.В. Конарев*, Б.А. Изотов**

** Открытое акционерное общество
«Производственное объединение «Стрела»
Россия, 460005, г. Оренбург, ул. Шевченко, 26
sko60@rambler.ru*

*** ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
460018, г. Оренбург, ГСП, пр. Победы, 13*

Аннотация

В современном мире эффективность деятельности предприятий зависит, не в последнюю очередь, от скорости и качества их процесса документооборота. Документ (в общем понимании) является основным способом представления информации практически на любом предприятии. В первую очередь к таким предприятиям и организациям следует отнести различные машиностроительные, авиастроительные и судостроительные предприятия, а также проектно-конструкторские бюро. Известно что большинство инженеров-проектировщиков (конструкторов) тратят только 20% своего рабочего времени на непосредственное проектирование изделий. В то же время, примерно до 35% их рабочего времени расходуется на поиск и верификацию данных, относящихся к разрабатываемому проекту и его версиям, а также выполнение различных вычислений и чертежей.

Для ускорения и отслеживания процесса разработки сложных технических изделий и применяются PDM системы, обеспечивающие распределенный авторизованный доступ к проектной информации и управление процессами проектирования. Под PDM понимается управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла – начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации.

Одной из самых мощных и крупных PDM-систем является система «Team Center Engineering (TcEng)», которая входит в состав глобальной PLM-системы «Team Center™». На настоящий момент более 24 000 компаний используют PLM системы на базе «Team Center™».

IMPLEMENTING PDM SYSTEM «TEAM CENTER ENGINEERING» GIVEN THE SPECIFICLY DEVELOPMENT AND PRODUCTION BY JSC «PA «STRELA»

S. V. Konarev, B. A. Izotov

Abstract

At present an enterprises productivity efficiency not at least depends on speed and quality of its document circulation. In general, a document is the main way of representation at any business. First of all it deals with enterprises such as machine builders, aviation companies, shipbuilders and planning design offices. It's known, the majority of engi-

neers spends only 20% of their work time on direct product design. At the same time they spend about 35% of time on data search and its verification which apply to project and its versions, also they do different calculations and drawings.

It is PDM systems that are used for speeding-up and following of complex item design, providing with distributed authorized access to project data and management of design processes. PDM is implied as product data management and management of process-related information at any life-circle stage.

One of the most powerful and largest systems is Team Center Engineering (TcEng), which is a part of global PLM system Team Center™. Currently more than 24000 companies use PLM systems based on Team Center™.

Актуальность работы

Активное внедрение системы «TcEng» на «ПО «Стрела» началось в начале 2011 года. Необходимость внедрения этой системы было обусловлено спецификой работы в рамках договоров между ОАО «ПО «Стрела» и ОАО «ОКБ Сухого» в области опытно-конструкторских авиационных разработок. Акцент данных работ был поставлен именно на выпуске, запуске в производство и отслеживании изменений в безбумажной конструкторской, технологической и сопроводительной документации. «TcEng» – это первичное звено информационного потока предприятия. На него возлагаются функции начального занесения информации об изделии, его составе, изменениях, техническом согласовании и управления внесенными данными. Более того система «TcEng» позволяет осуществлять технологическую подготовку производства (ТПП) параллельно с этапами проектирования изделий, раньше подготовка производства начиналась только после окончания и запуска в производство конструкторской документации (КД).

Основные этапы разработки

Начальным этапом разработки любого авиационного изделия (в том числе и электронного макета – ЭМИ) является создание внешнего теоретического контура – теоретической поверхности. На рис. 1 представлена модель теоретической поверхности изделия. После окончания разработки ЭМИ не ожидая появления чертежей можно приступить к изготовлению программ для станков с ЧПУ. На многих предприятиях (в т.ч «ОКБ Сухого») пошли дальше – ввели так называемые «упрощенные чертежи», фактически на них присутствует только изометрия детали и согласующие подписи. Вся необходимая для изготовления информация содержится в файле модели – размеры, материал, шероховатости. Таким образом при производстве опытных образцов изделия на «ПО «Стрела» речь идет не только об отсутствии бумажной КД, но и вообще об отсутствии привычных в понимании конструкторских чертежей.

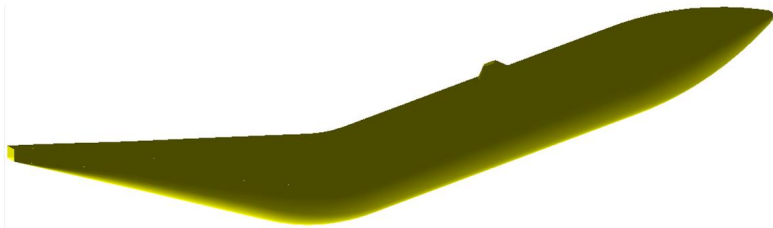


Рис. 1. Модель теоретической поверхности изделия

Затем согласно расчетным данным и схеме приложения нагрузок создается КСС – конструктивно-силовая схема. Схема расположения силовых элементов конструкции – шпангоутов. На рис. 2 представлена конструктивно-силовая схема изделия.

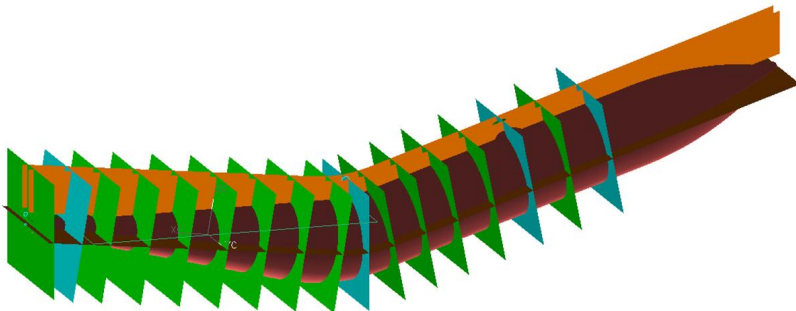


Рис. 2. Конструктивно-силовая схема (КСС)

Непосредственно после создания КСС имеется возможность приступить к проектированию стапельной оснастки, еще до появления моделей и чертежей деталей и сборочных единиц. На рис. 3 представлена схема расположения технологических рубильников изделия.

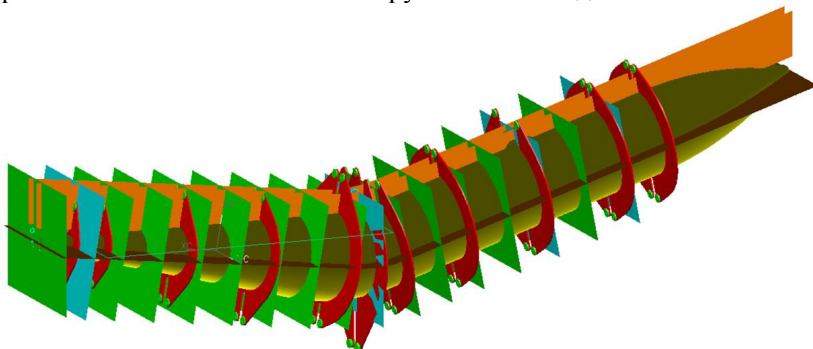


Рис. 3. Схема расположения технологических рубильников

Вся необходимая информация для производства берется с геометрической модели и сопутствующей документации в «ТсEng». На рис. 4 представлен «упрощенный чертеж» детали.

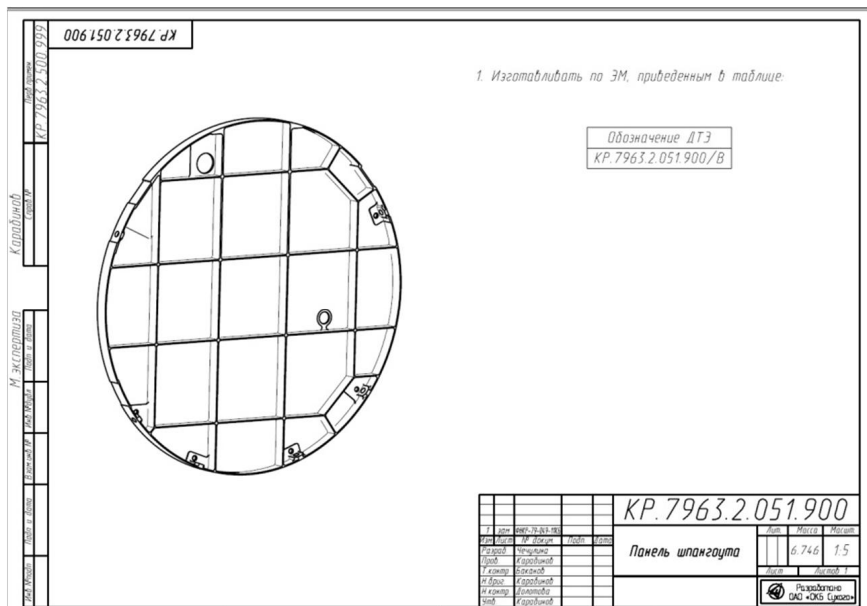


Рис. 4. Упрощенный чертеж детали

Создание изделия непосредственно в системе «ТсEng» начинается с введения Базовой контрольной структуры (БКС) – предварительной компоновки изделия – сборке, содержащей силовые схемы агрегатов каркаса планера, кинематические схемы систем, схемы трасс и коммуникаций, модели (схемы размещения) оборудования и покупных изделий. Структура БКС соответствует структуре ЭМИ.

Для того чтобы создать и выпустить электронный документ в системе «ТсEng» необходимо:

- разместить выпущенные документы в структуре папок этапов электронного технического проектирования;
- создать и разместить в папке электронный макет изделия;
- создать директивный документ в электронном виде (с.з. на запуск);
- запустить процесс электронного выпуска;
- пройти процедуру электронного выпуска.

Описание основных модулей системы

На рис. 5 представлен интерфейс системы «ТсEng», представляющий собой набор различных модулей и программных решений необходимых для полноценного создания электронного макета изделия и описания его технических и технологических свойств. Помимо стандартных наборов модулей система «ТсEng» включает также и специально разработанные модули «Опытно-конструкторским бюро Сухого». Таким образом стоит отметить что система «ТсEng» имеет открытый интерфейс

программирования, что позволяет подстраивать эту систему под специфику работы конкретного предприятия.

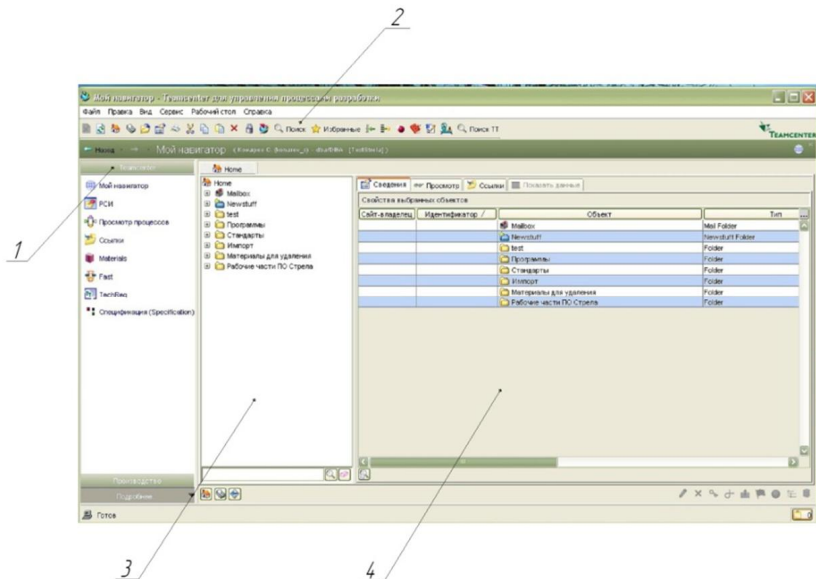


Рис. 5. Интерфейс системы «TcEng»:

1 – Окно «Мой навигатор»; 2 – Панель инструментов системы «TcEng»;
3 – Рабочее окно «Номе»; 4 – Информационное окно (сведения, просмотр, ссылки)

Но этот процесс требует применения высококвалифицированных специалистов (программистов Java) и зачастую многие организации не в состоянии выполнить подобные модификации.

Окно «Мой навигатор» включает в себя следующие основные модули:

«РСИ» (модуль «Редактор структуры изделия») – предназначен для создания состава сборочных единиц, узлов агрегатов модули ссылок на файлы необходимые для работы, стандартных изделий спецификаций и так далее. На рис. 6 представлен интерфейс модуля «РСИ».

«Просмотр процессов» – включает в себя необходимые шаблоны для запуска процесса утверждения электронного КД и директивных документов. На рис. 7 представлен процесс электронного согласования КД перед запуском в производство.

Следует отметить что процесс электронного согласования включает в себя различные шаблоны и может быть настроен под специфику согласования и выпуска электронной КД на конкретном предприятии. Для этого необходимо создать шаблон выпуска согласно СТП или нормативным документам предприятия.

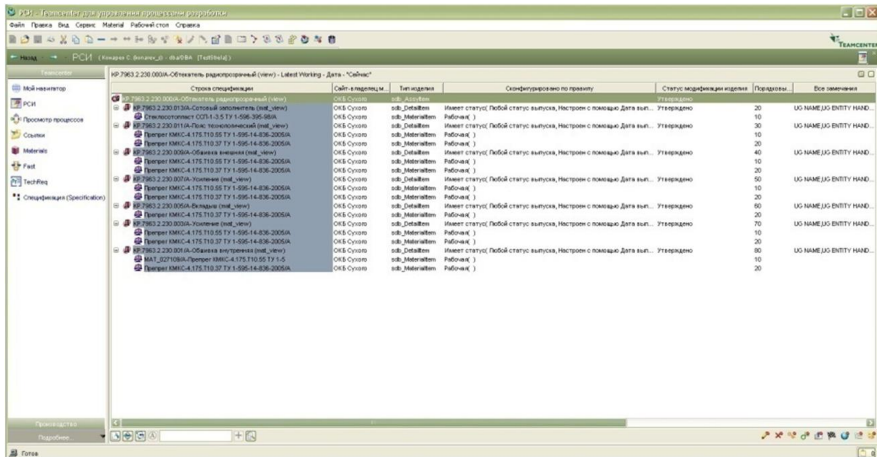


Рис. 6. Интерфейс модуля «РСИ»

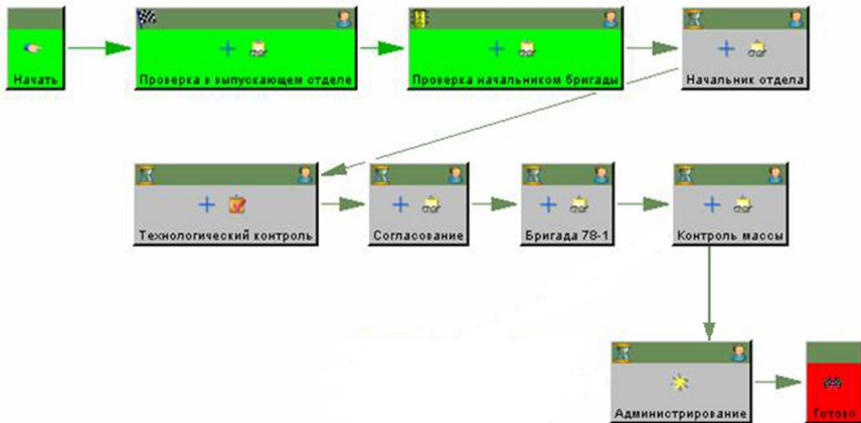


Рис. 7. Процесс электронного согласования КД

«Ссылки» – используется для выполнения поисков («где используется» и «где ссылается») определенных наборов данных (деталей, сборок, директивных документов и т.д.).

«Materials» (модуль «Материалы») – это информационно-поисковая система, предназначенная для работы с базой данных по материалам. Позволяет присваивать и редактировать материалы (со всеми необходимыми свойствами) деталей изделия. на рис. 8 представлен интерфейс модуля «Materials».

«Fast» (модуль «Установка крепежа») – позволяет создавать новые крепёжные соединения, а также осуществлять полный контроль и управление над существующими соединениями на любой стадии разработки изделия. На рис. 9 представлен интерфейс модуля «Fast».

«TechReq» (модуль «Технические требования») – модуль автоматизированной системы для работы конструктора с нормативно-справочной информацией по формированию технических требований к изделию. Данный модуль предназначен для создания ассоциированного набора формулировок технических требований к изделию и редактирования существующих требований. На рис. 10 представлен интерфейс модуля «TechReq».

«Specification» (модуль «Спецификация») – предназначен для автоматического формирования спецификации сборочных единиц в «TcEng». На рис. 11 представлен конечный документ созданный в модуле «Specification».

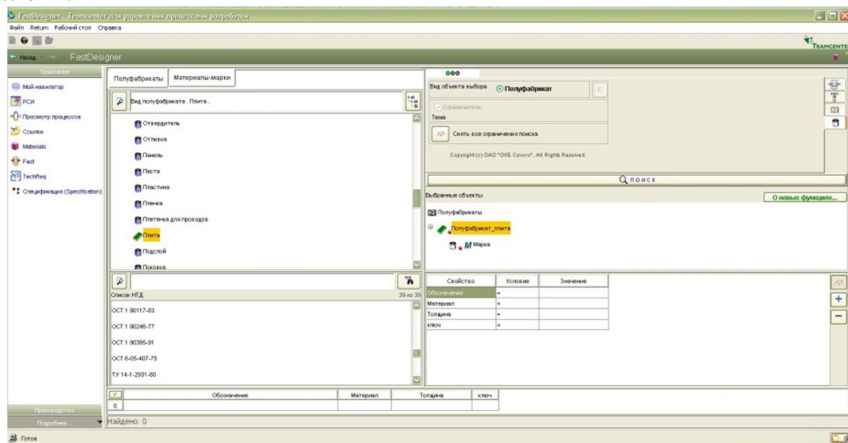


Рис. 8. Интерфейс модуля «Materials»

Модули «Materials», «Fast», «TechReq» и «Specification» объединены в один комплекс «Fast Designer» и являются разработкой «ОКБ Сухого».

Основной структурной единицей в «TcEng» является так называемый ИТЕМ-часть – электронные файлы (документы) различных типов, содержащие определенную информацию. На рис. 12 представлены основные типы электронных документов которые можно создать в системе «TcEng».

«TcEng» гибкая настраиваемая программа способная работать совместно с самыми различными программами сторонних разработчиков, такими как Solid Edge, Solid Works, AutoCAD/Mechanical Desktop, Pro/Engineer, CATIA V4/V5, Inventor и так далее, с ERP системами, такими как SAP R/3, BaaN, Oracle Applications, а так же с вспомогательными программными продуктами Microsoft Office, Adobe, ACD Systems и др. Кроме того система имеет возможность вносить созданные ранее (не в системе «TcEng») электронные документы посредством импорта данных или производить их выгрузку (экспорт). Система «TcEng» обладает возможностью широкого поиска хранящийся в ней информации по раз-

личным критериям: типу или классу электронного документа, наименованию или идентификатору, утвержденной или находящейся в процессе утверждения документации, по количеству и дате изменений (ревизий) и прочее. На рис. 13 представлен интерфейс поисковой системы «ТсЕng».

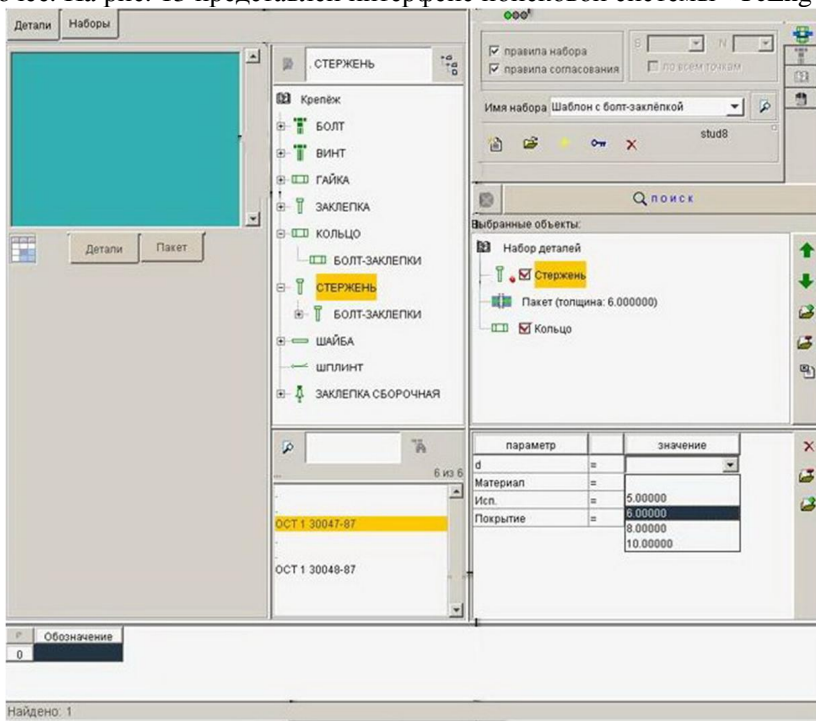


Рис. 9. Интерфейс модуля «Fast»

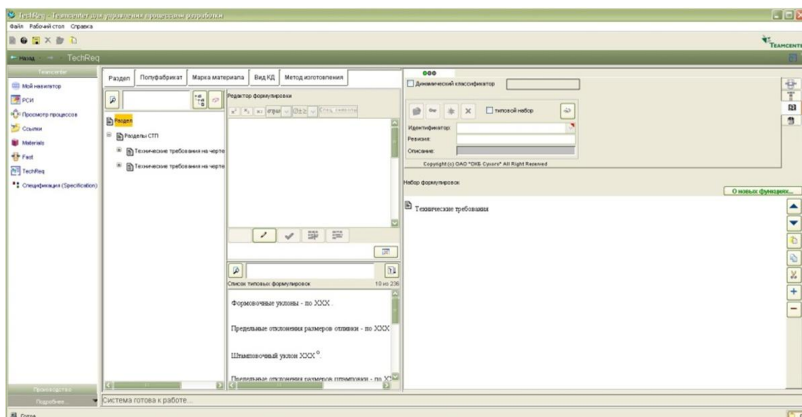


Рис. 10. Интерфейс модуля «TechReq»

Изм. №	Изм. дата	Ввод. тех. №	Изм. №	Изм. дата	Стор. №	Стор. общее
						КР.7963.2.050.999
Объем	Знак	Изм.	Обозначение	Наименование	Материал	Примечание
Документация						
A3			КР.7963.2.050.000	Сборочный чертёж		
Сборочные единицы						
A3			КР.7963.3.050.000	Обтекатель в сборе	1	
Детали						
A3			КР.7963.2.254.900	Штырь запорный	4	
Стандартные изделия						
				Болт 6-36-Кд-ОСТ 1 31190-80	4	
				Гайка 6-Ц-ОСТ 1 33055-80	4	
				Шайба 1-6-12-Ан-Окс-ОСТ 1 34509-80	4	
Материалы						
						Гарантия ВМТЭФ-НИИ ТУ 1-595-28-708-2003
КР.7963.2.050.999						
Обтекатель радиопрозрачный						Разработано ОАО «ОБС Сухопут»
						Не действует на изделия
						ИЗР.РП

Рис. 11. Спецификация созданная в модуле «Specification»

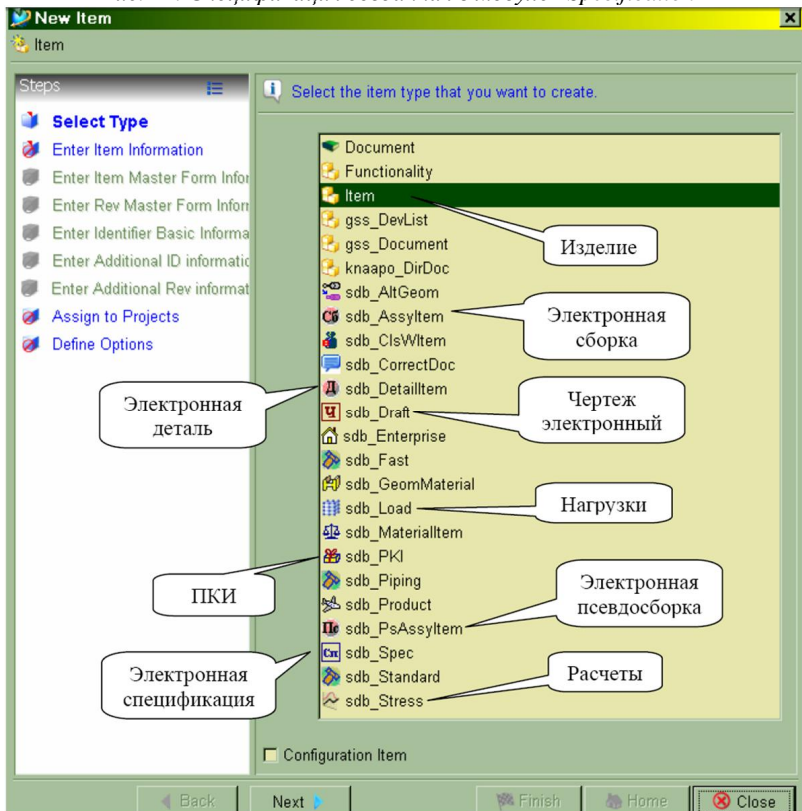


Рис. 12. Основные типы электронных документов

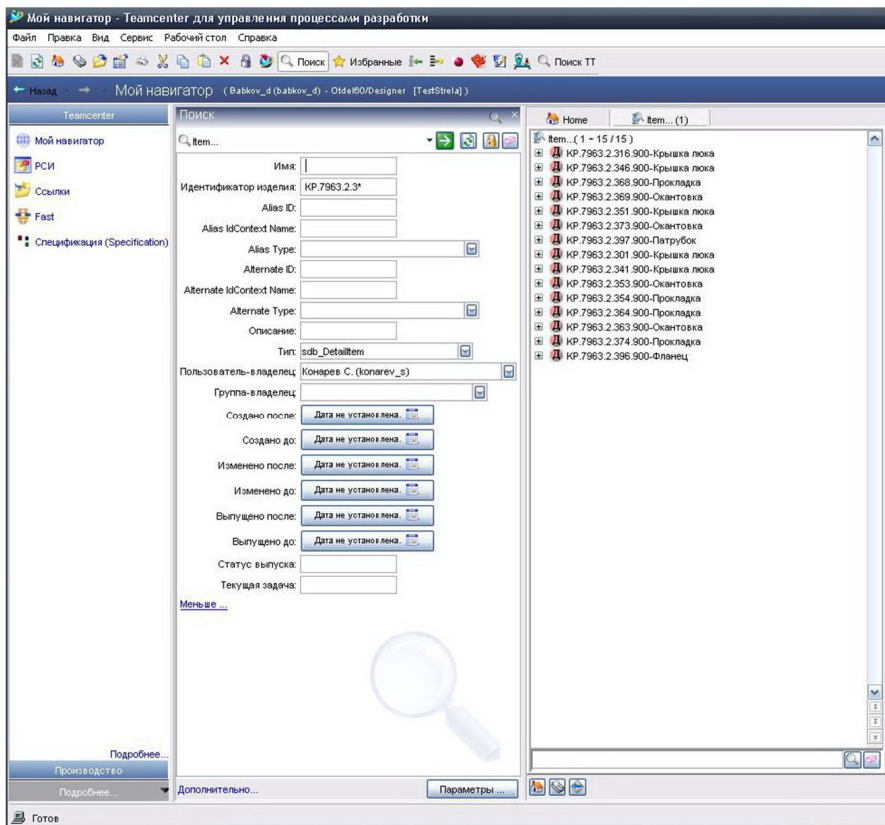


Рис. 13. Интерфейс поисковой системы «ТсEng»

Заключение

В настоящее время на ОАО «ПО «Стрела» продолжается активное внедрение PDM системы «ТсEng», подключены основные конструкторские и технологические отделы, а так же несколько ведущих сборочных цехов производства. В дальнейшем планируется подключить к этой системе все технические подразделения производства, работающие по тематике опытно-конструкторских разработок «ОКБ Сухого». Здесь стоит отметить что внедрение системы «ТсEng» повлекло за собой необходимость увеличения аппаратных мощностей ПК пользователей, что в рамках большого производства является весьма дорогостоящей задачей, но в тоже время необходимой. Кроме этого сейчас активно прорабатывается вопрос об организации так называемого VPN какала (закрытого канала связи) который напрямую соединит сервера «ТсEng» ОАО «ОКБ Сухого» и ОАО «ПО «Стрела», обеспечив таким образом не только максимально быструю передачу КД и решения технических и технологических вопросов возникающих в процессе проработки опытно-конструкторской доку-

ментации, но и позволит оказывать «ОКБ Сухого» информационно-техническую поддержку системы «ТсEng» «ПО «Стрела» в режиме реального времени.

Таким образом созданное с помощью системы «ТсEng» единое информационное поле управления данными об изделии позволяет не только автоматизировать процесс электронного документооборота и обеспечить отслеживания больших массивов инженерно-технической информации, но напрямую снизить время на технологическую подготовку производства, что в конечном итоге приводит к снижению материальных затрат в целом. Во времена жесткой конкуренции авиационных технологий и уменьшения затрат на производство, применение современных автоматизированных систем крайне необходимо и позволяет не только производить высококачественную авиационную технику, но и сотрудничать с мировыми лидерами авиастроения.

Библиографический список

1. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. М.: ДМК Пресс, 2011.
2. Краснов М., Чигишев Ю. Unigraphics для профессионалов. «Лори», 2004.
3. Тороп Д., Терликов В. Teamcenter. Начало работы. М.: АМК, 2011.

Работа представлена д.т.н., профессором кафедры автоматизации производства ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет» А.И. Сердюком

Дата представления работы: 18.12.2012

ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Лавров**, *Н.А. Спирын**, *А.А. Бурькин**, *А.В. Краснобаев**

**ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,*

Россия, 620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

***ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»,*

Россия, 455002, Челябинская обл., г. Магнитогорск, ул. Пушкина, д. 2

lavrov.vladislav@gmail.com

Аннотация

В статье отражены технологические особенности и средства разработки программного обеспечения, использованные авторами в ходе создания информаци-

онно-моделирующих систем для решения технологических задач в области доменного производства ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

TECHNOLOGY AND SOFTWARE DEVELOPMENT TOOLS USED IN THE CREATION OF THE COMPUTER DECISION SUPPORT SYSTEM TO SOLVE TECHNOLOGICAL PROBLEMS IN THE BLAST-FURNACE PROCESS

V.V. Lavrov, N.A. Spirin, A.A. Burikin, A.V. Krasnobaev

Abstract

The article reflects technological features and software development tools used by authors in the creation of the computer decision support system to solve technological problems in the blast-furnace process of OJSC Magnitogorsk Iron and Steel Works.

Актуальность работы

В доменном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» разработана и проходит опытно-промышленные испытания автоматизированная информационная система анализа и прогнозирования производственных ситуаций (АИС АППС), которая помогает инженерно-технологическому персоналу решать комплекс технологических задач, направленных, в конечном итоге, на повышение эффективности доменной плавки [1, 2]. Как показывает анализ опыта, создание и успешное внедрение в практику работы металлургических предприятий современных автоматизированных информационных систем во многом зависит от используемых технологий разработки и выбора инструментальных средств их программной реализации.

Цель и результаты реализации работы

В статье кратко отражены основные технологии и программные средства, используемые авторами для создания программного обеспечения информационно-моделирующих систем решения технологических задач доменного производства.

В основу технологического подхода к разработке программного обеспечения положена известная итерационная (спиральная) модель [3]. Итерация представляет собой законченный цикл разработки (проектирование, кодирование, тестирование, отладка и внедрение), приводящий к выпуску рабочей версии программного продукта с ограниченной функциональностью. После каждой итерации продукт совершенствуется, добавляются новые функции, чтобы стать законченной системой. В течение каждой итерации выполняется следующая последовательность технологических процессов разработки.

1. Проверка корректности алгоритма расчёта.
2. Функциональное моделирование системы.
3. Архитектура подсистемы.

4. Концептуальное моделирование базы данных, генерация даталогической модели базы данных.
5. Загрузка тестовых данных в базу данных.
6. Функциональные диаграммы математической библиотеки.
7. Реализация пользовательского программного обеспечения подсистемы.
8. Тестирование и отладка программного обеспечения.
9. Формирование графических и табличных интерактивных Web-отчетов.
10. Разработка справочной документации.

Проверка корректности алгоритма расчёта. Средство реализации – Microsoft Office Excel. С использованием Excel проверяется методика расчета на основе фактических исходных данных, корректируется численный алгоритм, строятся диаграммы и графики, готовятся количественные данные для тестовых вариантов расчёта.

Функциональное моделирование системы. Средство реализации – AllFusion Process Modeler (BPwin) [4]. С помощью этого средства разрабатывается функциональная модель информационно-моделирующей системы для графического представления в ней процессов расчета, обмена информацией, подготовки отчетов и пр. Функциональная модель помогает чётко документировать действия, которые необходимо предпринять в системе, способы их осуществления и контроля, требующиеся для этого ресурсы, а также визуализировать получаемые от этих действий результаты.

В основу AllFusion Process Modeler заложены общепризнанные методологии моделирования, например, методология IDEF0 рекомендована к использованию Госстандартом РФ и является федеральным стандартом США. Простота и наглядность моделей Process Modeler упрощает взаимопонимание между разработчиками и заказчиками программной системы.

Архитектура и структура подсистемы. Средство реализации – Microsoft Visio. Это мощный графический редактор, удобное средство построения диаграмм и блок-схем. Благодаря современным встроенным фигурам, интеллектуальным шаблонам и образцам документов в Visio имеется широкий спектр возможностей создания архитектурных и структурных схем компьютерных подсистем.

Концептуальное моделирование базы данных, генерация даталогической модели базы данных. Средство реализации – AllFusion ERwin Data Modeler (ERwin) [4]. Это CASE-средство для проектирования и документирования баз данных, которое позволяет создавать, документировать и сопровождать базы данных.

Модели данных помогают визуализировать структуру данных, обеспечивая эффективный процесс ее организации, управления и администрирования. AllFusion ERwin Data Modeler (ERwin) позволяет полу-

чить точную и наглядную информацию, где хранятся данные и как получить к ним доступ; используя визуальные средства, описать структуру БД, а затем автоматически сгенерировать файлы данных для любого типа СУБД; тщательно задокументировать структуру базы данных.

Удобная в использовании графическая среда AllFusion ERwin Data Modeler упрощает разработку базы данных и автоматизирует множество трудоемких задач, уменьшая сроки создания высококачественных и высокопроизводительных баз данных. С помощью этого средства обеспечивается совместная работа администраторов и разработчиков баз данных, многократное использование модели, понимание данных и их обслуживание.

Загрузка тестовых данных в базу данных. Средство реализации – среда SQL Server Integration Services (SSIS). Это удобная среда, входящая в состав Microsoft SQL Server Business Intelligence, которая предназначена для разработки процессов получения, преобразования и загрузки/извлечения данных в базу данных. В качестве источников и получателей данных могут выступать книги Excel, текстовые и XML файлы, а также различные базы данных. При разработке это средство используется для автоматизации первоначальной загрузки данных в базу данных.

Функциональные диаграммы математической библиотеки. Средство реализации диаграмм – Microsoft Visio, спецификации к ним разработаны в Microsoft Office Word. Функциональные спецификации нужны программистам для наглядного отображения методики расчета, а также ее документирования. Каждая расчетная формула (параметр) иллюстрируется на диаграмме пронумерованным прямоугольником с отображением в виде входных стрелок всех данных для вычисления параметра. Выходная стрелка показывает для вычисления каких параметров далее используется эта величина. Саму формулу можно посмотреть в спецификации.

Реализация пользовательского программного обеспечения подсистемы. Средство реализации – Microsoft Visual Studio 2010 – современная среда программирования от фирмы Microsoft [5]. С помощью нее разрабатываются математические библиотеки в виде dll-файлов и клиентские приложения с оконным интерфейсом в стиле Windows.

Тестирование и отладка программного обеспечения. Средство реализации – программа NUnit. Эта программа используется для тестирования математических dll-библиотек, в которых проверить корректность получаемых расчетных параметров достаточно проблематично. В среде Microsoft Visual Studio написаны тесты, которые автоматически проверяет NUnit. Правильные значения расчетных параметров взяты из файла с методикой расчета в Excel.

NUnit автоматизирует процесс тестирования, сравнивая расчетные значения параметров из dll-библиотеки с правильными. Если наблюдается отклонения, то NUnit сигнализирует красным цветом.

Формирование графических и табличных интерактивных Web-отчетов. Средство реализации – SQL Server Reporting Services, которая входит в состав Microsoft SQL Server Business Intelligence [6]. Это программная серверная система использована для подготовки множества интерактивных и печатных Web-отчетов, развертывания их в корпоративной сети предприятия.

Разработчик создает схему отчета в виде шаблона и развертывает ее на сервере отчетности. Пользователь через Web-страницу может выбирать нужные поля/данные и создавать отчеты в соответствии со своими нуждами. Потом пользователи могут загружать отчеты локально, сохранять и экспортировать в популярные форматы офисных документов.

Разработка справочной документации. Средство реализации – Help&Manual. Главным преимуществом программы является ее универсальность: можно разработать файл справочной информации в любом из наиболее распространенных на сегодняшний день форматов (CHM, HLP, HXS, HTML, PDF, RTF, EXE, XML). Интуитивно понятный интерфейс делает программу простой в освоении. Основной блок программы составляет текстовый редактор, мало отличимый от Word как по интерфейсу, так и по количеству возможностей.

Заключение

Применение современных технологий, средств и методик разработки программных продуктов позволяет создавать функциональные, надежные, легкие в применении, сопровождаемые, интегрируемые системы с минимальными рисками и в приемлемые сроки. Использование разработанной информационно-моделирующей системы в АСУ доменной плавки на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» позволяет решать оперативные задачи управления технологией доменной плавки, обеспечивает повышение эффективности принятия решений инженерно-техническим персоналом в условиях изменений объема топливно-энергетических ресурсов, нестабильности состава и качества проплавляемого железорудного сырья и конъюнктуры рынка.

Библиографический список

1. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]. Под ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 462 с.
2. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П.Онорин, Н.А.Спирин, В.Л.Терентьев [и др.]. Под ред. Н.А.Спирина. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. 301 с.

3. Профессиональное программирование. Системный подход. 2-е изд. перераб. и доп.] / И.О.Одинцов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 624 с.
4. Эффективное моделирование с СА ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler) / В.И. Дубейковский. – М.: Диалог-МИФИ, 2009. – 384 с.
5. Язык программирования С# 2010 и платформа .NET 4.0. Совершите увлекательное путешествие по вселенной .NET / Э.Троелсен. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 1392 с.
6. Microsoft SQL Server 2005 Reporting Services / Б. Ларсон. – М.: ИТ Пресс, 2008. – 608 с.

*Работа представлена к.т.н., доцентом кафедры
«Теплофизика и информатика в металлургии»
Института материаловедения и металлургии УрФУ
В. В. Лавровым*

Дата представления работы: 21.12.2012

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНО- СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОМЕСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ МНОГОПОЗИЦИОННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

¹*А.Д. Проскурин, ²В.А. Лысов, ³О.В. Шевченко*

¹*Оренбургский государственный университет*

г. Оренбург, aproskurin@MAIL.OSU.RU

²*Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ*

г. Орск, lysov.vladimir-orisk@yandex.ru

³*ОАО «Орскнефтеоргсинтез»*

г. Орск, oksanavsh@yandex.ru

Аннотация

В работе рассмотрен метод получения вероятностной оценки пропуска брака (бракованная деталь, сборочная единица признана годной) на операциях технического контроля в автоматическом режиме с точностью до станка-автомата при однопозиционном и с точностью до контроллера при многопозиционном контроле. Представлено программное обеспечение, описана методология его создания. Приведена характеристика информационного обеспечения. Определён состав входных и выходных данных. Рассмотрен прикладной математический аппарат. Показана возможность в реальном режиме времени имитировать прохождение детали (сборочной единицы) через операции автоматического контроля. Научно-практические результаты внедрены в производственный процесс ЗАО «Механический завод», г. Орск, Оренбургская область.

THE INFORMATIONAL AND SOFTWARE SUPPORT OF THE PROBABILISTICALLY-STATISTIC MOULD BY MULTI-SEATER WORKING OPERATIONS OF MULTIPOINT AUTOMATIC MONITORING

A.D. Proskurin, V.A. Lysov, O.V. Shevchenko

Abstract

The method of the receiving of probabilistic evaluation of defects admission (faulty part, subunit is good) on quality checks operations in automatic mode with precision up to automatic at single-station and with precision up to controller at multipoint monitoring is viewed in this work. The software support is presented and methodology of its creation is described. The description of communicatory securing is quoted. The structure of entrance and exit data is determined. The applied mathematical apparatus is considered. The potentiality in real time regime to imitate the passing of material (subunit) through the automatic monitorings operations is revealed. The scientifically-practical data is applied in industrial process of the Closed (joint-stock) company «Mechanical plant», Orsk, Orenburg region.

Актуальность работы. Постановка задачи. Производственная необходимость решения

Любой технологический процесс представляет собой хорошо структурированную, однозначно определённую последовательность операций изготовления и контроля, что создает благоприятную основу применения вероятностно-статистических методов пооперационной оценки качества. Будем различать одноместные и многоместные технологические операции в зависимости от количества рабочих мест. На многоместных операциях задействовано необходимое количество однотипных рабочих мест. Далее будем рассматривать многоместные операции технического контроля, на которых задействовано несколько однотипных станков-автоматов однопозиционного и многопозиционного контроля.

Основные проблемы

На многоместной операции контроля пропущен брак, то есть, бракованная деталь (сборочная единица) определена годной. В этом случае необходимо оперативно определить, какой станок-автомат (контроллер) наиболее вероятно пропустил брак, чтобы по мере убывания вероятностей, произвести осмотр станков-автоматов (контроллеров). Таким образом, обеспечивается существенное сокращение времени поиска неисправностей без остановок производственного процесса.

Цели и задачи работы

Возникает необходимость решения следующих задач.

Задача 1. Вероятностная оценка пропуска брака на многоместной операции однопозиционного контроля в автоматическом режиме с точностью до станка-автомата.

Задача 2. Вероятностная оценка пропуска брака на многоместной операции многопозиционного контроля в автоматическом режиме с точностью до контроллера.

Математические модели вероятностной оценки

Для решения сформулированных задач введены обозначения согласно таблице 1.

Таблица 1

Входные и выходные данные для решения задач 1 и 2

Обозначение	Наименование
Входные и выходные данные для решения задачи 1	
$A_i, P(A_i)$	Событие “Контроль производится станком-автоматом с номером i ”, вероятность наступления события
$X, P(X)$	Событие “На многоместной операции технического контроля пропущен брак”, вероятность наступления события
$P(X/A_i)$	Условная вероятность “Пропущен брак, при условии: контроль произведён станком-автоматом с номером i ”
$P(A_i/X)$	Вероятность гипотезы “Брак пропущен станком-автоматом с номером i ”
Входные и выходные данные для решения задачи 2	
$A_{ij}, P(A_{ij})$	Событие “Контроль производится на станке-автомате с номером i контроллером j ”, вероятность наступления события
$X, P(X)$	Событие “На многоместной операции технического контроля пропущен брак”, вероятность наступления события
$P(X/A_{ij})$	Условная вероятность “Пропущен брак, при условии: контроль произведён на станке-автомате с номером i контроллером j ”
$P(A_{ij}/X)$	Вероятность гипотезы “Брак пропущен контроллером j на станке-автомате с номером i ”

Вероятности $P(A_i)$, $P(A_{ij})$ определяются статистически за определенный период в зависимости от конкретных производственных условий (смену, месяц, с начала запуска изделия в производство и т. п.). Контроль производит первый свободный станок-автомат, т.е. какой-либо законности в этом нет.

Очевидно, что совокупность событий A_i образует полную группу событий [3,4], поэтому применение формулы полной вероятности и формулы Бейеса [3,4] с точностью до станка-автомата обосновано.

Вероятности $P(X/A_i)$, $P(X/A_{ij})$ определить сложнее, так как при высокой степени организации производственного процесса, хорошо отлаженной технологии можно в течение длительного периода времени не получить данные о появлении брака. Более того, в этой ситуации появление брака будет иметь случайный, эпизодический, характер. Полученные в этом случае вероятности $P(X/A_i)$, $P(X/A_{ij})$ примут ничтожно малые значения и не отразят истинной оценки результата контроля.

Применение традиционных методов, например, периодический запуск заведомо бракованных деталей с последующим отслеживанием их

прохождения через операцию контроля; установка более жёстких условий контроля перенастройкой контроллеров не дают результата и достаточно трудоемки. Гораздо эффективнее смоделировать ту или иную ситуацию следующим образом.

На операции контроля компьютерная программа по определенному алгоритму в автономном режиме посылает в хаотичном порядке на контроллеры свободных в данный момент времени станков-автоматов данные, наиболее полно характеризующие возможные ситуации контроля. По ответным результатам вычисляются вероятности $P(X/A_i)$, $P(X/A_{ij})$.

На основании полученных данных оперативно вычисляются вероятности гипотез $P(A_i/X)$, $P(A_{ij}/X)$. Формируются законы распределения входящих случайных величин.

Решение задачи 1

По формуле полной вероятности [3,4] определяется вероятность

$$P(X) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(X/A_i). \quad (1)$$

По формуле Бейеса [3,4] определяется вероятность гипотез:

$$P(A_i/X) = \frac{P(A_i)P(X/A_i)}{P(X)}. \quad (2)$$

Таблица 2

Вероятностные оценка пропуска брака на многоместной операции однопозиционного контроля

Станок-автомат	Количество деталей, поступивших на контроль. Событие A_i	Вероятность проведения контроля $P(A_i)$	Вероятность пропуска брака	Условная вероятность пропуска брака $P(X/A_i)$	Вероятность гипотезы $P(A_i/X)$
1	705	0,174332	0,000231	0,000040	0,113826
2	620	0,153314	0,000464	0,000071	0,201070
...					
6	710	0,175569	0,000395	0,000069	0,196017
	Всего: 4044	Сумма 1,000000	Вероятность пропуска брака	0,000354	Сумма 1,000000

Решение задачи 2

По формуле полной вероятности [3,4] для каждого значения j определяется вероятность:

$$P(X_j) = \sum_{i=1}^n P(A_{ij})P(X_j/A_{ij}). \quad (3)$$

Вероятность пропуска брака на операции многопозиционного контроля определяется на основании теорем сложения и умножения вероятностей [3,4] для контроллеров $j=1,2,\dots,k$:

$$P(X) = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - P(X_j)) \quad (4)$$

Таблица 3

Вероятностные оценка пропуска брака
на многоместной операции многопозиционного контроля

Станок-автомат	Количество деталей, поступивших на контроль. Событие A_{ij}	Вероятность проведения контроля $P(A_{ij})$	Вероятность пропуска брака	Условная вероятность пропуска брака $P(X/A_{ij})$	Вероятность гипотезы $P(A_{ij}/X)$
Длина (контроллер 1)					
1	705	0,189976	0,000200	0,000038	0,121588
2	620	0,167071	0,000300	0,000050	0,160393
...					
6	710	0,191323	0,000091	0,000017	0,055715
	3711	1,000000		0,000312	1,000000
Диаметр внешний (контроллер 2)					
1	705	0,189976	0,000440	0,000084	0,195688
2	620	0,167071	0,000650	0,000109	0,254230
...					
6	710	0,191323	0,000290	0,000055	0,129891
	3711	1,000000		0,000427	1,000000
Диаметр внутренний (контроллер 3)					
1	705	0,189976	0,000320	0,000061	0,123839
2	620	0,167071	0,000460	0,000077	0,156555
...					
6	710	0,191323	0,000560	0,000107	0,218255
	3711	1,000000		0,000491	1,000000
Осевое смещение (контроллер 4)					
1	705	0,189976	0,000360	0,000068	0,130893
2	620	0,167071	0,000530	0,000089	0,169470
...					
6	710	0,191323	0,000402	0,000077	0,147200
	3711	1,000000		0,000522	1,000000
Вероятность пропуска брака на операции:				0,001752	

По формуле Бейеса [3,4] для каждого значения j определяется вероятность гипотезы:

$$p_{ij} = P(A_{ij} / X) = \frac{P(A_{ij})P(X / A_{ij})}{P(X)} \quad (5)$$

Матрица вероятностного состояния во времени многопозиционного автоматического контроля геометрических параметров тел вращения:

$$M(t) = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ij} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mj} & \dots & P_{mn} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Таблица 4

Вероятностная оценка в реальном режиме времени пропуска брака на многоместной операции многопозиционного контроля

Станок-автомат	Вероятностная оценка пропуска брака с точностью до контроллера			
	Длина	Диаметр внешний	Диаметр внутренний	Осевое смещение
1	0,121588	0,195688	0,123839	0,130893
2	0,160393	0,254230	0,156555	0,169470
	...			
6	0,055715	0,129891	0,218255	0,147200
	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Краткая характеристика программного обеспечения

Обязательное условие эксплуатации рассмотренной модели – компьютерное сопровождение технологического процесса с двусторонней связью на аппаратном и программном уровне в условиях сетевого окружения, интерактивного доступа в реальном режиме времени. Совокупность перечисленных условий создаёт основу поступления в базу данных информации по каждому станку-автомату (каждому контроллеру) о количестве деталей (сборочных единиц), прошедших через операции контроля.

Для создания программного обеспечения выбран объектно-ориентированный процедурный язык программирования Visual FoxPro систем управления реляционными базами данных, разработанный корпорацией Майкрософт.

В процессе подготовки программного обеспечения:

- использованы отдельные компоненты Visual FoxPro для хранения, отображения и редактирования информации;
- сформированы базы данных в виде .dbf-файлов;
- задействован непосредственный ввод и контроль данных в таблицы и формы, созданные с помощью конструктора форм;
- для просмотра и вывода информации сформированы отчёты с помощью мастера отчётов, собственные и на основе шаблонов, а также более сложные, включающие многоуровневую группировку данных;

– предусмотрены запросы, полученные с помощью конструктора запросов для выбора данных из одной или нескольких таблиц и форм с выводом результатов в виде отчётов и диаграмм.

Использованы возможности интерфейса прикладного программирования Gdi+ для создания графических образов:

- линии любого стиля толщиной в несколько пикселей;
- заливка областей;
- полупрозрачные фигуры;
- вывод текста выбранным шрифтом;
- работа с графическими файлами;
- вывод изображений на произвольные области.

На этапе отладки применена виртуальная машина для тестирования программного обеспечения в различных операционных системах. Тестирование проводилось на одном компьютере без переустановки операционной системы.

Виртуальная машина – это программная система, которая виртуально создаёт некоторую платформу и образует на ней изолированные среды. В каждой среде виртуальная машина эмулирует отдельный компьютер, операционную систему, а значит: BIOS; жёсткий диск (отведённое место на своём жёстком диске); CD-ROM; адаптеры и все необходимые ресурсы.



Рис. 1. Экранная форма вероятности пропуска брака

Виртуальная машина обеспечивает обмен файлами между своей операционной системой и гостевой простым переносом из файлового менеджера клиента в окно гостевой операционной системы и обратно. Та-

ким образом, с помощью виртуальной машины оперативно проведена полная проверка программного обеспечения под Windows XP, Windows 7 и Windows Vista, не покидая своей операционной системы.

Данное программное обеспечение является составляющей математических моделей технологических процессов изготовления газовых баллонов высокого давления методом глубокой вытяжки.

В программном обеспечении предусмотрено следующее:

- интерактивный доступ;
- визуализация;
- ввод данных, корректировка и контроль.

Результаты реализации решения задачи

Научно-практические результаты внедрены в производственный процесс ЗАО «Механический завод» (г. Орск, Оренбургская область). Акт внедрения № 040-005 от 24 октября 2011 г.

Эффективность внедрения заключается в получении вероятностной оценки пропуска брака на операциях автоматического контроля с точностью до станка-автомата при однопозиционном и с точностью до контроллера при многопозиционном контроле.

В результате внедрения:

- обосновано применение вероятностно-статистических методов с целью эффективной оценки технологических операций автоматического контроля;
 - создана вероятностно-статистическая модель многоместной операции контроля в автоматическом режиме с точностью до станка-автомата при однопозиционном и с точностью до контроллера при многопозиционном контроле;
 - получена возможность в реальном режиме времени имитировать прохождение детали (сборочной единицы) через операции технического контроля в автоматическом режиме;
 - задействован оперативный анализ технического состояния оборудования.
- регламентированы графики профилактических работ;
 - сокращены простои оборудования на 3,5 – 4,5%;
 - значительно снижен пропуск брака до 0,005%.

Заключение

Рассмотренные модели дают возможность:

- в реальном режиме времени контролировать состояние технологического процесса с точностью до рабочего места;
- имитировать пооперационное прохождение детали (сборочной единицы) через операции контроля;

- контролировать техническое состояние оборудования в периоды вынужденных простоев и профилактических работ;
- интерактивного доступа.

Таким образом, разработан метод пооперационной вероятностно-статистической оценки точности технологического процесса изготовления в условиях массового и серийного производства.

Библиографический список

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы для инженеров [Текст] / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копчёнова.: Учебное пособие – 2-е изд., доп. – М.: Издательство МЭИ, 2003.- 569 с.
2. Бородачёв, Н.А. Статистические методы анализа и контроля качества продукции, хода технологического процесса и состояния производственного оборудования. Энциклопедический справочник [Текст] / Н.А. Бородачёв, А.Н. Журавлев. – М.: «Машиностроение», т. 15, Машгиз, 1950
3. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. Учебное пособие для втузов.— 2-е изд., стереотипное— М.: Вышш. шк., 2000.—480 с.
4. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1999.
5. Лысов, В.А. Программа автоматического отображения плоских графических образов электронно-аналитическими формами “GraphEIAн 1.0” / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616894 от 6.9.2011 / В.А. Лысов, А.И. Сердюк, О.В. Шевченко. – М.: Роспатент, 2011.
6. Лысов, В.А. Программа аппроксимации криволинейных контуров гладкими кривыми “ApproxiDrawPie 1.0” / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011618210 от 19.10.2011 / В.А. Лысов, О.В. Шевченко, А.И. Сердюк. – М.: Роспатент, 2011.

*Работа представлена д.т.н., профессором,
Директором аэрокосмического института
Оренбургского государственного университета
Сердюком А.И.
Дата представления работы: 2 1.12.2012*

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ СЦЕНЫ ДЛЯ НАВИГАЦИИ АВТОНОМНОГО БПЛА НА ОСНОВЕ ОДНОЙ ВИДЕОКАМЕРЫ

С.Н. Мельков

*ФГБОУ ВПО «Оренбургский Государственный Педагогический
Университет», Россия, 460844, Оренбургская обл.,
г. Оренбург, ул. Советская, д. 19*

Аннотация

В настоящее время большое распространение получают небольшие беспилотные летающие аппараты типа «Летающая платформа». Для их успешного применения нужно создание специализированных программных комплексов – систем навигации и пилотирования, работающих в реальном времени. Среди них особое место занимают системы восстановления окружающей сцены.

DESIGN OF A 3-DIMENSIONAL SCENE RECONSTRUCTION SYSTEM FOR AUTOMATED UAV NAVIGATION

S.N. Mel'kov

Abstract

The use of UAVs becomes wider nowadays. Software systems of real-time navigation and piloting are needed for development and utilization of such aircrafts. One of the most important parts of such systems is the environment processing, simulating and re-producing engine.

Постановка проблемы

В настоящее время автономные летательные аппараты начинают применяться для решения широкого спектра задач: как военных, так и гражданских. Небольшие летающие роботы идеально подходят для воздушной разведки местности, аэрофотосъемки в режиме реального времени. Особо стремительное развитие в связи с наработкой соответствующих технических предпосылок получили микро-аппараты, выполненные по технологии «Летающая платформа». В зависимости от области применения и необходимой грузоподъемности, они обычно имеют четыре, шесть или восемь несущих винтов.

Квадрокоптер[1] представляет собой летательный аппарат, приводимый в движение четырьмя винтами, находящимися на противоположенных сторонах платформы. В отличие от традиционной вертолётной схемы, он не имеет автомата перекоса – шаг лопастей всех винтов фиксированный. Крутящие моменты винтов в большей или меньшей степени компенсируют друг друга. Таким образом, управляя оборотами каждого конкретного двигателя, можно изменять общий вектор тяги и положение платформы в пространстве.

Отсутствие автомата перекоса[2] и хвостового пропеллера значительно упрощает конструкцию аппарата, позволяя получить оптимальное соотношение тяги и затраченной энергии. Отличительная особенность ЛА такого типа – возможность зависания и разворота на одном месте, что при небольших размерах (общий размах винтов – до 1м, вес – до 1.5 кг) позволяет применять его в закрытых помещениях.

Основной проблемой для навигации БПЛА в помещениях является невозможность использования систем типа GPRS из-за низкой точности и плохого приёма сигнала.

Такой специфический набор характеристик и условий применения требует создания новых программных комплексов для навигации и пилотирования. Большинство подобных современных систем управления основываются на получении данных с внешних источников контроля – например, набора камер и мощных вычислительных комплексов. Однако, несмотря на впечатляющий прогресс в алгоритмах пилотирования, такой подход не особо применим на практике. Большой интерес представляют автономные системы управления, получающие и обрабатывающие данные непосредственно на борту ЛА.

В связи с этим, возникает необходимость создания системы машинного зрения, которая могла бы воссоздавать окружающую обстановку в режиме реального времени. В статье освещается процесс построения подобной системы, а также проводится обзор современных технологий, позволяющих упростить эту задачу.

Разработка архитектуры программно-аппаратного комплекса

Система восстановления трёхмерной сцены (СВТС) должна воссоздавать некоторый участок пространства в памяти компьютера в трёхмерных координатах. Такая система представляет собой программно-аппаратный комплекс, выполняющий следующие действия:

- 1) построение облака точек[3], описывающего относительное положение некоторых точек окружающего пространства;
- 2) фильтрация и аппроксимация полученных значений, создание карты глубин[4];
- 3) восстановление геометрической формы объектов пространства[5].

Построение облака точек – наиболее ресурсоёмкий и непредсказуемый этап, во многом зависящий от характеристик выбранного оборудования и окружающей среды. При выборе аппаратного обеспечения также следует учитывать требование минимизации массы ЛА.

Самым простым и результативным методом здесь является применение массива лазерных дальномеров. Однако стоимость подобного измерительного комплекса во много раз превышает стоимость самого летательного аппарата.

Ультразвуковые сонары могут служить для определения расстояний до препятствий и использоваться, например, при посадке, однако из-за большого угла расхождения звуковой волны и высокой погрешности измерений для наших целей использоваться не могут.

Наиболее приемлемым решением в данном случае является использование цифровых камер. Существует множество различных алгоритмов распознавания трёхмерных сцен по серии снимков. В основном, для этого используются системы зрения, построенные по бинокулярному принципу – на вход алгоритма подаётся два или более снимков, сделанных камерами, разнесёнными на некоторое небольшое расстояние. Ис-

пользование нескольких камер удорожает и усложняет конструкцию аппарата, а также не соответствует критерию минимизации массы.

Чтобы преодолеть эту проблему, в данной статье предлагается использовать единственную цифровую камеру в сочетании с особыми техниками пилотирования, свойственными данному типу аппаратов.

Как говорилось ранее, особенностью ЛА типа «квадрокоптер» является возможность зависания на месте, поворота вокруг оси и движения в любую сторону. Это позволяет легко переориентировать в пространстве видеокамеру, жестко закрепленную на одном из лучей платформы (рис. 1). При этом, используя встроенный компас, можно подсчитать угол поворота и произвести соответствующую корректировку при обработке полученных с камеры изображений.

Плавно поворачивая аппарат вокруг своей оси, можно получить круговую панораму помещения без угрозы столкновения с препятствием. Для получения более точных результатов, можно производить боковые перемещения аппарата, а также учитывать изменение линейных размеров предметов при продвижении вперед-назад.

Таким образом, можно заменить серию снимков, полученных одновременно с нескольких синхронизированных видеокамер на разнесённую во времени последовательность снимков с одной камеры. Проблемой могут являться быстро движущиеся объекты и собственный дрейф БПЛА, однако они не должны оказать критического влияния – скорости работы системы должно хватить для оперативного внесения поправок.

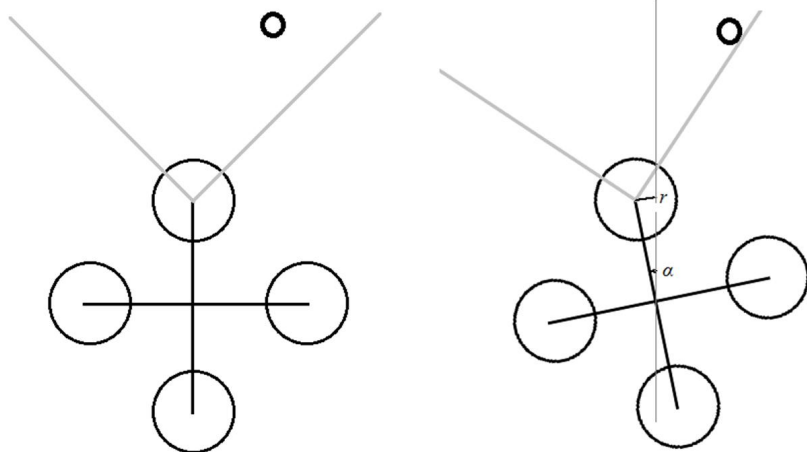


Рис. 1. Поворот летательного аппарата вокруг своей оси на угол α сдвигает камеру на расстояние r

Полученные изображения могут быть переданы на вход одному из алгоритмов создания облака точек на основе характеристических точек изображений. Подобные алгоритмы выполняют следующие шаги:

- 1) удаление шумов, фильтрация смазанных изображений;
- 2) вычисление областей, присутствующих на всех обрабатываемых снимках;
- 3) нахождение характеристических точек, которые могут быть однозначно определены на каждом изображении;
- 4) определение смещения каждой характеристической точки;
- 5) определение пространственной координаты точки, соответствующей характеристической точке изображения.

На выходе имеем трехмерное облако точек, на основании которого строится карта глубин и делается некоторый вывод о форме и положении объектов в пространстве.

Следует заметить, что снимки, полученные камерой, можно использовать и в других алгоритмах – например, для распознавания цветных изображений, быстрой корректировки дрейфа аппарата и т.п.

Таким образом, использование специфических особенностей БПЛА типа «квадрокоптер» наряду со стандартными средствами позволяет оптимально упростить конструкцию комплекса и получить эффективную систему навигации по серии снимков.

Заключение

В настоящее время разработана и частично реализована архитектура программно-аппаратного комплекса, представляющего собой систему компьютерного зрения для БПЛА.

Архитектура программного комплекса предусматривает дальнейшее применение более быстрых и точных алгоритмов создания облака точек, разработка и усовершенствование которых является предметом дальнейших исследований.

Программный комплекс спроектирован с учетом возможности интеграции с системой управления беспилотным летательным аппаратом, разрабатываемой параллельно.

Библиографический список

1. Quadrocopter [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия: [сайт]. [2011]. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Quadrocopter> (дата обращения: 05.04.2011).
2. Загордан, А. М. Элементарная теория вертолета. / А.М. Загордан. – М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1955.
3. Rusinkiewicz, S. and Levoy, M. 2000. QSPat: a multiresolution point rendering system for large meshes. In Siggraph 2000. ACM, New York, NY, 343–352.
4. Visual 3D Modeling from Images [Электронный ресурс] // The university of North Carolina at Chapel hill: [сайт]. [2011].

<http://www.cs.unc.edu/~marc/tutorial/tutorial02.html> (дата обращения: 01.12.2012).

5. Masuda, T. "Object shape modelling from multiple range images by matching signed distance fields," in 3DPVT, 2002, pp. 439–448.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

МОДУЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ АСУ ПРОИЗВОДСТВОМ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

И.И. Мацко, О.С. Логунова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
logunova66@mail.ru*

Аннотация

В статье представлены структура модуля интеллектуальной поддержки управления. Для построения системы было использовано адаптивное нечеткое дерево с динамической структурой. Разработан алгоритм адаптации дерева к новым условиям функционирования. Результаты тестирования модуля показали возможность оперативного внесения изменения в технологию производства при возникновении риска активного развития внутренних дефектов заготовки.

MODULE INTELLECTUAL SUPPORT FOR AUTOMATED CONTROL SYSTEM PRODUCTION FOR CONTINUOUS CASTED BILLETS

I.I. Matsko, O.S. Logunova

Abstract

The paper presents the structure of the module support intellectual control. To build a system was used adaptive fuzzy tree with a dynamic structure. An algorithm to adapt to the new conditions of the tree operations. The test results showed the possibility of the operational unit of change in the technology of production in the event of risk of active development of internal defects of the workpiece.

Актуальность, цель и задачи работы

В настоящее время активно развиваются системы автоматизированного принятия решений для сложных многоступенчатых производственных процессов [1, 2]. Сложность этих процессов требует организации каскадной схемы управления с передачей значений параметров от одного этапа производства к другому. К многостадийному производству можно отнести технологию получения непрерывнолитой заготовки, которая включает: выплавку стали, доводку стали и непрерывную разливку.

Показателем стабильности проведенной серии плавов является качество получаемой продукции. Под качеством продукции в работе понимается степень развития внутренних макродефектов заготовки. Формирование макродефектов происходит за счет факторов, оказывающих воздействие на жидкий металл или затвердевающую заготовку на всех стадиях производства [3]. Среди таких факторов можно указать структуру используемого сырья (соотношение шихтовых материалов для сталеплавильных печей), температуру металла на выходе из печи, содержание химических элементов в стали, скорость вытягивания заготовки, расходы охладителей и т.п. [4]. Построение многофакторных зависимостей для прогнозируемого качества продукции является нецелесообразным, так как они будут содержать факторы, не имеющие количественного представления; имеющие разную природу и различающиеся по диапазону значений в сотни и тысячи раз и т.п. Кроме того, увеличение размерности эмпирической модели не ведет к увеличению точности предсказания результата.

Объект исследования – автоматизированная система управления (АСУ) производством качества непрерывнолитой заготовки, получаемой при многостадийной организации металлургического производства.

Предмет исследования – информационное, математическое и программное обеспечение системы управления производством непрерывнолитой заготовки.

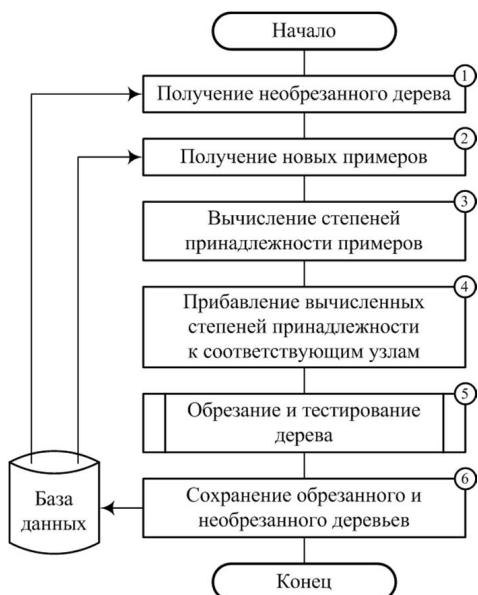


Рис. 1. Алгоритм адаптации нечеткого дерева принятия решений

Структура модуля интеллектуальной поддержки управления

Для блока интеллектуальной поддержки управления, формирующего в АСУ производства непрерывнолитой заготовки информационную связь, разработано адаптивное нечеткое дерево принятия решений с динамической структурой. Для точности принятия решения для каждой марки стали строится и обучается свое адаптивное дерево. Построенное дерево оценивает качество макроструктуры при выбранных параметрах.

Адаптивность нечеткого дерева для модуля интеллектуальной поддержки управления

заключается в возможности дообучения дерева. Дерево дообучается на основе новых данных, получаемых после оценки темплетов соответствующей марки стали (рис. 1).

Для поддержки адаптивности программным обеспечением необходимо хранить не только данные узлов обрезанного дерева, но и данные узлов необрезанного дерева и суммарные принадлежности примеров к лингвистическим переменным [3]. В процессе дообучения для новых примеров вычисляются суммарные принадлежности, которые прибавляются к существующим суммарным принадлежностям дерева. К узлам необрезанного дерева прибавляются соответствующие рассчитанные степени принадлежности новых примеров. Проводится обрезание дерева и его тестирование. Предлагается проводить адаптацию дерева с использованием не одиночных примеров, а их выборок, т.к. это позволит уменьшить число обрезаний и тестирований дообученного дерева.

После нескольких адаптаций можно проводить оценку необходимости перестроения дерева:

- 1) для каждой лингвистической переменной производятся вычисления нормализованного прироста информации лингвистических переменных [3];
- 2) выстраиваются в последовательность лингвистических переменных в соответствии с приростом информации, от большего значения прироста к меньшему;
- 3) если выстроенная последовательность не соответствует иерархии лингвистических переменных в дереве, то необходимо заново обучить дерево для новой структуры.

В перестроенном дереве более важные для решения лингвистические переменные (с большим количеством примеров) будут располагаться в верхней части, а часть менее важных ветвей будет отсекается [5]. Таким образом, дерево сможет предоставлять более короткие ветви решения, а значит, большее количество параметров можно будет задавать независимо от решения дерева.

Основное назначение модуля коррекции управления – это исправление ошибок принятого решения для последующих плавок. Принятое решение оценивается по формуле

$$\delta(D_j) = \sum_l \sum_k P_k^l \cdot \mu_l(D_j) \cdot \chi_k / \sum_l \left(\mu_l(D_j) \cdot \sum_k P_k^l \right), \quad (1)$$

где P_k^l – коэффициент соотношения примеров листа дерева l для значения целевого класса k ; $\mu_l(D_j)$ – степень принадлежности примера к узлу l ; χ_k – принадлежность значения целевого класса k к положительному значению исхода классификации.

Если Принятое решение не удовлетворяет требованиям, то производится вычисление ветви решения, которая будет удовлетворять требованиям с минимальными изменениями параметров.

Поиск такой ветви ведется по алгоритму:

1) поиск листа с минимальной степенью воздействия на целевую функцию дерева принятого решения:

$$\delta(l) = \sum_k P_k^l \cdot \chi_k / \sum_k P_k^l, \quad (2)$$

где P_k^l – коэффициент соотношения примеров листа дерева l для значения целевого класса k ; χ_k – принадлежность значения целевого класса k к положительному значению исхода классификации;

2) поиск узла с минимальной степенью принадлежности на ветви найденного листа;

3) поиск подузлов с ненулевой степенью принадлежности найденного узла;

4) выбор подузла с максимальным значением степени принадлежности;

5) оценка полученного решения, если оно не удовлетворяет требованиям, то повторяем коррекцию параметров, начиная с первого шага;

6) бинарный поиск значения узла, обеспечивающего прогнозирование необходимого качества и минимальную коррекцию значения.

Результаты тестирования модуля интеллектуальной поддержки принятия решений о коррекции управляющего воздействия

Для тестирования модуля интеллектуальной поддержки принятия решений о коррекции управляющего воздействия было построено адаптивное нечеткое дерево с динамической структурой. На рис. 2 представлена часть дерева. Полное дерево содержит порядка 1700 листьев. Дерево строилось по выборке из базы данных ЭСПЦ ОАО «ММК». Выборка содержала информацию о производстве 374 темплетов заготовок, разлитых из стали А500С. Учитывая, что на рис. 2 представлены листья построенного дерева, решение использует только две отмеченные пунктирной линией ветви. При расходе воды в ЗВО 444 л/мин и скорости разлива 3,5 м/мин решение принадлежит к верхней ветви (А) на 0,14 и к нижней (Б) на 0,86. Для данного решения можно определить степень принадлежности к классу заготовок обычного качества по (1):

$$\delta(D_i) = \frac{(77,81 \cdot 1 + 5,05 \cdot 0) \cdot 0,14 + (13,2 \cdot 1 + 5,71 \cdot 0) \cdot 0,86}{(77,81 + 5,05) \cdot 0,14 + (13,2 + 45,71) \cdot 0,86} = 0,357 \cdot \quad (3)$$

Данная степень принадлежности соответствует 2,5 баллам по ОСТ 14-4-73 и ОСТ 14-1-235-91. При балле менее 2 заготовка является качественной. Следовательно, необходимо провести коррекцию существующего решения. Согласно алгоритму проводится коррекция параметров управления.

$$1) \quad \delta(A) = \frac{77,81 \cdot 1 + 5,05 \cdot 0}{77,81 + 5,05} = 0,94, \quad (4)$$

$$\delta(B) = \frac{13,2 \cdot 1 + 45,71 \cdot 0}{13,2 + 45,71} = 0,22. \quad (5)$$

Лист ветви Б имеет наименьшую степень воздействия на целевую функцию;

2) для ветви найденного листа выбираем узел «Расход воды в ЗВО», т.к. он имеет минимальное значение степени принадлежности;

3) все подузлы узла «Расход воды в ЗВО» имеют ненулевую степень принадлежности;

4) среди подузлов максимальную степень принадлежности имеет подузел ветви А. Выбираем расход воды в ЗВО, равный 320 л/мин, при этом решение имеет степень принадлежности 1 к ветви А;

5) оценка полученного решения:

$$\delta(D_j) = \frac{(77,81 \cdot 1 + 5,05 \cdot 0) \cdot 1}{(77,81 + 5,05) \cdot 1} = 0,94. \quad (6)$$

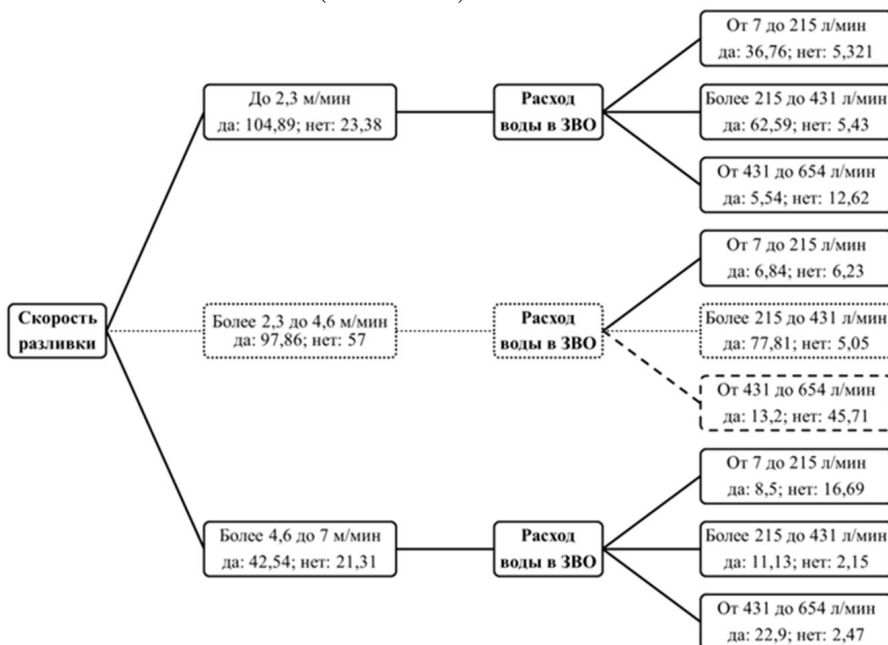


Рис. 2. Часть адаптивного нечеткого дерева с динамической структурой

Данное решение удовлетворяет требованиям обычного качества заготовок;

б) бинарным поиском находим, что при расходе в 438 л/мин решение имеет степень принадлежности 0,5 к классу заготовок обычного качества, что соответствует 2 баллам.

Таким образом, снизив расход воды с 444 до 438 л/мин, можно увеличить качество заготовок с 2,5 до 2 баллов.

Заключение

Для модуля интеллектуальной поддержки управления было разработано адаптивное нечеткое дерево с динамической структурой. Адаптивность дерева позволяет подстраивать дерево под изменяющиеся условия технологического процесса и реагировать на неопределенные в дереве примеры. Динамичность позволяет менять степень важности параметров после серии адаптаций дерева с целью предоставления более коротких ветвей решения. Представлены результаты тестирования модуля интеллектуальной поддержки.

Библиографический список

1. Спирин Н.А., Лавров В.В. Информационные системы в металлургии: Конспект лекций. – Екатеринбург: Уральский государственный технический университет – УПИ, 2004. – 495 с.
2. Бобровский Д. Введение в теорию динамических систем с дискретным временем. – СПб.: Регулярная и хаотическая динамика, 2006. –360 с.
3. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
4. Logunova O.S., Pavlov V.V., Matsko I.I., Pavlov I.V. Empirical model of residual element content in steel when three component burden is used in the process of steel production in electric arc furnace. // (MWE), 2012. – V. 1. – PP. 21 – 26.
5. Quinlan J.R. C4.5: Programs for Machine Learning. – San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. – 302 с.

*Работа представлена д.т.н., действительный член
Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 24.11.2012*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОКАТНОМ ВАЛКЕ

Л.Г. Егорова, Ю.Б. Кухта, М.В. Гуков

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38
egorov-lyudmil@yandex.ru*

Аннотация

В работе предложена и описана математическая модель температурного поля в прокатном валке при термической обработке с помощью индукционного нагрева токами различных частот. На основе предложенной модели разработан и описан программный продукт, который позволяет определять распределение нестационарных температурных полей в прокатном валке и может быть использован для выбора рациональных режимов термической обработки осесимметричных деталей машиностроения.

MATHEMATICAL MODELLING OF THERMAL PROCESSES IN THE ROLLING ARE SHAKY

L.G.Egorova, Y.B. Kukhta, M. V. Gukov

Abstract

In the produced job the temperature pattern mathematical model in the roll is tendered and presented at a tempering by means of an induction heat by currents of various frequencies. On the basis of the tendered sample piece the software product which one allows to determine allocating of non-stationary temperature patterns in the roll is developed and presented and can be used for sampling of rational conditions for treatment of asymmetrical components in mechanical engineering.

Актуальность работы

На современном этапе развития производства основным методом упрочнения цилиндрических деталей, таких, как прокатные валки, является термическая обработка, которая влияет на весь комплекс физико-механических свойств, характеризующих качество валков и их эксплуатационную стойкость. В то же время увеличение твердости при помощи термической обработки приводит к снижению вязкости металла и росту уровня внутренних напряжений и, как следствие, к повышению склонности к хрупкому разрушению. Отмечены случаи, когда разрушение валков происходило до начала эксплуатации – в процессе термообработки, при транспортировке или хранении. Таким образом, выбор оптимальных режимов термообработки, которые способствовали бы формированию требуемой твердости бочки, но не приводили к разрушению вследствие высокого уровня растягивающих напряжений – актуальная задача.

Основные проблемы

Экспериментальные работы по выбору оптимальных режимов термообработки дорогостоящие, так как каждый прокатный валок представляет собой уникальную деталь. К тому же натурные испытания весьма трудоемки: они требуют разрезки валка на темплеты для проведения исследований макро- и микроструктуры закаленного слоя, распределения твердости и остаточных напряжений. Кроме того, экспериментальные методы не позволяют определить временные напряжения, имеющие место непосредственно в процессе термической обработки, которые могут быть выше остаточных, особенно при индукционной закалке. Поэтому из-за ограниченности информации, полученной при проведении экспериментальных работ, рекомендуемые режимы термообработки не всегда могут быть оптимальными. В связи с этим возникает задача математического моделирования термомеханических процессов, протекающих при термической обработке прокатных валков. Указанная задача должна включать в себя расчет температурного состояния в валке в течение всего времени термообработки. Варьируя параметрами модели, можно расчетным путем, оценивая твердость и трещиностойкость валка, получить рациональные режимы термообработки.

Наиболее эффективным методом моделирования физических процессов является компьютерное моделирование. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить вычислительные эксперименты, в тех случаях когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала, в частности, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения ее параметров и начальных условий. Компьютерные модели обеспечивают большую гибкость при проведении эксперимента во время решения экспериментальных задач, позволяют замедлить или ускорить ход времени, сжать или растянуть пространство, дополнить модель графиком, таблицей, мультипликацией, повторить или изменить ситуацию.

Решение задачи

Объектом моделирования является прокатный валок или цилиндрическая деталь, подлежащая термической обработке [1]. При определении температурного поля в валке при нагреве решали двумерную осесимметричную задачу нестационарной теплопроводности и принимали ряд допущений и ограничений. Считали, что рассматриваемые процессы нестационарные и температура существенно меняется вдоль осей r и z . Нагрев цилиндрического тела происходит при постоянном напряжении U на зажимах индуктора за счет наведения токов электромагнитной индук-

ции в зоне действия индуктора. В тепловом отношении это эквивалентно действию внутренних источников теплоты $q_v(r, z, \tau)$, мощность которых в общем случае зависит от координат и времени. Охлаждение вала происходит с его боковой поверхности и торцов посредством вынужденной конвекции от воздуха, который набегает на вращающийся валок. В период закалки охлаждение происходит только с боковой поверхности вала посредством вынужденного движения струй воды.

Распределение температуры в рассматриваемой области описывается уравнением теплопроводности с учетом выделения тепла от индуктора [2]:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + q_v(r, z), \quad (1)$$

где q_v – мощность внутренних источников тепла; c , ρ , λ – теплофизические свойства материала вала.

Для решения дифференциального уравнения (1) необходимо дополнить его краевыми условиями. При $\tau = 0$, $T(r, z) = T_0$. На оси цилиндра $r = 0$, $z = 0 \dots L$ имеем условие симметрии $\frac{\partial T}{\partial r} = 0$.

На боковой поверхности цилиндра $z = 0 \dots L$; $r = R$ – охлаждение окружающим воздухом (граничное условие третьего рода):

$$\alpha_{окр}(T(R, z) - T_{окр}) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial r}.$$

На торцевых поверхностях цилиндра теплоотдача в окружающую среду (граничные условия третьего рода):

$$\text{На левой границе } Z = 0, r = 0 \dots R: \alpha_{окр}(T(r, 0) - T_{окр}) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z}.$$

$$\text{На правой границе } Z = L, r = 0 \dots R: \alpha_{окр}(T(r, L) - T_{окр}) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial z}.$$

В зоне действия индуктора температура поверхности вала с учетом тепловыделения $Z = Z_n \dots Z_k$; $r = R$: $c\rho \cdot dT = \ddot{q}_v d\tau$, где \ddot{q}_v – среднее объемное тепловыделение в поверхностном слое.

Охлаждение струями воды действует только при режиме закалки $Z = Z_{жп} \dots Z_{жк}$; $r = R$: $\alpha_{ж}(T(R, z) - T_{ж}) = -\lambda \frac{\partial T}{\partial r}$, где $\alpha_{ж}$ – коэффициент теплоотдачи от струй воды, $Z_{жп}$, $Z_{жк}$ – левая и правая граница зоны охлаждения [3].

Мощность, передаваемая металлу, меняется во времени в связи с изменением физических свойств металла и его температуры. При расчете передаваемую мощность условно разбиваем на этапы: холодный (P_x), промежуточный (P_n) и горячий (P_g). Холодный этап заканчивается, когда

поверхность тела нагревается до температуры магнитных превращений T_k . Промежуточный этап соответствует наиболее резкому изменению магнитной проницаемости ферромагнетиков. Он начинается в момент достижения температуры магнитных превращений на поверхности вала и заканчивается, когда до этой температуры нагреваются точки, отстоящие от поверхности заготовки на глубину проникновения тока в горячий (немагнитный) материал - δ . Далее нагрев осуществляется согласно горячему этапу.

Для решения уравнения (1) использовался метод конечных разностей. На расчетную рабочую область накладывали прямоугольную сетку и использовали симметричную аппроксимацию пространственных производных. При численной реализации расчета использовался метод расщепления, который приводит к безусловно устойчивой локально-одномерной схеме:

Для цилиндрической стенки, получили уравнение в виде трехдиагональной матрицы:

$$T_{i-1}^{k+\frac{1}{2}} \cdot A - T_i^{k+\frac{1}{2}} \cdot B + T_{i+1}^{k+\frac{1}{2}} \cdot C = D, \quad (2)$$

где $A = Fo_r \left(1 - \frac{1}{2i}\right)$, $B = 1 + 2Fo_r$, $C = Fo_r \left(1 + \frac{1}{2i}\right)$, $D = -T_i^k - \frac{\Delta\tau \cdot q_{v,i,j}}{2c\rho}$, $Fo_r = \frac{1}{2} \cdot \frac{a\Delta\tau}{\Delta r^2}$.

Для плоской стенки, представили систему уравнений:

$$T_{i-1}^{k+1} A - T_i^{k+1} B + T_{i+1}^{k+1} C = D, \quad (3)$$

где $A = Fo_z$, $B = 1 + 2Fo_z$, $C = Fo_z$, $D = -T_i^{k+\frac{1}{2}} - \frac{\Delta\tau \cdot q_{v,i,j}}{2c\rho}$, $Fo_z = \frac{1}{2} \cdot \frac{a\Delta\tau}{\Delta z^2}$.

Каждая из систем уравнений (2-3) решалась методом прогонки.

В качестве исходных данных в программном продукте «Моделирование тепловых процессов в прокатном валке» вводятся следующие технологические и теплофизические характеристики: диаметр и длина вала, плотность материала вала, теплопроводность, теплоемкость и др. Кроме того, учитываются геометрические размеры закалочной установки: диаметр и высота индуктора, ширина зоны охлаждения водой, коэффициент мощности индуктора, ток и напряжение на индукторе, диаметр сопла распылителя воды, число сопел распылителей воды, диаметр водяного коллектора.

Разработанный программный продукт создан с использованием технологии многопоточности, для более эффективного использования ресурсов вычислительной машины и создания «отзывчивого» пользовательского интерфейса. Сутью многопоточности является квазимногозадачность на уровне одного исполняемого процесса, то есть все потоки выполняются в адресном пространстве процесса. Кроме этого, все потоки

процесса имеют не только общее адресное пространство, но и общие дескрипторы файлов. Выполняющийся процесс имеет как минимум один (главный) поток.

При запуске программного продукта открывается форма – «Моделирование», которая состоит из главного меню, панели вкладок и пространства для отображения различной информации – таблицы параметров модели, графиков, диаграмм и численных результатов моделирования (рис. 1).

Пункт меню «Параметры» позволяет осуществить выбор, сохранение и экспорт исходных данных и параметров необходимых для создания математической модели процесса. Для ускорения и упрощения процедуры загрузки исходных данных могут быть использованы заранее подготовленные шаблоны, которые автоматически загружаются из специально созданной директории templates. Список шаблонов доступен из пункта меню «Шаблоны».

The screenshot shows a window titled 'param.xml - Моделирование' with tabs for 'Параметры', 'Данные', and 'Модель'. The 'Параметры модели' tab is active, displaying a table with the following data:

№	Параметр	Обозначение	Значение	Единицы измерения	Примечание
1	Шаг по времени	dTau	1	Сек	
2	Число интервалов сетки в расчетной области по оси r	N	200		
3	Число интервалов сетки в расчетной области по оси z	M	300		
4	Число промежутков	CPNT	8		

Рис. 1. Форма «Моделирование»

При активизации пункта «Загрузить» пункта меню «Параметры» открывается окно в котором можно выбрать файлы в формате XML, с исходными параметрами модели. После загрузки файла данных, с помощью раскрывающегося списка производится просмотр и выбор категорий параметров, а их значения отображаются в виде табличной формы, которые при необходимости могут тут же редактироваться (рис. 2). В процессе редактирования программой осуществляется контроль вводимых значений, и в случае их несоответствия выдается сообщение об ошибке.

При активизации пункта «Запуск», на основе выбранных параметров, строится математическая модель процесса, которая наглядно отображается в виде диаграмм и графиков. Для просмотра графических представлений модели и их выбора необходимо перейти на вкладку «Диаграмма», при этом на панели меню появляется дополнительный пункт «Параметры диаграммы», который позволяет с помощью содержащихся в этом пункте подпунктов настраивать параметры диаграммы, например,

убрать или добавить сетку, координатные оси, выбрать цветовую схему и т.д. (рис. 3).

№	Теплофизические свойства обрабатываемого вала	Единица	Значение	Единица
4	Теплопроводность материала вала	см	460	Дж/(кг·град)
4	Удельное сопротивление материала вала при t=0 град С	ρ	0,086	(Ом мм кв)/м
5	Температурный коэффициент сопротивления	α	0,00651	1/град
6	Температура точки Кюри для используемой стали	Tк	723	°С
7	Магнитная проницаемость при t=0	μп	200	
8	Показатель кривизны магнитной проницаемости	ηп	3	
9	Коэффициент мощности индуктора	Ku	0,1	
10	Напряжение на индукторе	U	380	В

З: 16, R: 99, Температура: 195,4 °С
Время: 226 сек
Прогресс: 22%

Рис. 2. Список категорий параметров и их значений

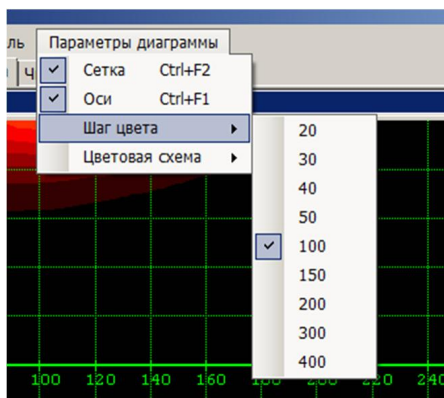


Рис. 3. Пункт меню «Параметры диаграммы»

Программный продукт позволяет наблюдать процесс нагрева цилиндрических деталей в продольном либо поперечном сечении в реальном режиме времени (рис. 4-5). На диаграммах поперечного и продольного сечения справа отображена шкала температур, позволяющая наглядно оценить распределение температуры по сечению детали. Кроме того диаграммы позволяют узнать значение температуры в каждой ее конкретной точке.

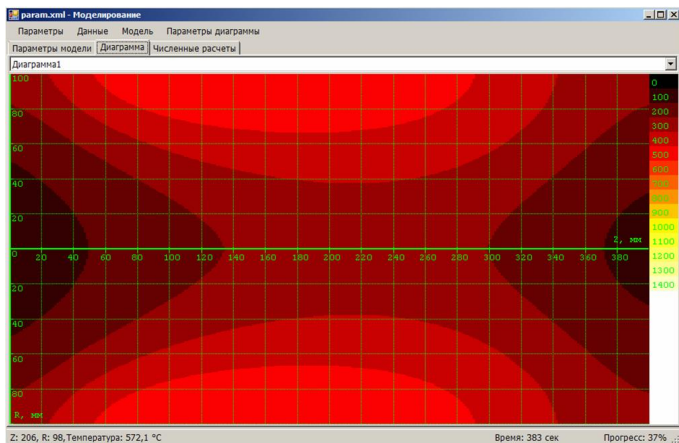


Рис. 4. Диаграмма продольного сечения закаливаемой детали

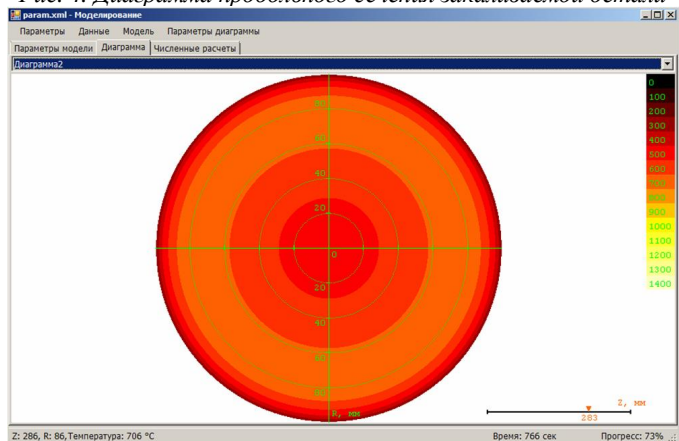


Рис. 5. Диаграмма поперечного сечения закаливаемой детали

Для этого нужно привести указатель мыши на интересующую точку на диаграмме и координаты этой точки с температурой будут отображены в строке состояния. На диаграмме поперечного сечения с помощью трекбара можно выбирать положение сечения по оси Z. Переключение между видами графического отображения моделируемого процесса происходит с помощью раскрывающегося списка.

Кроме диаграмм результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков распределения температуры в теле детали на любом произвольно заданном расстоянии от его оси. Для отображения графика необходимо выбрать из списка на вкладке «Диаграмма» пункт «График», при этом в меню программы появляется дополнительный пункт «Параметры графика». С помощью этого пункта можно добавить произвольное количество дополнительных рядов. Важной особенностью графика является возможность автоматического масштабирования.

Пункт меню «Данные» предназначен для выполнения операций манипулирования результатами расчетов. Пункт «Сделать снимок» позволяет сделать мгновенный снимок активной в данный момент диаграммы или графика. Количество таких снимков не ограничено. С помощью выпадающего списка может быть задано разрешение снимка. Поддерживаются следующие разрешения: 800x600, 1024x768, 1280x800, 1280x1024. С помощью пункта «Экспорт данных» числовые значения результата моделирования могут быть сохранены в отдельном файле. Просмотр этих значений сформированных в табличном виде, являющимся наиболее простым для восприятия, возможен с помощью вкладки «Численные расчеты».

Заключение

Программный продукт «Моделирование тепловых процессов в прокатном валке» может быть использован для повышения технико-экономической эффективности работы действующих и проектируемых установок индукционного нагрева для термической обработки осесимметричных деталей машиностроения. Его применение поможет подбирать рациональные режимы как предварительной, так и окончательной термической обработки деталей, не проводя дорогостоящих экспериментов. Кроме того, данный программный продукт может быть использован как инструмент в научно-исследовательской деятельности студентов старших курсов металлургических специальностей, а также аспирантов и инженеров-исследователей.

Библиографический список

1. Ячиков И.М. Модель температурного состояния прокатного валка при многопроходном индукционном нагреве под закалку / И.М. Ячиков, К.Н. Вдовин, Л.Г. Егорова // Математика. Приложение математики в экономических, технических и педагогических исследованиях: Сб. науч. трудов. – Магнитогорск. 2005.- С. 121-127.
2. Вафин Р.К. Прочность термо-обрабатываемых прокатных валков / Р.К. Вафин [и др.]. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.- 264 с.
3. Лабейш В.Г. Жидкостное охлаждение высокотемпературного металла. – Л.: Изд-во Ленингр. Ун-та, 1983. – 172с.

*Работа представлена д-ром техн. наук, профессором,
заслуженным деятелем науки РФ, лауреатом Премии
Правительства РФ в области металлургии,
Вдовиным К.Н.*

Дата представления работы: 30.11.2012

ПРИНЦИП РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОНКОЛИСТОВОГО ПРОКАТА

П.П. Полецков, Ю.Б. Кухта*, Л.Г. Егорова*, Б.П. Искандаров***

**ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»*

Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38

***Азиатский Тихоокеанский университет технологии и инновации
(УСТИ), Малайзия, Куала-Лумпур,
bek3006@bk.ru*

Аннотация

Авторами предлагается заменить традиционный подход к достижению заданных параметров профиля и плоскостности тонколистовой стали на управление процессом формирования параметров геометрии при помощи алгоритма в соответствии с положениями стандартов ИСО серии 9000 и концепции TQM.

ALGORITHM OF MANAGEMENT BY FORMING OF STEEL SHEETS GEOMETRICAL PARAMETERS.

Poletskov P.P., Kuhta Y.B., Egorova L.G., B.P. Iskandarov

Abstract

Authors offer to replace the traditional approach to achievement of the set parameters of a profile and flatness steels with management of process of formation a parameters of geometry by means of algorithm according to positions of standards ISO 9000 and concepts of TQM.

Актуальность работы

В вопросах формирования профиля и плоскостности тонколистового проката сохраняются традиционные подходы, которые сводятся к воздействию на эти параметры на основе накопленного опыта технологического персонала. Такая ситуация противоречит положениям стандартов ИСО серии 9000 и концепции TQM, требующим сквозного интегрированного управления качеством и документированности всех процессов и применения программного обеспечения целевого назначения.

В соответствии со стандартом ИСО 9000 главным в организации системы качества на предприятиях является документированность всех процессов, имеющих отношение к выпуску продукции. Другими словами, все этапы производства, способные повлиять на итоговые свойства конечного материала, должны быть не только четко описаны, но и постоянно контролироваться на предмет соответствия реальных процессов документированным требованиям.

В то же время, в соответствии с ИСО 9001 система менеджмента качества включает в себя документы (технологические инструкции), необходимые организации для обеспечения эффективного планирования в основе которого – управление последовательностью и параметрами процессов. Точность и порядок в соблюдении инструкций является важнейшей гарантией качественного производства.

Это относится и к системе производства тонколистового стального проката. В технологических инструкциях предприятий, выпускающих данный вид продукции, однозначно «задокументирован» процесс получения заданных механических свойств: определение химического состава стали, температурный режим горячей прокатки и т.д. Совсем иная ситуация сложилась в вопросе управления процессами, связанными с такими параметрами геометрии тонколистового проката как плоскостность и профиль горячекатаного листа. В технологических инструкциях практически не описан процесс получения этих показателей. В лучшем случае существуют цифровые значения указанных параметров, но способы их формирования фактически отсутствуют. Единственной нормируемой величиной является профилировка валков, задаваемая допустимым диапазоном значений. Однако, четко не регламентировано, какое значение и в каких случаях следует выбирать. На практике это приводит к ситуации, когда образуется некоторая неопределенность, ведущая, порой, к значительному снижению качества готовой продукции.

Общеизвестно, что главное требование системы управления качеством – это устранение причин, которые приводят к получению несоответствующей продукции. Иначе говоря, после обнаружения недостатков необходимо выявить и полностью устранить причины их возникновения. Именно на это и нацелено документирование всех процессов на предприятии, поскольку эффективно управлять и вмешиваться в технологию, можно только в том случае, если производственная цепочка формализована в виде четких регламентов (технических инструкций). В этом случае однозначно можно установить, каким образом происходила та или иная технологическая последовательность действий. Возможность это сделать называется «прослеживаемостью». Если же процесс формируется случайным образом, то установить и устранить причину возникновения дефектной продукции не представляется возможным.

Таким образом, в случае отклонения качества тонколистового проката по профилю и плоскостности провести «прослеживаемость» или причинно-следственную связь фактически невозможно. Именно с этим связан тот факт, что периодически отсортировка в несоответствующую продукцию по данным показателям достигает 0,5% от общего объема производства. Прокат с отклонениями по этим показателям затрудняет, а иногда и делает невозможным его дальнейшую глубокую переработку на

линиях нанесения покрытия, перекатывания на другие размеры, оценки сплошности на установках ультразвукового контроля.

Следует добавить, что в настоящее время на предприятиях черной металлургии создается всеобъемлющая концепция качества, цель которой – удовлетворение запросов потребителя. При этом разрабатывается основа системы всеобщего управления качеством – TQM (Total Quality Management). Базовым элементом TQM, помимо разработки производственных процессов исходя из требований качества и тестирования, стремления к постоянному улучшению, является контроль производственных процессов для предотвращения брака. Это означает, что всю технологическую цепочку необходимо контролировать с целью соответствия применяемых параметров описанным в документации, а также четкому выполнению работниками должностных инструкций.

На основании этого был сделан вывод о том, что документированность процессов в части управления процессом формирования профиля и плоскостности не соответствует современным подходам и противоречит основным положениям стандартов ИСО серии 9000 и концепции системы всеобщего управления качеством. Для устранения этих несоответствий и улучшения качества геометрии проката был разработан уникальный алгоритм управления процессом формирования профиля и плоскостности тонколистовой стали.

Первоначально был выбран минимальный набор математических моделей для описания процессов, происходящих при формировании профиля и плоскостности (табл. 1).

Таблица 1

Математические модели процессов формирования профиля и плоскостности тонколистовой стали

<i>Математическая модель</i>	<i>Условное обозначение</i>
Анализ профиля полос тонколистового проката	«Анализ»
Расчет профилировок валков	«Синтез»
Модель износа опорных валков	«Износ»
Модель образования неплоскостности проката	«Плоскостность»
Модель правки проката растяжением с изгибом	«Правка»

В модели «Анализ» регулируем качество проката по профилю [2].

В модели «Синтез» проектируем профилировки валков (значения), обеспечивающие требуемую плоскостность проката [1].

Модель «Износ» – модель прогнозирования величины и характера износа опорных валков. Важность такой модели состоит в возможности адекватной корректировки параметров прокатки в зависимости от состояния (степени износа) опорных валков [2-5] для предотвращения выпуска бракованной продукции.

Модель «Плоскостность» определяет отклонения проката от

плоскостности на базе критерия, характеризующего достижение прокатом плоской формы.

Модель «Правка» определяет величины, регулирующие формирование требуемой плоскостности и профиля прокатываемой полосы.

Подробное описание представленных моделей приведено в соответствующих источниках [2-5].

Следующим этапом был процесс интеграции этих моделей в единый алгоритм – последовательность их использования с условием подключения к общей процедуре расчета в виде совокупности модулей.

При помощи *модулей «Синтез»* и *«Износ»* проводится расчет профилировок рабочих и опорных валков, определяются значения величин таким образом, чтобы свести к минимуму возможность образования дефектов проката. Далее параллельно запускаются *модули «Синтез»* и *«Анализ»*. Основное их назначение – проверить корректность заданных технологических параметров производства, т.е. однозначно определить, будут ли при этом плоскостность и профиль проката соответствовать критериям системы качества. В случае обнаружения полного или частичного несоответствия *модуль «Правка»* обеспечит изменение базовых величин с учетом полученной информации, тем самым предотвратив образование брака готовой продукции.

Результатом выполнения этого алгоритма являются параметры профилировок валков тонколистовых станов, которые выглядят однозначным образом без «размытых» диапазонов. Представленный подход может быть отражен в соответствующих технологических инструкциях, а его использование позволяет получать прокат высокого качества по геометрии вне зависимости от размерного сортамента и назначения с комплексным технико-экономическим эффектом [5].

Заключение

В работе представлено описание основных функций базовых модулей системы управления качеством при производстве тонколистового проката. Осуществлена алгоритмизация процесса формирования параметров геометрии тонколистового проката для достижения заданных показателей профиля поперечного сечения и плоскостности.

Библиографический список

1. Салганик, В.М. Моделирование деформаций и нагрузок валковой системы кварто и повышение качества листового проката по профилю. / В.М. Салганик, П.П. Полецков. // Монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. –133 с.
2. Салганик, В.М. Прогнозирование профиля износа опорных валков клетей чистовой группы стана горячей прокатки. / В.М. Салганик, П.П. По-

- лецов, Е. Ю. Кожушков, Ю.Б. Кухта. // Производство проката. – 2008. – №11. – С.36 – 39.
3. Салганик, В.М. Алгоритмы и программный продукт «Профиль 2500» для прогнозирования и оценки профиля, плоскостности горячекатаных полос и состояния опорных валков стана 2500 горячей прокатки. / В.М. Салганик, П.П. Полецков, Ю.Б. Кухта. // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2008. – №7. – С.50 – 54.
4. Галкин, В.В. Математическое описание износа опорных валков и его реализация в программном продукте. / В.В. Галкин, В.М. Салганик, П.П. Полецков, Ю.Б. Кухта, Е.Ю. Кожушков. // Сталь. – 2011. – №1. – С. 48-49.
5. Салганик, В.М. Управление качеством горячекатаного проката по профилю и плоскостности на базе использования автоматизированной системы. / В.М. Салганик, П.П. Полецков, Ю.Б. Кухта, Л.Г. Егорова. // Моделирование и развитие технологических процессов: Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2010. – №1. – С. 59–62.

*Работа представлена: к.т.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Кухта Ю.Б.*

Дата представления работы: 14.12.2012

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ВАННЕ ДПШТ ПРИ РАЗНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ТОКОПОДВОДА К ПОДОВОМУ ЭЛЕКТРОДУ

И.М. Ячиков, И.В. Портнова, З.Ю. Залаяутдинов

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
jachikov@mail.ru*

Аннотация

Для кондукционного электромагнитного перемешивания расплава в ванне дуговой печи постоянного тока предложена конструкция токоподвода к подовому электроду в виде одного витка или плоской спирали. Создана математическая модель и проведено моделирование поведения магнитного поля вблизи таких токоподводов.

MODEL OF MAGNETIC FIELD IN A BATH AT DC ARC FURNACE CURRENT LEAD TO BOTTOM ELECTRODE

I.M. Jachicov, I.V. Portnova, R.YU. Zalyautdinov

Abstract

For electromagnetic stirring of molten conduction in a bath of DC arc furnace proposed design of current lead to bottom electrode in the form of a spiral or a flat spiral. A mathematical model and simulation of the behavior of the magnetic field near such leads.

Актуальность работы

Управление перемешиванием в жидкой ванне дуговой печи постоянного тока (ДППТ) представляет собой важную научную и прикладную задачу. Одним из бесконтактных электромагнитных методов воздействия на расплав является кондукционный способ перемешивания, основанный на взаимодействии токонесущего расплава с внешним магнитным полем. Объемную электромагнитную силу, действующую в токонесущей жидкости в произвольной точке можно определить как $\vec{f} = \mu_0 \cdot \vec{J} \times \vec{H}$, где μ_0 – магнитная постоянная; \vec{J} – плотность тока в рассматриваемой точке; \vec{H} – значение напряженности магнитного поля. Эта формула показывает, что интенсивность кондукционного перемешивания токонесущего расплава зависит от магнитных полей, вызываемых токами, протекающими как в самой ванне, так и вне ее.

Целью работы является моделирование поведения магнитного поля при кондукционном воздействии на расплав в ванне ДППТ с одним подовым электродом при конструкции токоподвода в виде одного витка или плоской спирали.

Результаты реализации решения задачи

В работе [1] для кондукционного электромагнитного перемешивания металла в ванне ДППТ предлагается использовать кольцевой подовый электрод и внешний токоподвод, выполненный в виде пространственной винтовой линии или в виде плоской спирали.

Для расчета магнитного поля, возникающего вблизи кругового витка радиуса R или вблизи проводника в виде Архимедовой спирали $R_a = a \cdot \varphi$, по которому протекает ток I , с использованием закона Био-Савара-Лапласа, вводится декартовая система координат $Oxuz$, связанная с центром витка, и цилиндрическая система координат, в которой направление r (при $\varphi=0$) совпадает с осью Ox (рис. 1). Шаг спирали определяется как $a = R/(2\pi n)$, где n – число витков спирали в пределах радиуса R , при этом полярная координата $\varphi = [0, 2\pi \cdot n]$.

Рассмотрим расчет магнитного поля, возникающего вблизи кругового витка радиуса R , по которому протекает ток I . Выберем произвольную точку A , имеющую в декартовой системе координаты – x_0, y_0, z_0 , а в цилиндрической – r_0, φ_0, z_0 . Величина и направление напряженности

магнитного поля в точке А от тока, протекающего через элемент $d\vec{l}$ (точка В), определяется по закону Био-Савара-Лапласа в дифференциальной форме (см. рис. 1, а)

$$d\vec{H} = \frac{I}{4\pi r^3} [d\vec{l} \times \vec{r}']$$

альной форме (см. рис. 1, а)

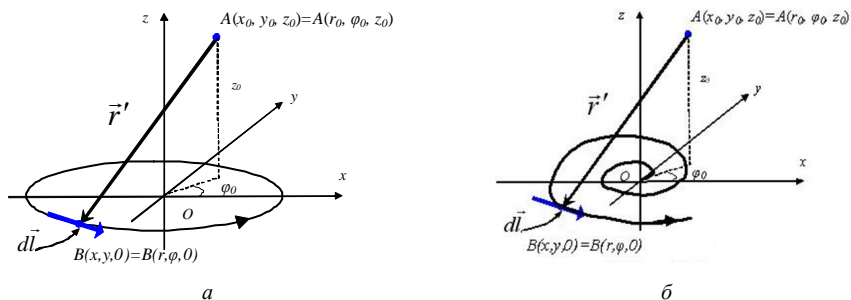


Рис. 1. К расчету магнитного поля возникающего: а – вблизи кругового витка; б – вблизи спирального витка

Распишем координаты векторов как

$$\vec{r}' = |\vec{AB}| = (R \cdot \cos \varphi - x_0, R \cdot \sin \varphi - y_0, -z_0),$$

$$d\vec{l} = (R \cdot \sin \varphi, R \cdot \cos \varphi, 0) d\varphi,$$

получим проекции напряженности магнитного поля вблизи кругового витка:

$$dH_x(x_0, y_0, z_0) = \frac{I \cdot R}{4\pi} \frac{z_0 \cdot \cos \varphi}{\beta(x_0, y_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi;$$

$$dH_y(x_0, y_0, z_0) = \frac{I \cdot R}{4\pi} \frac{-z_0 \cdot \sin \varphi}{\beta(x_0, y_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi;$$

$$dH_z(x_0, y_0, z_0) = \frac{I \cdot R}{4\pi} \cdot \frac{\sin \varphi (R \cdot \sin \varphi - y_0) + \cos \varphi (R \cdot \cos \varphi - x_0)}{\beta(x_0, y_0, z_0, \varphi)} d\varphi,$$

где $\beta(x_0, y_0, z_0, \varphi) = \left((R \cdot \cos \varphi - x_0)^2 + (R \cdot \sin \varphi - y_0)^2 + z_0^2 \right)^{3/2}$.

Запишем декартовые проекции напряженности магнитного поля в точке, определяемой с использованием цилиндрической системы координат

$$dH_x(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot R \cdot z_0}{4\pi} \frac{\cos \varphi}{\beta_1(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (1)$$

$$dH_y(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot R \cdot z_0}{4\pi} \frac{-\sin \varphi}{\beta_1(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (2)$$

$$dH_z(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot R}{4\pi} \cdot \frac{R - r_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_0)}{\beta_1(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (3)$$

где $\beta_1(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi) = (R^2 + r_0^2 - 2R \cdot r_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_0) + z_0^2)^{3/2}$.

Для нахождения горизонтальной и вертикальной составляющих поля проинтегрируем выражения (1) – (3) в пределах от 0 до 2π , при интегрировании выражения (3) полученное значение H_z не зависит от значения начальной фазы φ_0 , получим вертикальную составляющую магнитного поля

$$H_z(r_0, z_0) = \frac{I \cdot R}{4\pi} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{R - r_0 \cdot \cos(\varphi)}{(R^2 + r_0^2 - 2R \cdot r_0 \cdot \cos(\varphi) + z_0^2)^{3/2}} d\varphi \quad (4)$$

Горизонтальная составляющая поля H_r с учетом его осевой симметрии также не зависит от φ_0 и, принимая во внимание, что $H_y(r_0, 0, z_0) = 0$ и $H_r(r_0, z_0) = H_x(r_0, 0, z_0)$, получим

$$H_r(r_0, z_0) = \frac{I \cdot R \cdot z_0}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\cos \varphi}{(R^2 + r_0^2 - 2R \cdot r_0 \cdot \cos(\varphi) + z_0^2)^{3/2}} \cdot d\varphi \quad (5)$$

Уравнения (4)–(5) дают математическую модель для определения напряженности магнитного поля вблизи кругового витка с током.

В работе [2] рассмотрена математическая модель для определения магнитного поля, возникающего вблизи кругового витка радиуса R , по которому протекает ток I . Осесимметричное поле в цилиндрической системе координат, связанной с центром витка, определяется с использованием магнитного потенциала $A(r, z)$, который вследствие осевой симметрии витка является скалярной величиной и определяется как

$$A(r, z) = \frac{I}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{R}{r}} \cdot f(k(r, z)),$$

где $f(k_0) = \left(\frac{2}{k_0} - k_0 \right) \cdot K(k_0) - \frac{2}{k_0} \cdot E(k_0)$,

$$E(k_0) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k_0^2 \cdot \sin(\beta)^2} d\beta, \quad K(k_0) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{\sqrt{1 - k_0^2 \cdot \sin(\beta)^2}} d\beta,$$

$$k_0 = k(r, z) = \sqrt{4 \cdot R \cdot \frac{r}{z^2 + (R+r)^2}}.$$

С учетом этих зависимостей радиальная и осевая проекции напряженности магнитного поля вблизи витка с током рассчитываются как

$$H_r(r, z) = -\frac{d}{dz} [A(r, z)] \quad (6)$$

$$H_z(r, z) = \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} [r \cdot A(r, z)] \quad (7)$$

Сравнение расчетов с использованием моделей (4)-(5) и (6)-(7) показало полную идентичность получаемых результатов.

Рассмотрим расчет магнитного поля, возникающего вблизи проводника в виде Архимедовой спирали, по которому протекает ток I , с использованием закона Био-Савара-Лапласа. Выберем произвольную точку A , имеющую в декартовой системе координаты $-x_0, y_0, z_0$, а в цилиндрической $-r_0, \varphi_0, z_0$. (см. рис. 1, б). Распишем координаты векторов как

$$\vec{r}' = |\vec{AB}| = (a \cdot \varphi \cdot \cos \varphi - x_0, a \cdot \varphi \cdot \sin \varphi - y_0, -z_0),$$

$$d\vec{l} = \left(a\sqrt{1 + \varphi^2} \cdot \sin \varphi, -a\sqrt{1 + \varphi^2} \cdot \cos \varphi, 0 \right) d\varphi,$$

получим проекции напряженности магнитного поля

$$dH_x(x_0, y_0, z_0) = \frac{I \cdot a}{4\pi} \frac{z_0 \sqrt{1 + \varphi^2} \cdot \cos \varphi}{\beta_2(x_0, y_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi;$$

$$dH_y(x_0, y_0, z_0) = \frac{I \cdot a}{4\pi} \frac{-z_0 \sqrt{1 + \varphi^2} \cdot \sin \varphi}{\beta_2(x_0, y_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi;$$

$$dH_z(x_0, y_0, z_0) =$$

$$= \frac{I \cdot a}{4\pi} \cdot \frac{\sqrt{1 + \varphi^2} (\sin \varphi (a\varphi \cdot \sin \varphi - y_0) + \cos \varphi (a\varphi \cdot \cos \varphi - x_0))}{\beta_2(x_0, y_0, z_0, \varphi)} d\varphi,$$

где $\beta_2(x_0, y_0, z_0, \varphi) = \left((a \cdot \varphi \cdot \cos \varphi - x_0)^2 + (a \cdot \varphi \cdot \sin \varphi - y_0)^2 + z_0^2 \right)^{3/2}$.

Запишем декартовые проекции напряженности магнитного поля в точке, определяемой с использованием цилиндрической системы координат, и проинтегрируем выражения в пределах от 0 до 2π

$$dH_x(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot a \cdot z_0}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sqrt{1 + \varphi^2} \cos \varphi}{\beta_3(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (8)$$

$$dH_y(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot a \cdot z_0}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{-\sqrt{1 + \varphi^2} \sin \varphi}{\beta_3(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (9)$$

$$dH_z(r_0, \varphi_0, z_0) = \frac{I \cdot a}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\sqrt{1 + \varphi^2} (a \cdot \varphi - r_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_0))}{\beta_3(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi)} \cdot d\varphi \quad (10)$$

где $\beta_3(r_0, \varphi_0, z_0, \varphi) = (a^2 \cdot \varphi^2 + r_0^2 - 2a \cdot \varphi \cdot r_0 \cdot \cos(\varphi - \varphi_0) + z_0^2)^{3/2}$.

Модуль горизонтальной составляющей поля определяется

$$H_r(r_0, \varphi_0, z_0) = \sqrt{H_x(r_0, \varphi_0, z_0)^2 + H_y(r_0, \varphi_0, z_0)^2} \quad (11)$$

Уравнения (8)–(11) дают математическую модель для определения напряженности магнитного поля вблизи проводника с током в виде Архимедовой спирали.

В качестве объекта моделирования была выбрана пятитонная сталеплавильная ДППТ стандартной конфигурации: $R_6 = 1245$ мм – радиус ванны по жидкому металлу; $H_6 = 340$ мм – высота ванны. Радиус токоподвода в виде витка составляет $R = 1200$ мм, количество витков для спирального токоподвода $n = 4$.

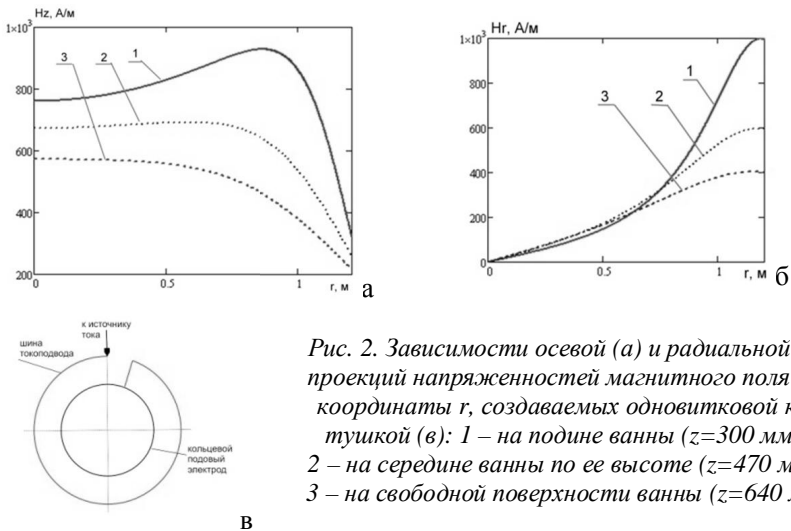


Рис. 2. Зависимости осевой (а) и радиальной (б) проекций напряженностей магнитного поля от координаты r , создаваемых одновитковой катушкой (в): 1 – на подине ванны ($z = 300$ мм); 2 – на середине ванны по ее высоте ($z = 470$ мм); 3 – на свободной поверхности ванны ($z = 640$ мм)

Расстояние от плоскости витка токоподвода до подины ванны, контактирующей с жидким металлом, принималось равным 300 мм, ток, протека-

ющий через токоподвод $I=2$ кА. Были проанализированы магнитные поля в трех горизонтальных плоскостях: на подине жидкой ванны, на ее середине по высоте H_6 и на ее поверхности. По результатам расчетов с использованием моделей (4) – (5) и (8) – (11) построены зависимости осевой и радиальной напряженности магнитного поля при разных z для токопровода в виде одного витка и Архимедовой спирали соответственно (рис. 2,3).

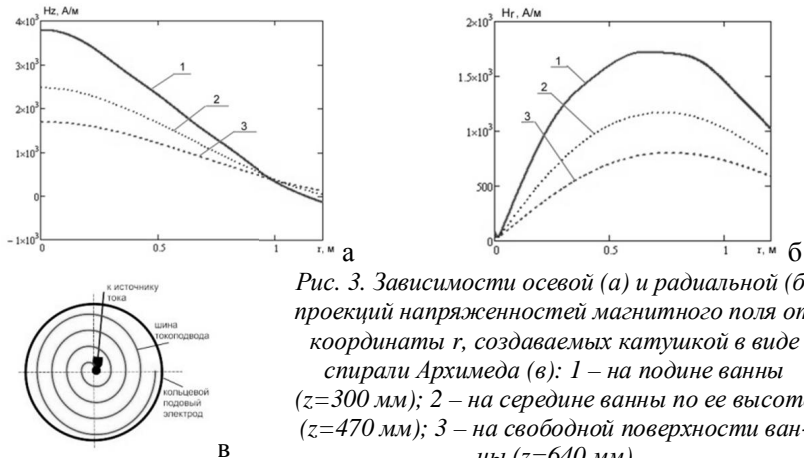


Рис. 3. Зависимости осевой (а) и радиальной (б) проекций напряженностей магнитного поля от координаты r , создаваемых катушкой в виде спирали Архимеда (в): 1 – на подине ванны ($z=300$ мм); 2 – на середине ванны по ее высоте ($z=470$ мм); 3 – на свободной поверхности ванны ($z=640$ мм)

Из рисунков видно, что значение осевой составляющей напряженности магнитного поля для токопровода, имеющего форму спирали Архимеда, примерно в четыре раза больше, чем для токопровода в виде одного витка, а для радиальной составляющей – примерно в два раза. Величина напряженности магнитного поля на подине ванны примерно в три раза больше, чем на ее свободной поверхности.

Проанализирована зависимость модуля горизонтальной напряженности магнитного поля от числа витков плоской спирали при $n=1-4$ (рис. 4). Из рисунка видно, что осевая составляющая магнитного поля значительно больше радиальной, причем это различие существенно возрастает с увеличением числа витков.

Следовательно, при прочих равных условиях, напряженность магнитного поля в расплаве с токопроводом выполненным в виде Архимедовой спирали больше, чем у токопровода в виде одного витка.

Заключение

Таким образом, создана математическая модель и проанализированы магнитные поля при конструкции токопровода к подовому электроду в виде одного витка и спирали Архимеда. Получены закономерности поведения вертикальных и горизонтальных составляющих напряженности магнитного поля по глубине и по радиусу ванны, а для спирали Ар-

химеда – по азимутальной координате и от количества витков. Для практического использования кондукционного электромагнитного способа перемешивания расплава в ДППТ рекомендуется использовать конструкцию токопровода в виде плоской спирали, при этом количество витков определяется конструкцией печи и технологическими условиями ее работы.

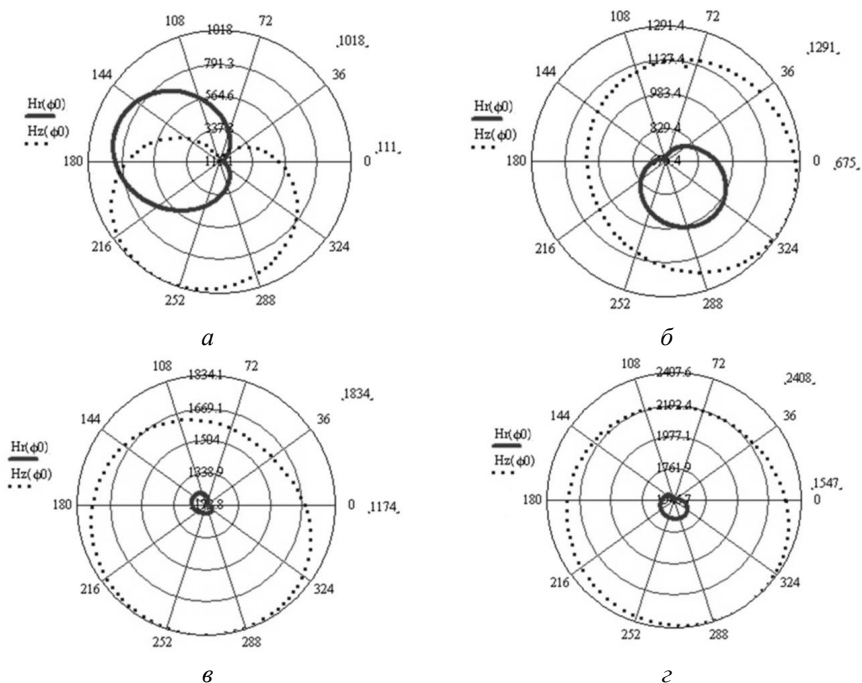


Рис. 4. Зависимости радиальной — $H_r(\varphi_0)$ и осевой $H_z(\varphi_0)$ проекций напряженностей магнитного поля от азимутальной координаты φ_0 , создаваемых катушкой в виде спирали Архимеда в полярных координатах, для разного числа витков n на подине ванны ($z=300$ мм) на расстоянии $r=500$ мм от токопровода: а – $n=1$; б – $n=2$; в – $n=3$; г – $n=4$

Библиографический список

1. Пат. на ПМ 119556 Российская Федерация, МКИ⁷ Н05В 7/20. Электродуговая печь постоянного тока [Текст] / Портнова И. В., Ячиков И. М., Харченко О. А., заявл. 27.04.2012 ; опубл. 20.08.2012, БИПМ № 23.
2. Сарапулов, Ф.Н. Расчет параметров цепей электротехнологических установок [Текст] : учебное пособие / Ф. Н. Сарапулов. – Екатеринбург : УГТУ, 1999. – 83 с.

Работа представлена д.т.н., профессором кафедры вычислительной техники и прикладной математики Логуновой О.С.

СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «УРАЛЬСКИЕ КАМНИ» НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РАСПИСАНИЯ

Т.А. Бастанова, Р.Р. Бастанов, А.Н. Калитаев

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
tanya.murzikova@gmail.com*

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы составления плана загрузки производственных мощностей предприятия ОАО «Уральские камни». Для определения стратегии составления плана рассмотрены алгоритмы теории расписания для многостадийных систем с двумя последовательными приборами и одинаковыми маршрутами обслуживания.

MAKING PLAN OPERATING CAPACITY OF JSC "URAL STONE" BASED ON THE THEORY OF A SCHEDULE

T.A. Bastanova, R.R. Bastanov, A.N. Kalitaev

Abstract

The paper considers the problem of scheduling production capacities of ОАО "Ural stones." To determine the strategy of scheduling algorithms are considered for scheduling multi-stage theory of systems of two serial devices c and the same service routes.

Актуальность работы

Теория расписаний – одна из самых популярных с теоретической и практической точек зрения области исследования операций. Задачи теории расписаний связаны с упорядочиванием некоторых работ (операций) во времени и/или по исполнителям (приборам). При этом необходимо учитывать ограничения на последовательность выполнения работ, связанные с исполнителями и т.п. Цель решения таких задач – построение допустимых расписаний, при котором все ограничения соблюдены, или, что является более сложным, – нахождение оптимального допустимого расписания по тому или иному критерию оптимальности [1]. Например, построение оптимального расписания по быстродействию (т.е. с минимизацией общего времени выполнения всех работ), расписания с минимальными финансовыми затратами и т.п.

Развивающаяся стремительными темпами автоматизация производства и неуклонно увеличивающиеся его масштабы требуют разработки и совершенствования алгоритмов составления расписаний, в которых были бы учтены разнообразные ограничения. Зачастую при составлении

расписания выполнения большого количества работ на предприятии возникает проблема учета множества дополнительных условий.

На настоящий момент в связи с отсутствием системы планирования загрузки производственных мощностей предприятия, часто сроки исполнения заказов нарушаются, что приводит к потере потенциальных клиентов и соответственно снижению прибыли.

Постановка задачи

Рассмотрим проблему составления расписания загрузки производственных мощностей предприятия, ОАО «Уральские Камни», г. Учалы, основной деятельностью которого является изготовление изделий из камня. Основные объекты на предприятии – это оборудование, заказы, сырье. В качестве основного оборудования выступают два различных станка – дисковая отрезная пила и шлифовальный станок. Существует четыре различных типа сырья – долерит, габбро, габбро-норит, светлосерый гранит. Дисковая отрезная пила используется при обработке всех типов сырья. Каждый раз для обработки определенного типа сырья, станок необходимо перенастраивать. На настройку станка затрачивается в среднем три часа. Шлифовальный станок предназначен для последней стадии обработки продукции и не требует перенастройки. Станки нуждаются в еженедельном техническом обслуживании. Существует вероятность поломки станков, для устранения которой необходимо некоторое время.

Для доставки единиц каждого типа сырья необходимо определенное время. В среднем на предприятие еженедельно поступает три заказа, которые необходимо исполнить к определенному сроку. Существуют два вида директивных сроков: сроки начала и сроки окончания. Директивный срок – срок выполнения работы или проекта, заданный заказчиком. Директивные сроки обработки сырья на станках для различной продукции и различного вида сырья разные, пример директивных сроков приведен в табл. 1. Директивные сроки обработки продукции рассчитываются, исходя из следующих данных: 1м² гранита обрабатывается за 1,2 часа; 1м² габбро и габбро-норита за 1,5 часа; 1м² долерита за 1,7 часа. Время обработки продукции на первом и втором станке идентичное.

Для решения вышеописанной проблемы требуется разработать алгоритмическое и программное обеспечение для составления плана загрузки производственных мощностей предприятия на основе алгоритмов теории расписания.

Формализация задачи

Рассмотрим входные данные программы, выходные данные и алгоритмы теории расписания для многостадийных систем с двумя последовательными приборами и одинаковыми маршрутами обслуживания, на

основе которых будут строиться оптимальные расписания для загрузки производственных мощностей предприятия.

Таблица 1

Пример директивных сроков обработки продукции

Наименование продукции	Размеры, мм	Директивные сроки обработки 1ед. продукции гранита, мин	Директивные сроки обработки 1ед. продукции габбро, габбро-норита, мин	Директивные сроки обработки 1ед. продукции долерита, мин
Бортовой камень	1000*300*150	22	27	31
	2000*600*200	87	108	123
	1500*400*200	44	54	62
Брекчия	600*450*20	20	25	28
	500*400*30	15	18	21
	350*200*20	5	7	8

Входные данные представляют собой портфель заказов со следующей информацией: идентификатор заказа, наименование продукции и сырья, крайний срок изготовления продукции.

Данная многостадийная система производства относится к системе поточного типа, так как каждое требование обслуживается первым прибором, затем вторым. Множество $N = \{1, 2, \dots, n\}$ требований обслуживается в системе, состоящей из M последовательных приборов. Требование $i \in N$ поступает в систему в момент времени $d_i \geq 0$. Для всех требований множества N маршруты обслуживания одинаковы и определяются последовательностью приборов $1, 2, \dots, M$. Длительности $t_{il} \geq 0$ обслуживания каждого требования $i \in N$ каждым прибором $L, 1 \leq L \leq M$, предполагаются заданными. Одновременное обслуживание любого требования несколькими приборами не допускается. Каждый прибор обслуживает не более одного требования одновременно [2]. Существуют различные методы для построения расписания с помощью одинаковых маршрутов. Для определения стратегии, составления плана загрузки производственных мощностей предприятия выбраны два алгоритма: с минимизацией времени исполнения всех заказов и с минимизацией времени по директивным срокам.

1. Алгоритм с минимизацией времени исполнения всех заказов.

1) определяем два списка. Первый список будет содержать задания готовые для обработки пилой, а второй – для шлифовки. В начальный момент времени второй список является пустым. Время обработки каждого типа задания известны. Определяем некую переменную для эмуляции времени $T = 0$;

- 2) проверяем, не пришло ли время для технического обслуживания. Выполняем техническое обслуживание в случае необходимости;
- 3) выбираем из первого списка задания, которые бы обрабатывались на пилах с текущими насадками за максимальное время и отправляем их на обработку. В случае если имеется незанятая пила, а подходящих заданий нет, производим замену насадки, при этом прибор оказывается занятым на определённый срок. Тип насадки определяется по наибольшему количеству заданий (камня) из первого списка, которое она может обработать без замены. Обработанные на пиле задания помещаются во вторую очередь;
- 4) назначаем задания с максимальным временем обработки из второй очереди на произвольные свободные шлифовальные станки. Обработанные на шлифовальном станке задания, а так же задания, не требующие шлифовки, помещаются в специальный третий список, который служит для дальнейшего графического отображения;
- 5) совершаем шаг по времени $\Delta T = \min(\{\text{оставшиеся время обработки заданий на пилах}\} + \{\text{оставшиеся время обработки заданий на шлифовальных станках}\})$. Если первый и второй список не пустые, то возвращаемся на шаг 2;
- б) представляем графическое отображение.

2. Алгоритм с минимизацией времени по директивным срокам.

- 1) определяем два списка. Первый список будет содержать задания готовые для обработки пилой, а второй – для шлифовки. В начальный момент времени второй список является пустым. Времена обработки каждого типа камней известны. Определяем переменную для эмуляции времени $T=0$;
- 2) проверяем, не пришло ли время для технического обслуживания. Выполняем техническое обслуживание в случае необходимости;
- 3) выбираем из первого списка задания, которые бы обрабатывались на пилах с текущими насадками за максимальное время и отправляем их на обработку. При этом этот камень не должен перекрывать не один из директивных сроков для остальных заданий (включая время на замену насадки в случае необходимости) в данном списке. Если задания с перекрываемыми сроками образуют непустое подмножество, то отправляем на обработку задание, директивный срок исполнения которого ближе всего к концу;
- 4) назначаем задания с максимальным временем обработки из второй очереди на произвольные свободные шлифовальные станки. При этом это задание не должно перекрывать не один из директивных сроков для остальных заданий в данном списке. Если задания с перекрываемыми сроками образуют непустое подмножество, то отправляем на обработку задание, директивный срок исполнения которого ближе всего к концу.

Обработанные на шлифовальном станке задания, а так же задания, не требующие шлифовки, помещаются в специальный третий список, который служит для дальнейшего графического отображения;

5) совершаем шаг по времени $\Delta T = \min(\{\text{оставшиеся время обработки задания на пилах}\} + \{\text{оставшиеся время обработки задания на шлифовальных станках}\})$. Если первый и второй список не пусты, то возвращаемся на шаг 2;

6) представляем графическое отображение.

Визуализация оптимального плана в виде диаграммы Ганта. На диаграмме Ганта можно проследить время начала того или иного заказа и время завершения. Так же на диаграмме визуализировано время настройки той или иной пилы и время простоя пилы и шлифовального станка.

Пример работы программы на основе данных алгоритмов

Для примера будем использовать следующую модель предприятия: три дисковых отрезных пилы и два шлифовальных станка. Имеется три заказа, которые содержат 38 заданий с различными сроками исполнения. Используя два представленных выше алгоритмов, строим планы загрузки производственных мощностей предприятия и представляем их в виде диаграммы Ганта. На рис. 1 изображен план загрузки производственных мощностей предприятия с помощью алгоритма с минимизацией времени исполнения всех заказов, на рис. 2 с помощью алгоритма с минимизацией времени по директивным срокам.



Рис. 1. Алгоритм с минимизацией времени исполнения всех заказов



Рис. 2. Алгоритм с минимизацией времени по директивным срокам

После сравнения анализа полученных планов можно сделать вывод с точки зрения, длительности исполнения и равномерности загрузки производственных мощностей. На рис. 1 видно, что алгоритм с минимизацией времени исполнения всех заказов распределяет равномерно задания, выполняя их все за минимальное время. На рис. 2 видно, что алгоритм с минимизацией времени по директивным срокам выполняет задания дольше на 4 часа 32 мин. Это связано с тем, что алгоритм вначале выполняет задания, до сдачи которых осталось меньше всего времени. Поэтому он часто перенастраивает пилы, а на перенастройку пилы тра-

таться значительное время, которое равно исполнению какого-либо задания, а то и больше.

Заключение

В результате внедрения разработанного алгоритмического и программного обеспечения для составления плана загрузки производственных мощностей предприятия на основе алгоритмов теории расписания, увеличится экономическая устойчивость работы предприятия. Производственная мощность будет сбалансирована с производственной программой, для достижения равновесия между спросом и предложением на продукцию.

Список литературы

1. Танаев, В.С. Теория расписаний. Многостадийные системы / В.С. Танаев, Ю.Н. Сотсков, В.А. Струсевич // Главная редакция физико-математической литературы. – М.: Наука, 1989. – 328с
2. Коффман, Э.Г. Теория расписаний и вычислительные машины / Э.Г. Коффман [и др.]; под. общ. ред. Б.А. Головкина // Главная редакция физико-математической литературы. – М.: Наука, 1984. – 333с.
3. Букреев А.Ю., Тутарова В.Д., Калитаев А.Н., Файнштейн С.И. Информационная система управления движением продукции на складах. / А.Ю. Букреев [и др.] // Программные продукты и системы. 2010. № 1. С. 23.

*Работа представлена д.т.н., действительным членом
Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 25.12.2012*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОГРАФИИ В СТАЛЕЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.В. Трушков*, О.С. Логунова*, С.Ю. Леонов**

**ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

***Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт»

Украина, 61000, г. Харьков, ул. Фрунзе, д. 21

Аннотация

Производство металла в наше время немислимо без развитых средств автоматизации. Внедрение автоматизации в производство является ключом к высокотехнологичному производству металлургической продукции при низком уровне производственных затрат. В условиях быстрого роста рынка производители стали сталкиваются с проблемой ограниченности мощностей при непрерывном ужесточении требований к продукции и технологическим процессам. В работе вы-

полнено обоснование внедрения системы термографического контроля за сталеразливочным ковшом (СТКК), это позволит уменьшить расходы на ремонт оборудования и увеличить производственные мощности предприятия.

APPLICATION THERMOGRAPHY STEEL INDUSTRY

A.V. Trushkov, O.S. Logunova, S.U. Leonov

Abstract

Metal production today is unthinkable without the development of automation. The introduction of automation in production is the key to high-tech production of steel products with low production costs. With the rapid growth of the market makers are faced with the problem of limited capacity in a continuous tightening of requirements for products and processes. This paper presents the thermographic system control over the steel-teeming ladle (SCSL), this will reduce the cost of repairs, and increase production capacity.

Характеристика объекта исследования

Разливка стали в крупные слитки осуществляется из сталеразливочных ковшей. Сталь в ковше подвергается комплексной выпечной обработке, включающей доводку металла по химическому составу и температуре.

Сталеразливочный ковш предназначен для транспортировки жидкой стали от плавильного агрегата к месту расположения изложниц, выпечной обработки стали и последующей разливки. В настоящее время большинство цехов для производства непрерывной литой заготовки оснащено установками ковш-печь и вакуумирования в ковше. Технологическая система, предполагающая комплексную выпечную обработку стали в ковше накладывает дополнительные условия на износостойкость футеровки ковша.

Отличительной особенностью сталеразливочных ковшей для разливки в крупные слитки является наличие в цехе ковшей разной вместимости. Более того, при производстве непрерывной литой заготовки производители сталкиваются с тем фактом, что масса заготовки значительно превышает массу плавки. Это предопределяет наличие в цехе сталеразливочных ковшей, имеющих вместимость по меньшей мере 2-3 плавки. Вместимость сталеразливочных ковшей для отливки крупных заготовок может составлять от нескольких тонн до 150-200 тонн.

Корпус разливочного ковша выполняется сварным из стального листа, а для обеспечения безопасного пребывания металла внутренняя поверхность сталеразливочного ковша футеруется определенными видами огнеупорных изделий (рис. 1).

Известные данные по характеру износа футеровки и огнеупорных элементов сталеразливочных ковшей и агрегатов ковш-печь, можно выделить наиболее быстро и неравномерно изнашиваемые зоны: зона шлакового пояса и область, прилегающая к шлаковому поясу снизу; зона

контакта футеровки с падающим из печи металлом (днище или нижняя часть стенки); зона контакта футеровки (стена) с быстро движущимися восходящими потоками (при донной продувке инертным газом); область днища, непосредственно прилегающая к продувочному узлу; продувочный узел и гнездовой блок (рис. 2).

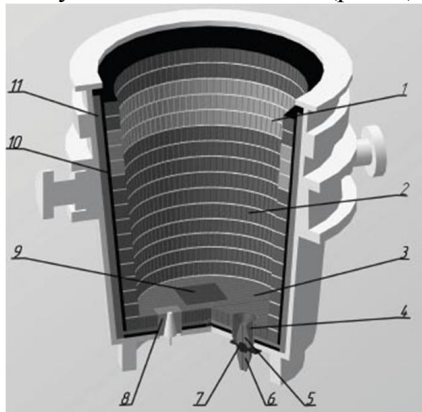


Рис.1. Схема футеровки сталеразливочного ковша: 1 – шлаковый пояс; 2 – рабочий слой стен ковша; 3 – днище ковша; 4 – гнездовой блок; 5 – верхний стакан разливочного узла; 6 – нижний стакан разливочного узла; 7 – шиберный затвор; 8 – продувочный узел с гнездовым блоком; 9 – бойное место; 10 – набивочная масса; 11 – защитный стол

На практике скорость износа вышеперечисленных зон достаточно сильно различается между собой и в несколько раз превышает скорость износа остальных участков футеровки ковша.

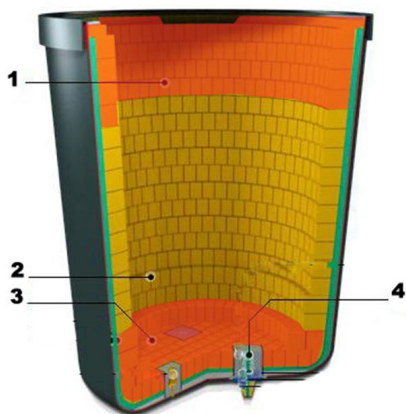


Рис. 2. Схема расположения изнашиваемых зон сталеразливочного ковша: 1 – шлаковый пояс; 2 – стены; 3 – днище; 4 – гнездовой блок

Соответственно повышенный (критический) износ одной из зон предполагает вывод ковша из эксплуатации с целью локального ремонта футеровки или ее полной замены. Однако полная замена футеровки приводит к значительному увеличению удельных затрат на огнеупоры. Поэтому наиболее рациональной схемой представляется организация конструкции футеровки ковша по мультizonальному принципу: использова-

ние более прочных огнеупоров в зонах повышенного износа (например, продувочного узла или шлакового пояса) и поддержание кратности стойкости наиболее изнашиваемых зон к общему времени эксплуатации футеровки ковша. Последнее позволяет осуществлять промежуточные локальные ремонты футеровки в ходе эксплуатации

Методика плановых работ и затраты

В настоящее время на металлургическом предприятии существует система контроля предупреждения прорывов брони сталеразливочных ковшей на основе проведения плановых ремонтных работ. За основу принятия решения о ремонте берется показатель определяющий количества плавов ковша. Среднее число плавов, которые может выдержать сталеразливочный ковш, составляет от 20 до 30 плавов. Предлагаемая методика контроля состояния сталеразливочных ковшей, позволяет увеличить в среднем количество плавов за счет своевременного ремонта и максимальной выработки каждого из ковшей.

Предлагаемая методика

Для контроля температуры стали в сталеразливочном ковше, система контроля СТКК использует инфракрасную технологию. Термографические камеры осуществляют наблюдение за ковшами, в то время как они перевозятся разливочным краном (рис.3).

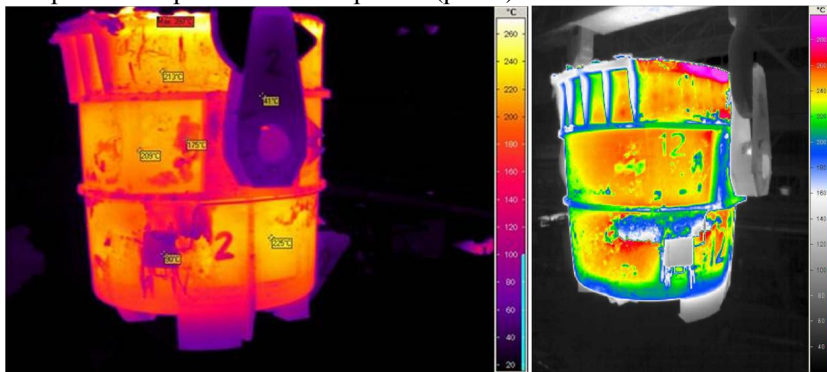


Рис. 3. Вид сталеразливочного ковша с распределением тепловых полей

Изменения температуры происходят совершенно автоматически, ручного управления не требуется. Опционально номер ковша может быть идентифицирован по символам на его поверхности. Система автоматически издает сигнал тревоги, если температурный порог превышает область допустимого значения. Это позволяет предотвратить аварию на сталеразливочных ковшах.

Система СТКК автоматически отслеживает изменение температур во всех ковшах, задействованных в производственном процессе. Это поз-

воляет максимизировать время использования ковша до ремонта и сократить затраты на обеспечение безопасности.

Можно выделить следующие преимущества системы:

- полностью автоматизированный процесс обработки температурных данных поверхности всех ковшей в линии;
- раннее обнаружение областей превышения температуры за счет непрерывности процесса наблюдения;
- предотвращение прорывов ковшей позволяет повысить безопасность, снизить издержки и обеспечить безаварийную эксплуатацию;
- оптимизация режима эксплуатации ковшей для повышения качества продукции и эффективности производства;
- система практически не требует обслуживания, по причине отсутствия изнашиваемых частей;
- возможность удаленного доступа.

Возврат инвестиций в среднем менее чем через год.

Прогнозируемые затраты

Стоимость всей системы составляет около 3 млн. руб. Время окупаемости системы составляет, по предварительным подсчетам около двух лет.

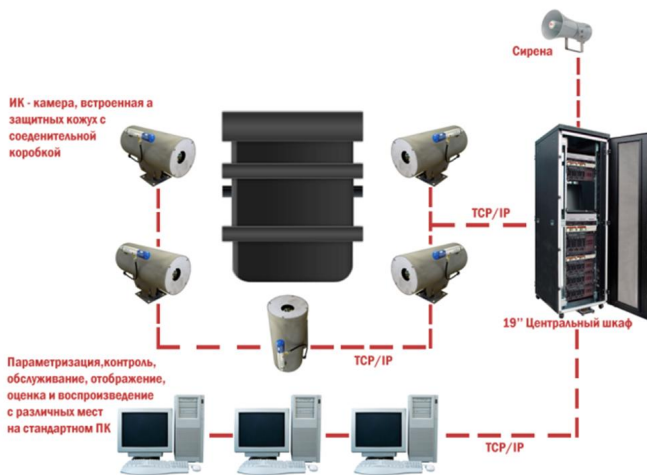


Рис. 4. Структура системы

Заключение

Применение методов термографического измерения в промышленности в первую очередь обусловлено возможностью обнаружить с их помощью места чрезмерного нагрева оборудования при проведении планово-предупредительных и ремонтных работ. Система визуализирует повышение температуры позволяет принять своевременные меры и избежать дорого-

стоящих простоев в работе, снизить риск аварии. Важно, что такая проверка производится бесконтактным способом, то есть не требует отключения техники и вывода ее из эксплуатации.

*Работа представлена д.т.н., действительным членом
Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 25.12.2012*

МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ША- ГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.А.Шпонько, С.А. Линьков

*ФБГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический универ-
ситет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
MGTY_AA@mail.ru*

Аннотация

В настоящее время существует необходимость в быстродействующих приводах, которые могли бы поддерживать высокие скорости перемещения различных исполнительных механизмов. В качестве привода можно использовать мехатронную систему с микропроцессорным управлением на базе шагового двигателя с обратной связью. С целью создания программ управления для регулировки и стабилизации скорости работы шагового двигателя необходимо исследовать его характеристики в условиях динамично изменяющихся нагрузок.

MECHATRONIC MICROPROCESSOR-BASED SYSTEM TO STUDY STEP MOTOR CHARACTERISTICS

A.A. Shponko, S.A.Linkov

Abstract

Nowadays it is necessary to have high-performance gears that can maintain high-speed movement of various geared engines. It is possible to use a mechatronic microprocessor-based system on the basis of a back-coupling step motor as such a gear. To be able to create a control program that controls and stabilizes the speed of a step motor it is necessary to analyze its performance characteristics, the motor being dynamically vari-ously loaded.

Мехатронные системы на базе шагового двигателя с микропроцессорной системой управления широко применяются в бытовой технике и промышленности: факсимильные аппараты, принтеры, копировальные машины, металлообрабатывающие станки с ЧПУ, банкоматы, корректоры угла опережения зажигания в автомобилях, приборы точной механики и т.д.

На кафедре «Автоматизированного электропривода и мехатроники» МГТУ разработана и изготовлена мехатронная система с микро-

процессорным управлением для исследования работы ШД в условиях изменяющейся нагрузки, функциональная схема изображена на рис.1. В системе реализована обратная связь по положению вала и потребляемому ШД току, позволяющая регулировать и стабилизировать частоту вращения вала ШД.

Управление и контроль работы шагового двигателя осуществляется с помощью персонального компьютера (ПК). Связь ПК с микроконтроллером осуществляется по последовательному интерфейсу стандарта RS485.

Мехатронная система состоит из шагового двигателя, микроконтроллера, блока питания, преобразователя интерфейса RS485, полевых транзисторов MOSFET, датчиков положения и тока, указателя положения, концевого выключателя и кнопки выбора режима работы шагового двигателя.

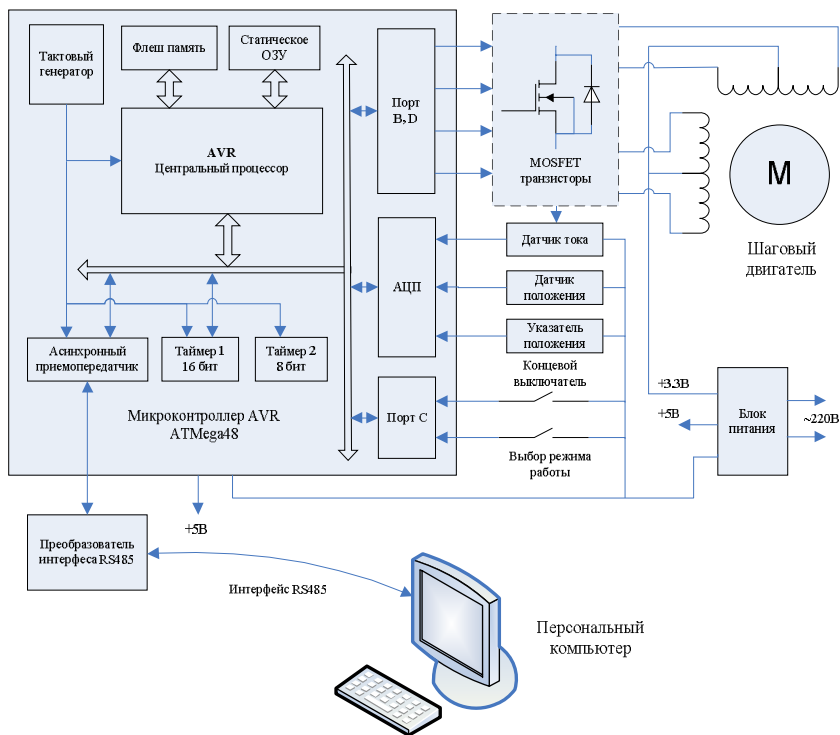


Рис.1. Мехатронная система с микропроцессорным управлением на базе шагового двигателя

Применен 8 разрядный микроконтроллер (МК) фирмы ATMEL ATmega48, работающий на частоте 18.432 МГц. В МК из периферии ис-

пользуются порты ввода вывода, таймеры, аналого-цифровой преобразователь, асинхронный приемопередатчик.

В мехатронной системе используется шаговый двигатель DUNAZUN 4SHG-023A 39Sc четырьмя обмотками, с шагом угла поворота 1.8 градусов (полный оборот - 200 шагов).

Программа микропроцессорного контролера (МК) разработана в графической среде разработки программного обеспечения Algorithm Builder для микроконтроллеров с архитектурой AVR фирмы ATMEL. Среда предназначена для производства полного цикла разработки, начиная от ввода алгоритма, включая процесс отладки и заканчивая программированием кристалла. В отличие от классического ассемблера программа вводится в виде алгоритма с древовидными ветвлениями и отображается на плоскости, в двух измерениях. Сеть условных и безусловных переходов отображается графически, в удобной векторной форме.

При создании программы для МК необходимо было реализовать параллельную работу функций высокоскоростного управления ШД, сбора данных с датчиков, указателя и связи с ПК в одном микроконтроллере Atmega48. Для этого в алгоритме работы программы МК используется система прерываний с приоритетами. В качестве примера на рис.2 представлены подпрограммы обработки прерываний компараторов 16-разрядного таймера и аналого-цифрового преобразователя, написанные в графической среде разработки Algorithm Builder.

Наивысший приоритет имеют прерывания компараторов 16-разрядного таймера, на котором реализовано высокоскоростное управление ШД. Это исключило возможность возникновения нестабильности вращения вала ШД и пропуска шагов при обмене данными между ПК и микроконтроллером.

Следующий приоритет имеет прерывание 8-разрядного таймера, который используется для запуска цикла опроса датчиков положения вала, тока потребления ШД, и указателя положения. В цикле последовательно аналого-цифровым преобразователем МК преобразуются напряжения с датчиков и указателя в цифровую форму и усредняются по 8-ми измерениям.

Наименьший приоритет имеет прерывание асинхронного последовательного интерфейса, на котором реализован обмен данными с ПК по интерфейсу RS485. По его прерываниям принимаются и обрабатываются команды управления с ПК и отправляются данные с датчиков и указателя в ПК.

Программное обеспечение для ПК создано в интегрированной среде разработки Delphi7. Программа управляет ШД и контролирует параметры его работы с помощью МК. Возможны следующие режимы работы:

- поворот на заданное количество шагов с установленной скоростью;
- поворот и удержание вала под заданным углом;
- вращение по часовой или против часовой стрелки с заданной частотой;
- управление шаговым двигателем с помощью программы, содержащей последовательность инструкций.

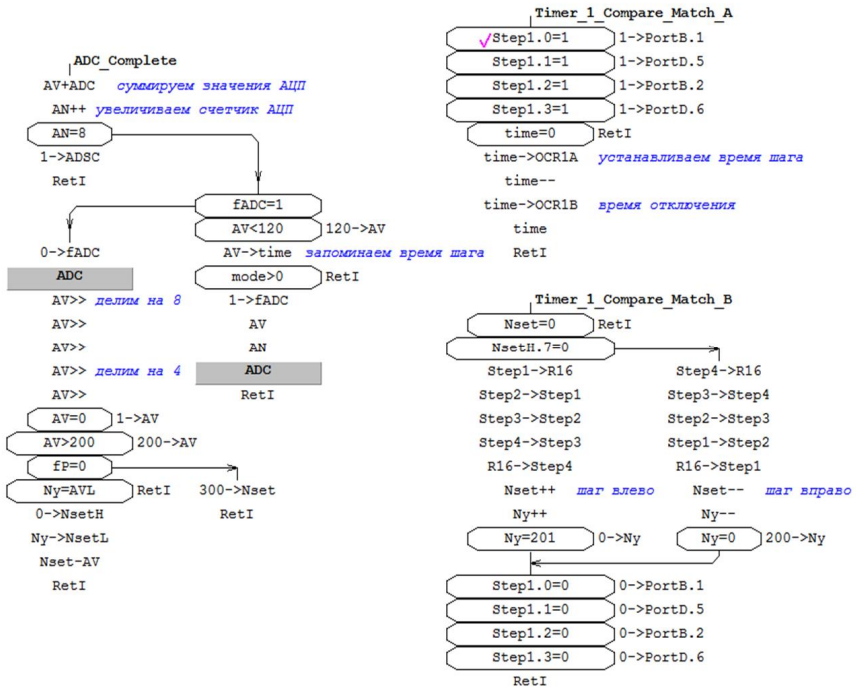


Рис.2. Отображение подпрограмм обработки прерываний компараторов 16-разрядного таймера и АЦП в Algorithm Builder

Во время вращения вала ШД на визуальный осциллограф выводятся графики переходных процессов сделанных и пропущенных шагов, потребляемый двигателем ток.

Задать положение вала ШД можно с помощью указателя положения, подключенного к МК, с помощью колесика мыши или в меню программы.

Для динамического управления шаговым двигателем может использоваться последовательность инструкций, содержащей три параметра:

- заданное количество шагов поворота вала ШД, с учетом знака (“+” поворот по часовой стрелке);
- начальное время шага;

- изменение времени шага за один шаг (“+” увеличение, “0” без изменений).

Для записи инструкции используются следующие ключевые слова: step – количество шагов, t – время шага в мс, dt – изменение времени шага мс. При выполнении инструкции: “step=+100, t=1, dt=+0,1” вал двигателя повернется на 100 шагов по часовой стрелке. Время между шагами будет увеличиваться от 1 мс до 11 мс на 0,1 мс за один шаг.

В качестве примера на рис.3 приводим, полученную зависимость пропущенных шагов от времени шага при повороте вала ШД, находящегося в свободном состоянии. Количество пропущенных шагов подсчитывалось при совершении 10 оборотов (2000 шагов). Время шага изменялось от 0,5 мс до 5 мс.

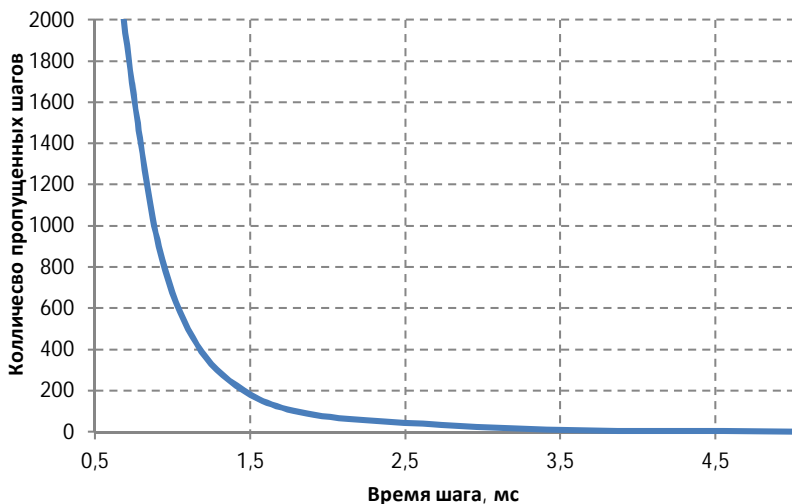


Рис.3 Зависимость пропущенных шагов ШД от времени шага.

Таким образом, использование системы прерываний МК позволило создать стабильно работающую мехатронную систему с микропроцессорным управлением, выполняющим функций высокоскоростного управления ШД, сбора данных с датчиков и указателя, связи с ПК

Использование ПК для визуализации параметров и управления ШД позволило исследовать характеристики его работы. Обратная связь по положению вала и потребляемому току позволяет создать программу управления ШД для работы в условиях динамично изменяющейся нагрузки.

*Работа представлена к.т.н., магистром МГТУ
им.Г.И. Носова Шпилько А.А.*

Дата представления работы: 25.12.2012

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Если вы строили воздушные замки, это не
значит, что работали понапрасну:
воздушным замкам место в воздухе.
Остается подвести под них фундамент.
Генри Дэвид Торо*

*Когда изучаешь какой-либо вопрос, считаешь,
что знаешь его; когда можешь писать о нем,
становишься уверенней в своих знаниях;
уверенность возрастает, когда можешь
научить этому кого-нибудь другого; и
совершенно уверен, когда начинаешь
программировать.
Алан Дж. Перлис*

СОЗДАНИЕ WEB-САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

В.В. Лавров

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, 620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, д.19
lavrov.vladislav@gmail.com*

Аннотация

В статье отражены особенности построения и использования персонального сайта преподавателя vlavrov.professorjournal.ru, созданного автором на платформе портала professorjournal.ru по грантовой программе «Преподаватель он-лайн» негосударственного благотворительного фонда В.Потанина.

CREATING THE WEB-SITE SCHOOL TEACHER

V.V. Lavrov

Abstract

The paper describes the features of the construction and use of the webpage teacher vlavrov.professorjournal.ru, created by the author on the platform for the portal professorjournal.ru grant program "Teacher-line" non-state Vladimir Potanin Charity Fund.

Актуальность работы

Стремительное развитие современных информационных технологий, появление новых средств коммуникаций открывает большое количество дополнительных возможностей в образовательной деятельности преподавателей вузов. Одним из таких средств является персональный web-сайт.

Основные проблемы

Создать, администрировать и продвигать собственный персональный web-сайт на языке HTML («вручную»), самостоятельно решать проблемы домена и хостинга большинству преподавателей достаточно проблематично. Наилучшим решением является использование систем конструирования сайтов на основе шаблонов, разработанных профессиональными дизайнерами. В этом случае для размещения информации на сайте не нужно знание языка HTML; для этого используется CMS (Content Management System) – профессиональная система управления контентом, созданная в стиле стандартного текстового редактора. Возникает проблема выбора платформы, на которой будет существовать web-сайт.

Цель и задачи работы

В статье представлены особенности построения и использования собственного персонального сайта преподавателя, созданного в 2010 году на платформе портала <http://professorjournal.ru> по грантовой программе

«Преподаватель он-лайн» негосударственного благотворительного фонда В.Потанина.

Поскольку я давно использую в учебно-педагогической практике электронные образовательные ресурсы и средства коммуникации со студентами, то появление персонального сайта позволило мне объединить накопленные ресурсы на единой программной платформе. Возможности централизованного управления контентом и сервисами существенно облегчили задачу систематизации и своевременного обновления материалов, их пополнения и развития. В результате появились новые возможности коммуникации со студентами и слушателями учебных дисциплин, абитуриентами, выпускниками, что, несомненно, положительно повлияет на качество подготовки специалистов и углубит мой профессионально-педагогический опыт.

Основные читаемые учебные курсы посвящены разработке и применению информационных систем и технологий в металлургии. Дополнительно запроектирована возможность размещения методических материалов семинаров для слушателей компьютерных курсов, проводимых мной для организаций и компаний в сфере бизнеса.

Основные проблемы, на решение которых направлен мой проект:

- повышение качества образовательного процесса путём использования электронных интерактивных средств обучения;
- возможность индивидуального дистанционного обучения в географически распределённых регионах;
- возможность проведения дополнительных консультаций в режиме online;
- непрерывное повышение собственной педагогической квалификации на основе оперативного получения обратной информации о ходе процесса обучения;
- привлечение студентов к решению прикладных задач в их будущей профессиональной сфере;
- отслеживание результатов профессионального роста выпускников и помощь в их трудоустройстве;
- изучение потребностей работодателей, их мнений о качестве подготовки специалистов;
- профориентационная работа среди школьников и абитуриентов вуза;
- обмен знаниями с коллегами-преподавателями в профессиональной сфере;
- формирование нового имиджа современного преподавателя.

Целевой аудиторией сайта являются студенты и выпускники специальности «Информационные системы и технологии»; коллеги-преподаватели дисциплин информационного цикла; слушатели компьютерных курсов и семинарских занятий; абитуриенты вуза. Дополни-

ную аудиторию сайта (все те, кому может быть интересен сайт и кто бы мог стать его постоянным или эпизодическим посетителем) составляют все желающие повысить свою квалификацию в области информационных технологий.

Задачи сайта следующие:

- использовать новые формы представления учебно-методических материалов по читаемым мной дисциплинам;
- создать интерактивные средства коммуникации со студентами и слушателями учебных дисциплин, которые я преподаю в вузе;
- оперативно получать обратную информацию от обучаемых по моим дисциплинам (вопросы, оценки учебных материалов, тестирование и пр.);
- публиковать сведения о собственных разработках в сфере информационных технологий и результаты решения прикладных задач в области металлургии студентов;
- поддерживать непрерывные связи с выпускниками вуза и слушателями, у которых я преподавал, был руководителем дипломных работ или консультантом;
- изучать потребности работодателей, анализировать их мнения о качестве подготовки специалистов;
- проводить профориентационную работу среди молодёжи для поступления на специальность «Информационные системы и технологии», научным руководителем которой я являюсь на кафедре;
- производить обмен профессионально-педагогическим опытом с коллегами-преподавателями других вузов;
- сформировать и укрепить собственный имидж преподавателя, владеющего современными информационными технологиями и компьютерными средствами обучения.

Результаты реализации работы

Работа по реализации проекта была разбита на этапы:

1. Разработка концепции и структуры сайта.
2. Создание системы управления сайтом, настройка разделов.
3. Подготовка контента сайта.
4. Наполнение контента.
5. Тестирование и отладка сайта.
6. Опытная эксплуатация.

Структура сайта включает разделы, посвящённые моей работе на кафедре «Теплофизика и информатика в металлургии» Института материаловедения и металлургии ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» (рис. 1).

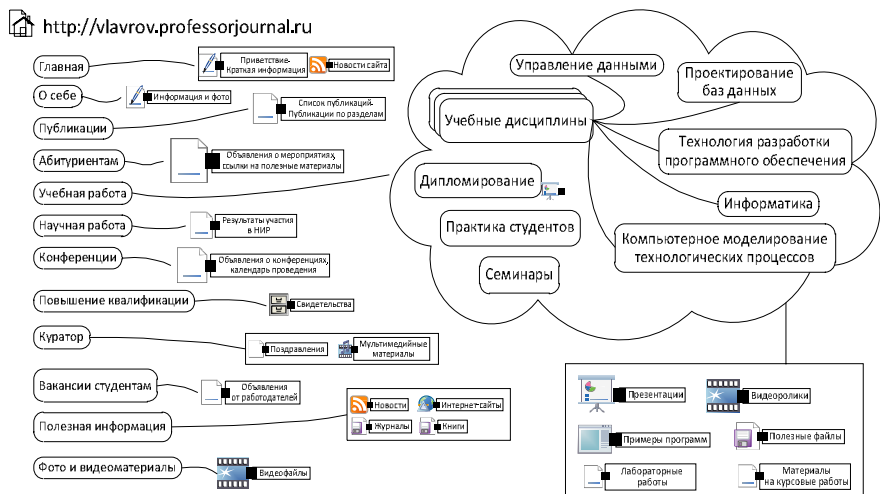


Рис. 1. Структура персонального сайта

Основными разделами являются новости, конкурсы, научно-практические конференции, обзор значимых событий и др. мероприятий; учебной работе в качестве преподавателя (по каждой читаемой учебной дисциплине представлены учебно-методические комплексы для всего спектра занятий – лекционных, лабораторных и курсовых работ, проведение практик и дипломирования); научной работе (описание направленной научно-исследовательской работы и полученных результатов); сведения о выпускниках кафедры, которым я преподавал или являлся консультантом; научные и учебно-методические публикации; работа в качестве куратора студенческих групп; сведения о повышении квалификации; обзор интересных вакансий по трудоустройству студентов и выпускников; перечень полезных ссылок на интернет-ресурсы; фото- и видеоальбомы; сведения о себе; контактная информация [1, 2].

Одними из самых посещаемых разделов сайта являются страницы с демонстрацией результатов выполнения курсовых работ и проектов студентов в виде презентаций и обучающих видеороликов.

Техническая поддержка платформы сайта осуществляется НБО «Благотворительный фонд В.Потанина» (<http://www.fondpotanin.ru>). На рис. 2 представлен фрагмент интернет-страницы сайта с учебными материалами по дисциплине «Технология разработки программного обеспечения» [1].

Заключение

Создание собственного web-сайта и участие в программе «Преподаватель он-лайн» позволило мне выйти на новый профессиональный уровень – освоить метод преподавания на основе современных информационных технологий, усовершенствовать и подготовить новые образова-

тельные ресурсы, активнее использовать в своей учебно-педагогической практике электронные образовательные ресурсы и средства коммуникации со студентами, познакомиться и продолжать общение с моими коллегами, преподавателями из разных регионов России [2].

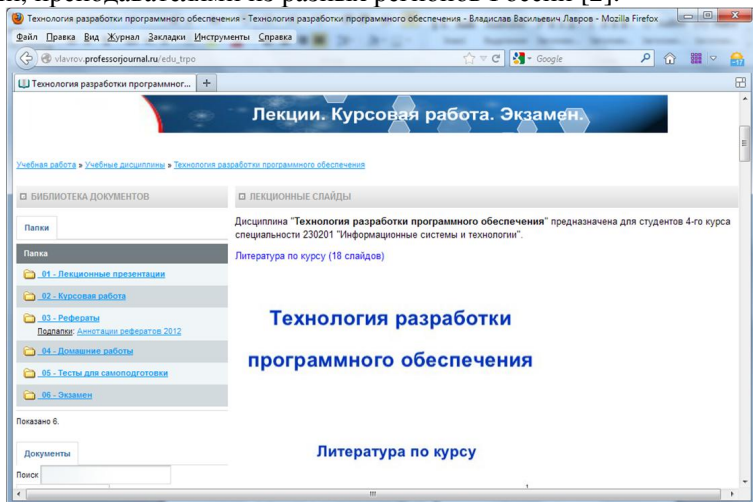


Рис. 2. Фрагмент интернет-страницы с учебными материалами

Библиографический список

1. Персональный сайт преподавателя вуза: Лавров В.В. [сайт]. URL: <http://vlavrov.professorjournal.ru>.
2. Персональный Web-сайт в работе преподавателя вуза / В.В.Лавров. Сборник материалов IX Международной научно-методической конференции «Новые образовательные технологии в вузе» (НОТВ-2012). – Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 94-97.

*Работа представлена к.т.н., доцентом кафедры
«Теплофизика и информатика в металлургии»
Института материаловедения и металлургии УрФУ
В. В. Лавровым*

Дата представления работы: 22.12.2012

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА В ОБЛАКЕ

А.Ю. Владова

*ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет,
Россия, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д.13
avladova@rambler.ru*

Аннотация

В статье представлен новый подход к организации работы коллектива учёных, предлагающий использование облачных технологий в проектной деятельности.

CLOUD ORGANIZATION OF RESEARCH TEAM'S WORK

A.U. Vladova

Annotatation

This article presents a new approach of organization a work of scientists, proposed cloud technologies usage in project activities.

Актуальность

Организация научной работы коллектива исследователей – сложная, многогранная задача, поскольку необходимо учитывать такие факторы как разница менталитета и квалификации, склонность к аналитической или экспериментальной направленности работ, а также разные уровни мобильности, владения языками и современными информационными технологиями. Важной составляющей работы над научным проектом является коллективное взаимодействие, которое при современном уровне информационных технологий не ограничено встречами на конференциях и семинарах, телефонией и обменом почтой. Переход от асинхронного взаимодействия к синхронному, особенно в условиях совместной работы над программной системой учёных разных институтов, рационально организовать с помощью облачных технологий.

С целью повышения эффективности работы научного коллектива за счёт использования облачных технологий, необходимо реализовать следующие задачи: провести критериальный анализ облачных платформ, создать виртуальную группу, подключить необходимые сервисы, разработать и реализовать специализированные сервисы.

Критериальный анализ облачных платформ

С точки зрения пользователей, существуют общедоступные, корпоративные и частные облачные платформы, предоставляющие за плату или без сервисы и ресурсы, которых нет у пользователей. Рассмотрим наиболее известные платформы Windows Live и Google Apps, предоставляющие бесплатный функционал ограниченному числу пользователей. Платформа «облачных сервисов» WindowsLive и Google Apps реализуют модель Platform as a service, когда платформа и инфраструктура предоставлены клиенту как сервис, а разработка и выполнение приложений и хранения данных происходит на серверах, расположенных в распределенных датацентрах [1, 2]. Фрагмент критериального анализа двух платформ приведен в табл. 1.

Регистрация в облаке обеспечивает доступ членов коллектива к сервисам электронных почтовых ящиков, календарю проекта, документам и сайтам независимо местоположения ученых и устройства выхода в интернет (ноутбук, планшет, телефон с браузером). Это значительно экономит время на коммуникации, так как планирование и распределение работ, обмен материалами, редактирование статей и книг, электронных

таблиц с результатами обработки данных и графиками, презентаций к выступлениям на конференциях, формирование бюджета проекта с выписками счетов проходит в режиме реального времени и не требует электронной переписки. К плюсам также можно отнести оптимизацию расходов на обслуживание ИТ-инфраструктуры [3].

Таблица 1

Сравнение облачных платформ

<i>Критерии</i>	<i>Windows Live</i>	<i>Google Apps</i>
Поддержка операционных систем	Windows, Mac, iPhone, iPad и Windows Phone	Android и iOS
Размер загружаемых файлов	до 300 Мб	До 1Гб
Объем предоставляемой памяти	7 Гб	5 Гб
Поддерживаемые форматы файлов для просмотра	Office, Pdf, видео и графические	Office, Pdf, видео и графические, Photoshop, AutoCAD
Сервисы	Почта Hotmail, календарь-планировщик, редактирование текстовых файлов, просмотр файлов	Почта Gmail, календарь-планировщик, редактирование файлов Google Docs, просмотр файлов, создание сайтов Sites

Результаты реализации

Организацию группы (рис. 1) в облаке Windows Live проводит научный руководитель, предварительно получивший Windows Live ID. Затем он рассылает приглашения членам коллектива. Организатор группы получает больше прав по созданию, редактированию, переносу и удалению документов.

Облако предоставляет сервисы хранения и редактирования файлов (документы, заметки, фотографии и видео), а также доступ к ним с телефона и компьютеров без дополнительной синхронизации (рис. 2).

Кроме сервисов предоставления определенного объема памяти для хранения документов и доступа к файлам с разных типов устройств, поставщик сервисов облака осуществляет синхронизацию файлов, при которой отредактированный документ мгновенно обновляется у других пользователей, подключенных к облаку (рис. 3).

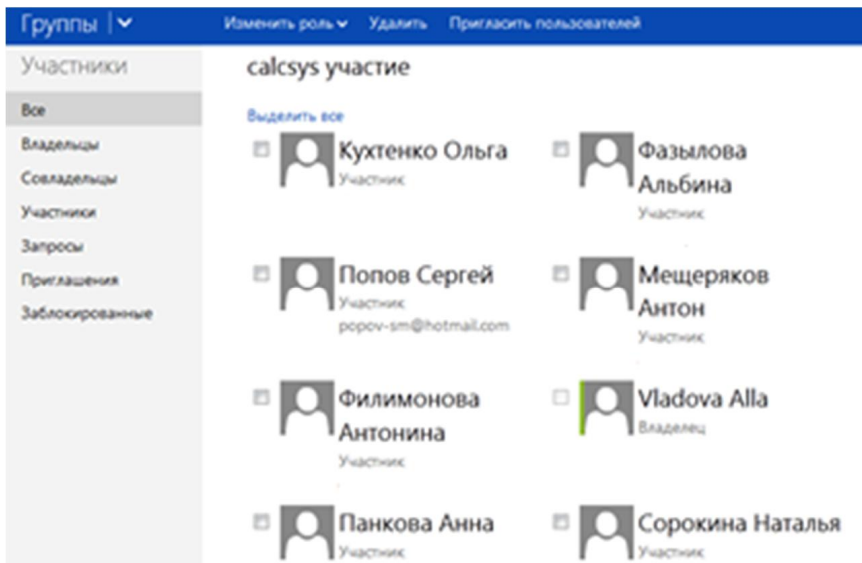


Рис. 1. Участники научного коллектива, входящие в виртуальную группу calcsys

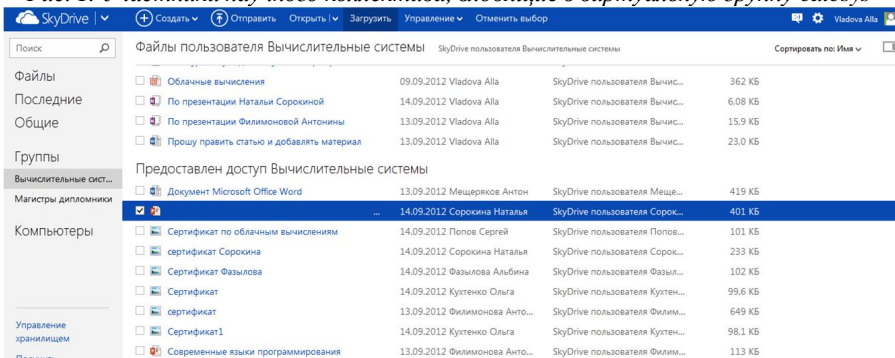


Рис. 2. Доступ к документам группы «Вычислительные системы» в сервисе SkyDrive платформы Windows Live

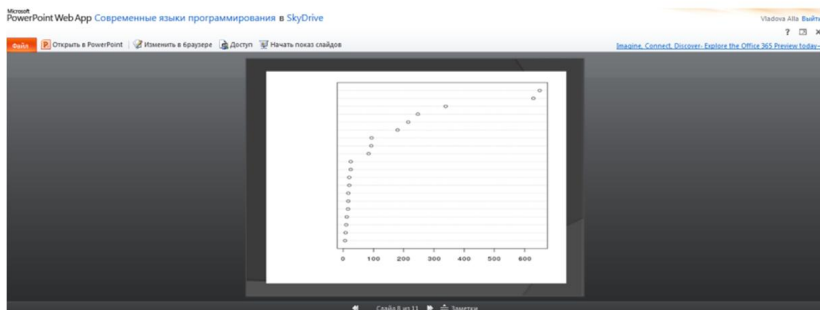


Рис. 3. Редактирование презентации участника группы научным руководителем и владельцем группы

Заключение

Таким образом, коллективность труда в научных исследованиях обусловлена ростом специализации работников, масштабами и сложностью исследований, развитием материально-технической базы науки. Если общение между членами научного коллектива проходит на асинхронном уровне, это не сдерживает эффективность функционирования коллектива. Поэтому необходим комплексный подход к организации и ведению научной деятельности с использованием современных информационных технологий.

Библиографический список

1. D. W. Boles Google apps administrator guide: a private-label web workspace. – Course Technology PTR 2007. – 240 p.
2. В. Леонов Google Docs, Windows Live и другие облачные технологии. – Изд-во: Эксмо, 2012. – 304 с.
3. Сейдаметова З.С., Сейтвелиева С.Н. Облачные сервисы в образовании <http://smartlearn.ru/site-admin/posts/563-oblachnye-servisy-v-obrazovanii>

*Работа представлена д.т.н., член-корреспондентом
Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 24.12.2012*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ ИТ СПЕЦИАЛИСТА В ВУЗЕ

Б.А. Изотов, Б.А. Портников

*Оренбургский государственный университет
Аэрокосмический институт
Россия, 460021, г. Оренбург пр. Майский 1-75
baizotov@yandex.ru*

Аннотация

Формирование образовательной информационной среды подготовки ИТ – специалиста на основе технологии дистанционного обучения по любой дисциплине представляет собой довольно длительный поэтапный процесс. В нашем случае среда базируется на общедоступных технологиях, их прогресс заставляет преподавателя постоянно пересматривать инструментальные возможности среды и, следовательно, ее дидактическое наполнение, методические решения, коммуникационные функции.

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF REMOTE TECHNOLOGIES IN PREPARATION OF IT OF THE EXPERT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

B.A. Izotov, B.A. Portnikov

Abstract

Formation of the educational information environment of preparation of the IT expert on the basis of technology of distance learning on any discipline represents quite long stage-by-stage process. In our case Wednesday is based on public technologies, their progress forces the teacher to reconsider constantly tool possibilities of the environment and, therefore, its didactic filling, methodical decisions, communication functions.

Актуальность работы

Модульность курса, реализуемого посредством создания электронного учебно-методического комплекса в образовательной информационной среде подготовки ИТ-специалиста на основе технологии дистанционного обучения в вузе, позволяет использовать его на различных специальностях и направлениях подготовки в зависимости от выбора общих и специализированных модулей.

Образовательная информационная среда предоставляет обучаемому, как пользователю, ряд возможностей: выполнение учебных мероприятий в учебном процессе; самостоятельное изучение учебных курсов; справочно-информационные услуги; электронная библиотека; читальный зал. Эти функции определяют «физическую» структуру образовательной информационной среды: компьютер или компьютеры, объединенные в сеть, программный комплекс, поддерживающий учебно-методический интерактивный комплекс, специальные средства, обеспечивающие удаленный доступ к сетевому учебно-методическому комплексу как основному информационному ресурсу [1,3].

Основные проблемы

Представим технологию подготовки ИТ-специалиста по курсу «Базы данных» в образовательной информационной среде с использованием традиционных и дистанционных технологий обучения. На теоретических занятиях преподаватель в аудитории с использованием Интернет – конференций излагает основные аспекты нового материала – цели и задачи, основные понятия, практическую применимость новых знаний, контрольные вопросы. Далее студент приступает к изучению нового материала посредством работы с электронным учебно – методическим комплекс и подготовки вопросов для обсуждения. На консультациях происходит обсуждение этих вопросов, проводятся дискуссии по интересующим темам, анализируются способы решения задач и формулируются контрольные задания. Затем студент выполняет контрольные задания, тесты контроля и самоконтроля. Аттестационные мероприятия при обу-

чении в образовательной информационной среде подготовки ИТ-специалиста с использованием технологии дистанционного обучения проводятся либо традиционно, либо при организации Интернет-конференций [1, 3].

В модуле курса определено: какой фрагмент обучения возлагается на компьютер, обычно повторение, закрепление, при необходимости из-за недостатка аудиторного времени – полный фрагмент обучения; степень индивидуализации обучения – программа адаптируется на основе ответа на задания; история обучения будущего ИТ-специалиста – использование этих данных; допустимые типы ответов обучающихся, в частности, допустимы выборочные ответы; тип диалога – педагогически направленный; мера управления со стороны обучающегося – разрешены постановка вопросов, учебных задач, определение обучающимся желаемой помощи, стратегия обучения; тип управления – по процессу, помощь оказывается в любой точке решения задачи.

Организация подготовки ИТ-специалиста по курсу «Базы данных» в образовательной информационной среде рассматривается как реализация дидактического обеспечения процесса в виде специально разработанного электронного учебно-методического комплекса «Базы данных». Это позволяет преподавателю через информационную составляющую процесса обучения, представленную в педагогических программных продуктах, базах данных и учебных материалах, осуществлять целостную технологию обучения. Электронный учебно-методический комплекс включает в себя совокупность взаимосвязанных по целям и задачам обучения разнообразные виды педагогически полезной содержательной учебной информации на различных носителях. Каждый элемент электронного учебно-методического комплекса является не просто носителем соответствующей информации, но выполняет и специфические функции, определенные замыслом педагога. Таким образом, мы рассматриваем электронный учебно-методический комплекс учебной дисциплины «Базы данных» как целостную дидактическую систему, представляющую собой постоянно развивающуюся базу знаний в одной из предметных областей [2, 3].

Контроль осуществляется посредством проверки результатов теоретического и практического усвоения студентом учебного материала. Особенностью контроля при удаленном варианте обучения является необходимость дополнительной реализации функций идентификации личности обучающегося для исключения возможности фальсификации обучения. Для этого каждый пользователь имеет свой идентификационный код. Содержательная часть состоит из итоговых и промежуточных тестов для самопроверки и итогового контроля. Нами для контроля используется рейтинг, учитывающий активность студентов на протяжении

изучения курса. Рейтинговый вариант контроля учитывает следующие составляющие:

– активность студентов, результаты выполнения лабораторных работ, творческих заданий, рефератов, которые в электронном виде высылаются студентом в процессе обучения и оцениваются преподавателем, автоматизированное тестирование с помощью средств образовательной информационной среды.

Нами выбрана модель смешанного обучения, которая представляет интеграцию технологий традиционного и дистанционного обучения, что находит свое практическое решение в электронном учебно-методическом комплексе учебной дисциплины «Базы данных» на основе модульности.

Нами опробованы различные виды обучения по курсу «Базы данных» будущего ИТ-специалиста в образовательной информационной среде:

– очно-заочная форма обучения;

– в режиме дистанционного обучения на базе телекоммуникационной сети и Кейс-технологии;

– комбинированная форма обучения в образовательной информационной среде подготовки ИТ-специалиста на основе дидактического обеспечения заочно-дистанционной формы обучения.

Функциональность образовательной информационной среды подготовки ИТ-специалиста на основе технологии дистанционного обучения предполагает модульность. При таком подходе к организации обучения студент работает с учебной программой, составленной из отдельных модулей, принадлежащих к единому полю предметной деятельности, находящейся в фокусе изучения. Технология модульного обучения является одним из направлений индивидуализированного обучения, позволяющих осуществлять самообучение, регулировать не только темп работы, но и содержание учебного материала [2, 3].

При структурировании содержания учебной дисциплины на учебные модули мы учитывали, что каждая часть – будущий модуль – состоит из связанных между собой в некотором отношении теоретических, эмпирических и практических компонент содержания, совокупность которых выполняет самостоятельную функцию. Модуль учебной дисциплины – это информационный узел, который в свою очередь является единицей, унифицирующей подход к структурированию целого на части. Он имеет сложную структуру, сюда входит цель его целостного освоения, задания для овладения каждым элементом, смысловое содержание и результаты.

Учебный модуль электронного учебно-методического комплекса «Базы данных» как автономная часть учебного материала состоит из следующих компонент:

– точно сформулированная учебная цель;

- теоретический учебный материал;
- практические занятия по формированию необходимых умений;
- контрольные вопросы или контрольная работа, которые строго соответствуют целям, поставленным в данном модуле.

Все компоненты предусматривают реализацию базового, углубленного и профориентированного уровней подготовки будущего ИТ-специалиста в образовательной информационной среде.

Основным документом по отбору содержания модулей электронного учебно-методического комплекса «Базы данных» для подготовки будущих ИТ-специалистов являются государственные стандарты высшего образования. Данный документ является направляющим, но полностью не определяющим содержание подготовки специалистов.

Заключение

Каждая кафедра вуза, преподаватели при составлении рабочих программ конкретизируют предложенную программу подготовки. Следовательно, выбор конкретных программных средств и средств программирования остается за преподавателями кафедр. Следует избегать такого субъективного выбора, поскольку инструментальные средства должны выбираться не на усмотрение преподавателя, а определяться той средой, в которую предстоит войти выпускнику вуза будущему ИТ-специалисту после его окончания.

В настоящее время, методика построения электронного учебно-методического комплекса достаточно хорошо представлена в Оренбургском государственном университете на базе отдела стандартизации и учебно-методического обеспечения образовательных программ разработана типовая структура электронного учебно-методического комплекса, неоднократно апробированная и согласованная с кафедрами университета.

Библиографический список

1. Лазарев, В. Новые информационные технологии обучения. Народное образование / В. Лазарев, В. Львовский, А. Медведев, Н. Ермеков, Н. Рубцов. 1991. – № 10. – с. 65-70.
2. Долинина, О. ИТ – образование сегодня: проблемы и перспективы. Высшее образование в России / О. Долинина. – 2006. – № 2. с. 98 – 103.
3. <http://www.educom.ru>.

*Работа представлена к.т.н., Б.А. Изотовым,
доцентом кафедра летательных аппаратов
и к.т.н., профессором Б.А. Портниковым.
Дата представления работы: 20.12.2012 г.*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МУЛЬТИМЕДИА ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Б.А. Изотов, Б.А. Портников

Оренбургский государственный университет

Аэрокосмический институт

Россия, 460021, г. Оренбург пр. Майский 1-75

baizotov@yandex.ru

Аннотация

Анализ современного понимания специалистами понятия «мультимедиа» свидетельствует о том, что не все формы представления информации и синтеза различных искусств могут быть названы этим словом. Понятие «мультимедиа» следует рассматривать в виде любой комбинации двух или более средств передачи информации, представленной в цифровом виде, которые эффективно интегрированы для управления с помощью единого интерактивного интерфейса или управляющей компьютерной программы. Идейной предпосылкой создания технологии мультимедиа является концепция организации памяти «MEMEX».

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF MULTIMEDIA OF TECHNOLOGIES IN EDUCATION

В.А.Изотов, В.А.Портников

Abstract

The analysis of modern understanding experts of the concept «multimedia» testifies what not all forms of submission of information and synthesis of various arts can be called by this word. The concept «multimedia» should be considered in the form of any combination of two or more transmission media of information presented in a digital form which are effectively integrated for management by means of the uniform interactive interface or the operating computer program. The ideological precondition of creation of technology of multimedia is the concept of the organization of memory of «MEMEX».

Актуальность работы

В настоящее время существуют различные трактовки понятия «мультимедиа»:

– мультимедиа как идея – новый подход к хранению информации различного типа. Мультимедиа-идеология – это стремление увеличить эффективность общения человека и компьютера за счет применение новых каналов передачи информации;

– мультимедиа как технология – совокупность организационных, технических и программных средств, служащих для разработки мультимедиа продуктов. Мультимедиа-техника представляет собой конкретные элементы компьютера, обеспечивающие запись, обработку, хранение и воспроизведение мультимедийных данных. Дальнейшее развитие мультиме-

диа идет в направлении объединения разнородных типов данных в цифровой форме на одном носителе в рамках одной системы.

– мультимедиа как продукт – организованная совокупность мультимедиа – элементов, связанных определенной темой, снабжения средствами навигации и рассчитанная, в первую очередь, на зрительное и слуховое восприятие. Характерной особенностью мульти-медиапродукта является наличие в его содержании нескольких сюжетных линий.

Основные проблемы

Использование мультимедиа технологий в обучении порождает ряд особенностей, целесообразных с точки зрения психолого-педагогической науки и образовательного процесса. Одним из таких аспектов является психология общения преподавателей и студентов с мультимедиа ресурсами и компьютерной техникой.

Как известно, существуют различные типы взаимодействия человека, компьютера и мультимедиа-ресурсов. Интересный вариант обучающих мультимедиа ресурсов – так называемая «сократическая программа», в которой задаваемые студенту вопросы обуславливаются как текущим контекстом общения, так и всей историей диалога во время учебного занятия. Диалог в этом случае индивидуализирован, т.е. приспособлен к своеобразию деятельности данного студента. Однако в более широком плане и здесь компьютер может и должен рассматриваться как средство – орудие деятельности преподавателя, остающегося «лидером» педагогического процесса.

Применяя в образовании современные информационные технологии и мультимедиа ресурсы, не следует забывать, что «творческий» уровень интерактивного взаимодействия человека с компьютером определяется содержанием и уровнем интеллектуального развития самого человека [1, 3, 4].

В условиях информационного общества и информатизации образования самостоятельное непрерывное пополнение знаний и их применение становится потребностью человека не только на протяжении всей его жизни, но и через всю жизнь. Поэтому при обсуждении дидактических и методических аспектов использования компьютера и мультимедиа ресурсов в образовании основное внимание уделяется организации самостоятельной познавательной деятельности, развитию критического мышления, культуры общения, умению выполнять различные социальные роли. Резкой критике подвергаются традиционная система и практика обучения, построенные на трансляции и репродукции готового системного предметного знания, немотивированного собственными потребностями студентов.

Компьютер и мультимедиа ресурсы могут стать не только мощным средством становления и развития студента, но и, наоборот, способ-

ствовать формированию шаблонного мышления, формального и безынициативного отношения к деятельности.

В обсуждении перспектив использования мультимедиа ресурсов в образовании не должна умаляться, как иногда это делается, ни роль предметного обучения, ни роль преподавателя, хорошо знающего свой предмет и умеющего управлять развитием учебно-познавательной деятельности студентов. Сделав преподавателя своим союзником, вооружив его конкретными мультимедиа ресурсами, пригодными для использования на учебном занятии, и методиками их применения, можно надеяться на успешное развитие педагогических технологий на новой технологической базе. Использование мультимедиа технологий в обучении целесообразно рассматривать в четырех основных направлениях: компьютер и мультимедиа технологии как объекты изучения; компьютер и мультимедиа технологии как средства представления, хранения и переработки учебной информации; компьютер как средство организации учебного взаимодействия студентов; компьютер как средство управления учебной деятельностью.

Мультимедиа как форма представления информации разных видов, расширяет возможности организации учебной деятельности. Мультимедиа ресурсы за счет увеличения доли информации, представленной в визуальной форме, открывают перед преподавателем новые возможности подачи учебного материала. Электронные способы получения, хранения, переработки и передачи информации несут с собой новые виды учебной деятельности. В образовательных учреждениях появляется возможность создания электронных библиотек с готовыми мультимедиа ресурсами, автоматизированного представления разнообразных дидактических материалов.

При использовании мультимедиа ресурсов на учебном занятии преподаватель получает возможность гибко менять формы учебного взаимодействия со студентами, а также применять новые формы учебного взаимодействия студентов между собой. Неслучайно, что в практике обучения все шире применяются такие формы организации учебного взаимодействия, как групповые проекты, при создании которых используются возможности глобальных сетей, коллективное участие в электронных конференциях, поиск мультимедиа ресурсов для рефератов и докладов, создание презентаций. При желании преподаватель может, например, организовать сюжетно-ролевые игры по коллективному решению задач на основе общения, опосредствованного компьютером, между отдельными студентами, группами студентов, параллельными группами [2, 3, 4].

Принципиальным вопросом в создании и практическом применении мультимедиа ресурсов для системы образования является направ-

ленность методики обучения на формирование позитивных мотивов, основанных на интересе и потребностях и студентов, и преподавателей. Только в случае высокой мотивации студентов к использованию мультимедиа ресурсов, возможно результативное обучение целенаправленному использованию образовательного потенциала таких ресурсов.

Применение мультимедиа ресурсов в обучении стимулирует мотивацию. Образовательные средства мультимедиа могут пробуждать у студентов интерес к обучению, а также помогают им формировать умозрительные образы и модели. Таким образом, в большинстве случаев применение мультимедиа положительно сказывается на мотивации студентов.

Использование мультимедиа ресурсов способствует развитию у обучаемых желания применять различные варианты решения. Функционирование многих современных мультимедиа-средств обучения основано на учете данного фактора. Существует достаточно много естественных мотивационных аспектов при работе с мультимедиа-ресурсами. Обучаемые с удовольствием используют электронную почту и чат.

Одним из перспективных является комплексный подход к использованию мультимедиа технологий при изучении некоторого относительно замкнутого раздела вузовской программы в условиях аудиторной и интерактивной доской [2, 3, 4].

Подавляющее большинство существующих мультимедиа-ресурсов рассчитано на индивидуальную работу. В настоящее время для учебных заведений наиболее доступными мультимедиа средствами обучения являются имеющие сетевые версии, мультимедийные CD диски.

Важно отметить, что за редкими исключениями эти материалы пока мало отличаются от обычных печатных изданий. По-прежнему основной теоретический материал представляется в знаково-символьной форме и сопровождается привычными готовыми статичными чертежами и рисунками. Такие мультимедиа ресурсы, как правило, рассчитаны на внеурочную индивидуальную самостоятельную работу.

Мультимедиа технологии позволяют сделать студента не только созерцателем готового учебного материала, но и участником его создания, преобразования, оперативного использования. Имеющиеся мультимедийные курсы и образовательные программные продукты позволяют уже сегодня по-новому строить учебное занятие.

Мультимедиа технологии неизмеримо расширяют возможности организации и управления учебной деятельностью и позволяют практически реализовать огромный потенциал перспективных методических разработок, найденных в рамках традиционного обучения, которые, однако, оставались невостребованными или в силу, определенных объективных причин не могли дать там должного эффекта.

Заключение

Мультимедиа технологии одно из наиболее бурно развивающихся направлений информационных технологий, используемых в учебном процессе. Мультимедиа технологии позволяют программно соединить слайды текстового, графического, анимационного характера с результатами моделирования изучаемых процессов. Интеграция трехмерной и двухмерной графики позволяет проиллюстрировать принцип работы сложных механических, электромагнитных, индукционных, гидравлических систем, что дает возможность воплотить на новом, качественно более высоком уровне классический принцип

Библиографический список

1. Уотролл, Э. Эффективная работа : Flash MX. / Э. Уотролл, Н. Гербер. – СПб. : Питер, 2003. – 132 с.
2. Верстак, В.А. 3d тах 8. Секреты мастерства / В.А.Верстак – СПб. : Питер, 2006. – 98 с.
3. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков – М.: «Филинь», 2003. – 215 с.
4. <http://www.educom.ru>.

*Работа представлена к.т.н., Б.А. Изотовым,
доцентом кафедра летательных аппаратов
и к.т.н., профессором Б.А. Портниковым.*

Дата представления работы: 20.12.2012 г.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Б.А. Изотов, Б.А. Портников

Оренбургский государственный университет

Аэрокосмический институт

Россия, 460021, г. Оренбург пр. Майский 1-75

baizotov@yandex.ru

Аннотация

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности. Важной частью этих процессов является компьютеризация образования. В настоящее время в России идет становление новой системы образования, ориентированного на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике учебно-воспитательного процесса, связанными с внесением корректив в содержание технологий обучения.

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS

B.A.Izotov, B.A.Portnikov

Abstract

The modern period of development of society is characterized by strong influence on it computer technologies which get into all spheres of human activity. Important part of these processes is the education computerization. Now in Russia there is a formation of the new education system, focused on occurrence in world information образовательное space. This process is accompanied by essential changes in the pedagogical theory and practice of the teaching and educational process, connected with entering of amendments into the content of technologies of training.

Актуальность работы

Компьютерные технологии призваны помочь преподавателю делать то, что без компьютера делать очень сложно; делать то, что не делали раньше; делать по-новому то, что делали всегда. Любой преподаватель имеет большие возможности использовать информационные технологии в своей педагогической практике, в т.ч. в воспитательной работе.

Рассмотрим подробнее эти возможности.

1. Создание УМК.

Разработка электронных комплектов:

- рабочих программ;
- календарно-тематического планирования;
- контрольно-измерительного материала;
- дидактического материала.

Подготовка раздаточного материала:

- подготовка электронных презентаций;
- создание электронной копилки учебных видеороликов.

2. Поиск информации в сети Интернет:

- сценарии для организации классных часов и тематических мероприятий;
- передовой опыт других педагогов;
- нормативно-правовые педагогические базы;
- электронные педагогические библиотеки.

3. Компьютерное тестирование.

По сравнению с традиционными формами контроля компьютерное тестирование имеет ряд преимуществ:

- быстрое получение результатов испытания;
- объективность в оценке;
- конфиденциальность при анонимном тестировании;
- тестирование на компьютере более интересно по сравнению с традиционными формами опроса, что создает положительную мотивацию у студентов.

4. Использование мультимедиа.

Преимущества:

- наглядность;
- эмоциональная привлекательность;
- экономия учебного времени, контакт с учащимися.

Основные проблемы

Основной целью внедрения информационных технологий развитие качества образования через использование различных информационных средств. Создание банка данных для использования информационных технологий в учебном процессе [1, 3, 4].

Основные этапы внедрения информационных технологий в образовательное учреждение.

Данный этап включает в себя:

- система общего образования;
- профессиональное образование;
- библиотека образовательного учреждения;
- дистанционное образование.

Во втором этапе:

- телекоммуникационная инфраструктура.

На первом этапе используется система дистанционного обучения, как форма повышения уровня знаний и квалификации преподавателей. Происходит подготовка преподавателей, администрации, библиотекаря к работе в новых условиях. Внедрение компьютерных информационных технологий для различных служб и подразделений образовательного учреждения. Обеспечение учащихся и преподавателей свободным доступом к компьютерам и широкому диапазону современного программного обеспечения для индивидуальной работы во внеурочное время. Так же необходимо создание медиатеки.

Второй этап подразумевает определение, апробация и внедрение современных подходов к применению информационных технологий и телекоммуникаций в образовании. Развитие международных контактов. Разработка учебного курса по телекоммуникациям.

Наличие государственного образовательного стандарта по всем основным дисциплинам специальностей, по которым осуществляется образовательная деятельность высшего учебного заведения, требует создания стандартизированной системы контроля качества знаний.

Традиционно для диагностики и контроля качества знаний, используются такие процедуры:

- текущий контроль успеваемости;
- сессионные зачеты и экзамены;
- итоговая государственная аттестация.

На современном этапе развития высшей школы оценка общеобразовательной и профессиональной подготовки студентов требует использования новых технологий осуществления контроля знаний. Одной из таких технологий является Интернет-экзамен в сфере профессионального образования, который дает возможность, используя методы получения и обработки информации, не только в достаточно сжатые сроки осуществлять контроль знаний большого числа студентов по различным учебным дисциплинам, но и проводить подробный анализ результатов тестирования. Подготовить подробные аналитические карты результатов тестирования по каждой учебной дисциплине и каждой специальности, включающие перечень основных разделов, входящих в программу проверки; гистограммы и графики, позволяющие не только провести анализ результатов тестирования и выявить наиболее слабо усвоенные студентами темы, но и увидеть, как результаты тестирования конкретного вуза соотносятся с аналогичными результатами тестирования студентов других вузов [2, 3, 4].

Такой анализ позволяет скорректировать учебный процесс, увидеть место своего вуза в рейтинге тестируемых вузов.

В современных условиях стремительного развития информационного общества, научно-технических преобразований к выпускникам технических вузов предъявляются повышенные требования. Поэтому возникла необходимость создания информационно-образовательной среды, которая бы максимально соответствовала запросам времени

Внедрение информационных технологий влечет за собой повышение качества образования; создание общедоступной коллекции цифровых информационных источников, нового программно – методического обеспечения; повышение оперативности и эффективности управления сферой науки, образования и молодежной политики; создание условий для развития технологий дистанционного образования; обеспечение целенаправленного формирования информационной культуры молодежи, ее социализации и интеграции в современное информационное общество.

Повышение эффективности образовательной деятельности может быть достигнуто, в частности, с помощью применения технологий дистанционного обучения.

Дистанционное обучение позволяет регламентировать сроки изучения тем позволяют активизировать работу студентов.

Если же в ходе обучения у студентов возникли вопросы, то они могут связаться с преподавателем на форуме или в чате.

Внедрение системы дистанционного обучения позволяет решать основные задачи образования: получение глубоких знаний, в различных областях науки; формирование сознательности, самостоятельности и активности студентов; организацию интерактивного взаимодействия; связь

практических задач с теоретическим материалом; развитие интеллектуального потенциала студента; создание комфортной среды обучения.

Заключение

Применение информационных технологий необходимо в образовательном процессе для повышения его эффективности и привлекательности. Но вместе с тем нужно понимать, что развитие начинается с преподавателя. Только когда преподаватели почувствуют, что они овладели новыми технологиями, тогда технологии станут неотъемлемой частью процесса образования. В результате соединения новых знаний с личным опытом преподавателя образовательный процесс переходит на современный уровень.

Библиографический список

1. Панюкова, С.В. Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании / С.В. Панюкова. – М. : Академия, 2010. – 88 с.
2. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании / И.Г. Захарова. – М. : Академия, 2005. – 149 с.
3. <http://studentbank.ru>.
4. <http://window.edu.ru>.

*Работа представлена к.т.н., Б.А. Изотовым,
доцентом кафедры летательных аппаратов
и к.т.н., профессором Б.А. Портниковым.
Дата представления работы: 20.12.2012 г.*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ПЕРЕДОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Б.А. Изотов, Б.А. Портников

*Оренбургский государственный университет
Аэрокосмический институт
Россия, 460021, г. Оренбург пр. Майский 1-75
baizotov@yandex.ru*

Аннотация

Сегодня, когда в качестве важнейшей стратегической задачи развития высшей школы рассматривается формирование новой парадигмы образования, основанной на совершенствовании информационной среды вузов, разработке и внедрении в педагогическую практику современных информационных и телекоммуникационных средств, а также передовых технологий обучения. Требуется принципиально новый подход к их реализации в современных условиях.

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF EDUCATIONAL PROCESS ON THE BASIS OF THE ADVANCED INFORMATION TECHNOLOGIES OF TRAINING

B.A.Izotov, B.A.Portnikov

Abstract

Today, when as the most important strategic problem of development of the higher school formation of a new paradigm of the education based on improvement of the information environment of higher education institutions, development and deployment in student teaching of modern information and telecommunication means, and also advanced technologies of training is considered. Essentially new approach to their realization in modern conditions is required.

Актуальность работы

Решение названной проблемы видится на пути использования в учебном процессе вуза нового вида обеспечения – информационно-технологического. Базой для этого является известная в педагогике закономерность – дидактического единства содержательной и процессуальных сторон обучения, которая свидетельствует как о невозможности реализации содержание учебной дисциплины вне дидактического процесса, так и осуществления самого процесса вне конкретного содержания. Предлагаемый вид обеспечения представляет собой педагогическую систему, включающую в себя две самостоятельные и, в тоже время, взаимосвязанные и взаимодополняющие друг друга составляющие – информационную и технологическую.

Основные проблемы

Первую из названных составляющих, обеспечивающую содержательный аспект подготовки специалиста в вузе, целесообразно рассматриваться в контексте решения задачи полного и адекватного предоставления обучающимся и педагогу учебной и другого рода информации, способствующей достижению поставленных дидактических целей, то есть достижения гарантированного педагогического результата.

В качестве информационной составляющей предлагается рассматривать применение дидактического комплекса информационного обеспечения учебной дисциплины. Названный комплекс представляет собой дидактическую систему, в которую, с целью создания условий для педагогически активного информационного взаимодействия между преподавателем и обучающимися интегрируются прикладные педагогические программные продукты, базы данных, а также совокупность других дидактических средств и методических материалов, обеспечивающих и поддерживающих учебный процесс [1, 3, 4].

Предлагаемый подход имеет ряд принципиальных отличий от рассматриваемых ранее. В частности, обосновывается возможность проек-

тирования и конструирования дидактического комплекса учебной дисциплины как дидактической системы, позволяющей педагогу через информационную составляющую процесса обучения, представленную в педагогических программных продуктах, базах данных и учебных материалов, осуществлять целостную технологию обучения. Этим решается задача гарантированного достижения целей профессиональной подготовки обучающихся. Каждый элемент дидактического комплекса является не просто носителем соответствующей информации, но и выполняет специфические функции, определенные замыслом педагога. Предлагается рассматривать дидактический комплекс информационного обеспечения учебной дисциплины как целостную систему, представляющую собой постоянно развивающуюся

Среди преимуществ использования подобных комплексов целесообразно выделить следующие:

- во-первых, названные дидактические комплексы проектируются и создаются как целостные системы педагогических программных средств, интегрированных с целью сбора, организации, хранения, обработки, передачи и представления учебной информации их пользователям;
- во-вторых, все элементы дидактических комплексов взаимосвязаны между собой, имеют единую информационную основу и программно-аппаратную среду;
- в-третьих, изначально при проектировании дидактических комплексов предусматривается возможность их использования как в локальных и распределенных компьютерных сетях вуза, так и при дистанционной форме обучения. Этим решается вопрос об их поддержке имеющимися в учебном заведении информационными и телекоммуникационными средствами, а также средствами связи.

Состав и структура комплекса могут быть весьма гибкими и зависят от содержания предметной области, для которой он разрабатывается. В дидактический комплекс информационного обеспечения учебной дисциплины «Психология и педагогика», который успешно применяется при подготовке специалистов во всех вузах, включены:

- рабочая программа дисциплины;
- компьютеризированный учебник, включающий в себя текстовый вариант курса лекций по психологии и педагогике, электронный конспект лекций и электронный альбом схем и наглядных;
- информационно-справочная система, состоящая из двух электронных словарей соответственно по психологии и педагогике;
- электронный практикум по дисциплине;
- автоматизированная система оценки и контроля знаний обучающихся.

В качестве второй составляющей, обеспечивающей процессуальную сторону подготовки специалиста в вузе, предлагается рассмат-

ривать технологическое обеспечение, которое реализуется на основе применения в учебном процессе современных технологий обучения.

Среди особенностей проектирования и разработки технологии обучения в рамках информационно-технологического обеспечения учебного процесса можно указать следующие:

- во-первых, в данном случае технология обучения выполняет связующую функцию, то есть является как бы стержнем вокруг которого формируется необходимая информационная среда, способствующая активному педагогическому взаимодействию преподавателя и обучающихся;
- во-вторых, при проектировании технологии обучения педагогом изначально, в соответствии с целями и содержанием обучения, решаемыми задачами и используемыми методами, определяются структура и содержание дидактического комплекса. В этом случае последний выступает в качестве ключевого элемента технологии обучения и служит по существу ее основой.

Результатом проектирования и конструирования педагогом технологии обучения является технологическая карта, представляющая собой своего рода паспорт проекта будущего учебного процесса, в котором целостно и емко представлены главные его параметры, обеспечивающие успех обучения.

В рамках информационно-технологического обеспечения технология обучения рассматривается не только как процесс или результат его проектирования, но и как специфическое средство, своеобразный «инструмент» в руках педагога, позволяющий ему организовать учебный процесс на технологическом уровне.

Использование в учебном процессе вуза информационно-технологического обеспечения позволяет:

- интенсифицировать и индивидуализировать учебный процесс;
- значительно активизировать познавательную деятельность обучающихся, повысить ее стимулирующую составляющую;
- реализовать в процессе самостоятельной работы пользователей с элементами дидактического комплекса дружеский интерфейс и индивидуальный темп усвоения учебного материала, обеспечивая при этом высокую мотивацию в получении знаний, навыков и практических умений;
- производить оперативный контроль за ходом усвоения знаний, формирования навыков и умений;
- вести статистику успеваемости и диагностировать уровень подготовки каждого обучающегося и группы в целом, что обеспечивает достаточно объективную оценку и хорошую информированность преподавателя.

Информационные технологии, как это становится очевидным, выступают инструментами дополняющими систему образования и функционирование научно-образовательного знания [2, 3, 4].

Современный период развития цивилизованного общества характеризует процесс информатизации.

Информатизация общества – это глобальный социальный процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, продуцирование, обработка, хранение, передача и использование информации, осуществляемые на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также на базе разнообразных средств информационного обмена.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является информатизация образования – процесс обеспечения сферы образования методологией и практикой разработки и оптимального использования современных или, как их принято называть, новых информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения, воспитания. Этот процесс инициирует: совершенствование механизмов управления системой образования на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей; совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, воспитания, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества; создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности по обработке информации; создание и использование компьютерных тестирующих, диагностирующих методик контроля и оценки уровня знаний обучаемых.

Информатизация образования как процесс интеллектуализации деятельности обучающего и обучаемого, развивающийся на основе реализации возможностей средств новых информационных технологий, поддерживает интеграционные тенденции процесса познания закономерностей предметных областей и окружающей среды, сочетая их с преимуществами индивидуализации и дифференциации обучения, обеспечивая тем самым синергизм педагогического воздействия.

Повсеместное использование информационных ресурсов, являющихся продуктом интеллектуальной деятельности наиболее квалифицированной части трудоспособного населения общества, определяет необходимость подготовки в подрастающем поколении творчески активного резерва. По этой причине становится актуальной разработка определенных методических подходов для реализации идей развивающе-

го обучения, развития личности обучаемого. В частности, для развития творческого потенциала индивида, формирования у обучаемого умения осуществлять прогнозирование результатов своей деятельности, разрабатывать стратегию поиска путей и методов решения задач – как учебных, так и практических.

Заключение

Возможность легкого доступа к информационным ресурсам, а в сфере образования – к информационно-методическому обеспечению процесса обучения, тиражируемость передовых педагогических технологий на базе использования средств новых информационных технологий обеспечивает расширение и укрепление связей между отдельными структурами системы образования, что приводит к совершенствованию ее инфраструктуры.

Библиографический список

1. Горячев, А.В. Информатика и образование : учеб. пособие / А.В.Горячев. – СПб. : Ростов-на-Дону : «Феникс», 2009. – 245 с.
2. Роберт, И. Современные информационные технологии в образовании в 4 ч. / И. Роберт. – М. : Изд-во ВЛАДОС – ПРЕСС, 2007. – Ч.4. – 324 с.
3. <http://www.portalus.ru>.
4. <http://e-lib.gasu.ru>.

*Работа представлена к.т.н., Б.А. Изотовым,
доцентом кафедры летательных аппаратов
и к.т.н., профессором Б.А. Портниковым.
Дата представления работы: 20.12.2012 г.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Ф.З. Хисаметдинов, Л.И. Сунаргулова

Сибайский институт (филиал)

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Россия, 453838, Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Белова, д. 21

KhismetdinovFZ@mail.ru

Аннотация

В настоящее время одним из инструментов сохранения и приумножения капитала является его инвестирование в ценные бумаги. В связи с этим актуальной является задача выбора ценных бумаг для инвестирования с точки зрения максимизации потенциальной прибыли и минимизации рисков. При формировании портфеля ценных бумаг широко используются методы математического и компьютерного моделирования. В данной статье рассматривается один из подходов к формированию портфеля ценных бумаг на основе Модели Марковица.

MATHEMATICAL MODELING OF AN INVESTMENT PORTFOLIO

F.Z. Khisametdinov, L.I. Sunargulova

Abstract

It is now one of the tools of the preservation and growth of capital is its investment in securities. In this regard, the current task is to select the securities for investment from the point of view of maximizing profit potential and minimize risks. In forming the portfolio are widely used methods of mathematical and computer modeling. This article describes an approach to portfolio management based on the Markowitz model

Актуальность

Инвестиционный портфель – это совокупность финансовых активов (ценных бумаг), объединенных вместе для реализации целей инвестора, для максимизации прибыли и минимизации убытков. Первые математические модели портфельной теории были разработаны Нобелевским лауреатом в области экономики 1990 года Г. Марковицем для выработки именно этого типа решений в управлении риском. Методика сбалансирования рисков и экономической выгоды при выборе направлений рискованных инвестиций, предложенная Г. Марковицем и широко применяемая на практике финансовыми менеджерами, входит в основы теории финансов как диверсификация портфеля ценных бумаг с целью редуцирования (снижения) риска на фондовом рынке [1].

Формирование портфеля ценных бумаг

Рассмотрим задачу формирования портфеля ценных бумаг на основе модели Марковица [2].

Пусть известны ежедневные значения P_i^s – стоимость ценной бумаги i ($i = \overline{1, n}$) при закрытии торговой сессии в день s ($s = \overline{1, T}$) за некоторый период.

Тогда дневная доходность ценной бумаги i ($i = \overline{1, n}$) в торговый день s ($s = \overline{1, T}$) может быть рассчитана как

$$D_i^s = \frac{P_i^s - P_i^{s-1}}{P_i^{s-1}}$$

Доходность для каждой ценной бумаги i ($i = \overline{1, n}$) за весь рассматриваемый период можно представить в следующем виде

$$m_i = \frac{\sum_{s=1}^T D_i^s}{T}$$

Среднеквадратическое отклонение для величины дневных доходностей ценной бумаги i ($i = \overline{1, n}$) может быть представлено в виде

$$\delta_i = \sqrt{\frac{\sum_{s=1}^T (D_i^s - m_i)^2}{T}}$$

При введенных обозначениях математическая модель Марковица для задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля максимальной эффективности, при которой риск портфеля не превышает заданного значения δ_p , имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n m_i x_i \rightarrow \max \\ \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2 x_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^n x_i x_j r_{ij} \delta_j \delta_i} < \delta_p, \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0, (i = \overline{1, n}) \end{array} \right. \quad (1)$$

где r_{ij} – коэффициент корреляции между величинами D_j^s ($s = \overline{1, T}, i = \overline{1, n}$), x_i – доля ценной бумаги i ($i = \overline{1, n}$) в инвестиционном портфеле.

Задача (1) является задачей выпуклого программирования и для ее решения может быть использован метод множителей Лагранжа [3], сводящий задачу условного экстремума к задаче безусловного экстремума:

$$L(x_1, \dots, x_n, \mu) = \sum_{i=1}^n m_i x_i + \mu \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \delta_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n x_i x_j r_{ij} \delta_j \delta_i - \delta_p^2 \right) \rightarrow \min,$$

где $\mu > 0$ – множитель Лагранжа, которая сводится к решению системы нелинейных алгебраических уравнений вида

$$\begin{cases} \frac{\partial L(x_1, x_2, \dots, x_n, \mu)}{\partial x_i} = 0, i = 1..N \\ \frac{\partial L(x_1, x_2, \dots, x_n, \mu)}{\partial \mu} = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

Полученная система нелинейных алгебраических уравнений (2) может быть записана в общем виде:

$$F(X) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{bmatrix} = 0. \quad (3)$$

Для решения системы нелинейных уравнений (3) может быть применен метод Ньютона [4, 5]:

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} - W^{-1}(X^{(k)})F(X^{(k)}), \quad (4)$$

где $X^{(k)} = \begin{bmatrix} x_1^{(k)} \\ x_2^{(k)} \\ \dots \\ x_n^{(k)} \end{bmatrix}$ – приближение на k -й итерации, $W^{-1}(X^{(k)})$ – матрица,

обратная к матрице Якоби, вычисленной для k -й итерации:

$$W(X) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{pmatrix}.$$

Итерационный процесс (4) завершается, если максимальная по абсолютной величине разность соответствующих компонент между последующими итерациями меньше заданной точности ε , т.е. условием окончания расчета является:

$$\max_{i=\overline{1,n}} |x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}| \leq \varepsilon.$$

На основе приведенной схемы была разработана программа и произведены расчеты для четырехкомпонентного портфеля, составленного из следующих ценных бумаг:

эмитент 1 – ОАО «Дальневосточная компания электросвязи» (доля в портфеле x_1);

эмитент 2 – ОАО «Северсталь» (доля в портфеле x_2);

эмитент 3 – ОАО «РусГидро» (доля в портфеле x_3);

эмитент 4 – ОАО «Сургутнефтегаз» (доля в портфеле x_4).

Для выбранных эмитентов были использованы данные о ежедневных значениях цены закрытия торговой сессии за период с 01.10.2011 г. по 30.09.2012 г., при этом для величин m_i и δ_i ($i = \overline{1,4}$) были получены следующие значения:

эмитент 1: $m_1 = 0,0009687$, $\delta_1 = 0,056550$;

эмитент 2: $m_2 = 0,0241321$, $\delta_1 = 0,290958$;

эмитент 3: $m_3 = 0,0011574$, $\delta_1 = 0,054175$;

эмитент 4: $m_4 = 0,0004519$, $\delta_1 = 0,057541$.

Значения величин корреляции r_{ij} ($i = \overline{1,4}, j = \overline{1,4}$) оказались малы и были приняты в модели равными нулю. Величина допустимого риска была принята на уровне 10%.

Для рассматриваемого случая четырех выбранных ценных бумаг был получен оптимальный портфель следующей структуры:

$$\begin{cases} x_1 \approx 0,2494 = 24,94 \% \\ x_2 \approx 0,3336 = 33,36 \% \\ x_3 \approx 0,3550 = 35,50 \% \\ x_4 \approx 0,0620 = 6,20 \% \end{cases}$$

Вывод

Таким образом, для рассмотренного примера оптимальный портфель должен состоять на 24,94% из акций эмитента 1, на 33,36% из акций эмитента 2, на 35,50% из акций эмитента 3 и на 6,20% из акций эмитента 4, при этом расчетная доходность всего портфеля за период равный 1 году составляет 8,7%.

Библиографический список

1. Гитман, Л.Дж. Основы инвестирования. / Гитман Л.Дж., Джонк М.Д. // Пер. с англ. – М.: Дело, 1997. – 1008 с.
2. Васильев, В.А. Математические модели оценки и управления финансовыми рисками хозяйствующих субъектов / В.А. Васильев, А.В. Летчиков, В.Е. Лялин // Аудит и финансовый анализ. – 2006. – №4. – С.201.
3. Загребаев, А.М. Методы математического программирования в задачах оптимизации сложных технических систем / Загребаев, А.М., Крицына Н.А., Кулябичев Ю.П., Шумилов Ю.Ю. // Учебное пособие –М.: МИФИ, 2007. 332 с.
4. Махмутов, М.М. Лекции по численным методам / М.М. Махмутов // М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. – 240 с.
5. Калиткин, Н. Н. Численные методы : [учебник для студентов университетов и высших технических учебных заведений] / Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского // – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011 .– 586 с.

*Работа представлена д.т.н., член-корреспондентом
Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ-БАКАЛАВРОВ ВУЗОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 230100 – ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

З.Г. Каприлевкая, Е.А. Ильина

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им Г. И. Носова», Россия, 455000, Челябинская обл.,*

г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

dar_nas@rambler.ru

Аннотация

В работе сформирована структура формирования компетенций выпускника. В соответствии с изученными стандартами ФГОС ВПО и учебным планом выявлен процесс формирования компетенций. Вычислен коэффициент характеризующий «вес» зачетной единицы в отдельно взятой профессиональной компетенции.

THE WAY OF ESTIMATING PROFESSIONAL COMPETENCE OF GRADUATES FROM UNIVERSITY BACHELOR IN DIRECTION 230100 – COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING

Z.G. Kaprilevskaya, E.A. Ilina

Abstract

The structure of the competence's model is formed in this work According to known standards FSES of HPE and the curriculum revealed the formation of competencies. Calculated the coefficient characterizing the "weight" of credit units in a particular professional competence.

Актуальность работы

На современном этапе общественного развития российская система образования, в том числе и профессионального, находится в процессе преобразований.

Существуют объективные причины необходимости этих реформ, обусловленные социально-экономическими и информационно-техническими преобразованиями современного общества, профессиональной значимостью для будущих специалистов.

В связи с необходимостью перехода страны на инновационный путь развития и использованием научных достижений в реальном секторе экономики важное значение приобретает подготовка высококвалифицированных специалистов, конкурентоспособных на рынке труда, компетентных, ответственных, свободно владеющих своей профессией и ориентирующихся в смежных областях знаний, способных к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готовых к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности [1].

Федеральные образовательные стандарты для обучения студентов по многоуровневой системе были приняты к руководству с 2010 года вузами Российской Федерации. Согласно новым документам введены понятия компетенций и новые формы обучения, которые должны быть согласованы с социальным заказом [2,3].

Основные проблемы

Из этого следует, что основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не система знаний, умений и навыков, а способность человека действовать в конкретной жизненной ситуации, то есть специалист должен быть компетентным [4].

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения формирует компетенции будущих выпускников при изучении дисциплин.

Уровень развития компетентности будущего специалиста определяется показателями, визуализирующими его достижения за время учеб-

ного процесса. Одним из подобных показателей обозначим «вес» профессиональной компетенции.

Определение такого показателя в соответствии со стандартами и успеваемостью студента выполняется в пять шагов.

1. Изучение стандартов ФГОС ВПО третьего поколения по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» позволило проанализировать профессиональные и общекультурные компетенции. Компетентность выпускника формируется из совокупности профессиональных (ПК) и общекультурных компетенций (ОК), подробный перечень которых приведен в изученных стандартах для бакалавров специальности 230100 – «Информатика и вычислительная техника». Отдельная компетенция не может быть ограничена изучением одной дисциплиной, т. е. её формирование происходит в процессе освоения дидактических единиц дисциплин ($D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$) в течении всего срока обучения [5]. Визуализация процесса формирования компетенций представлена на рис. 1.

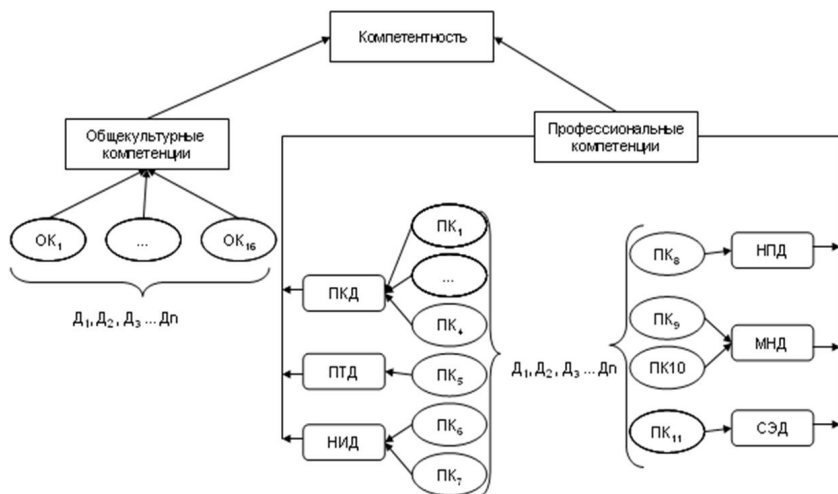


Рис. 1. Структура формирования компетенций выпускника

Под общекультурными компетенциями подразумевается, что выпускник должен владеть культурой мышления (ОК₁), уметь использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК₅), стремиться к повышению своей квалификации и мастерства (ОК₆) и другие характеристики сподвигающие выпускника к саморазвитию и становлению в его профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции подразделяются на подклассы: компетенции проектно-конструкторской деятельности (ПКД), проектно-технологической деятельности (ПТД), научно-исследовательской дея-

тельности (НИД), научно-педагогической деятельности (НПД), монтажно-наладочной деятельности (МНД), сервисно-эксплуатационной деятельности (СЭД).

Проведенный анализ рассмотренных компетенций позволяет определить основную характеристику развития профессиональных качеств личности – профессиональные компетенции.

2. В соответствии с учебным планом «подготовки бакалавра по направлению: квалификация (степень) – бакалавр ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», определены дисциплины, составляющие профессиональные компетенции и выделены соответствующие им зачетные единицы.

Процесс формирования компетенции происходит при изучении дисциплин входящих в ФГОС ВПО и практических видов учебной деятельности [6]. Входом в подпроцесс предметного формирования части компетенции обозначим уровень сформированности дидактических единиц (д.е.₁, ..., д.е._п) при изучении дисциплин – Оценка1, Оценка2, Оценка3, ..., ОценкаN. А выходом – уровень сформированности части компетенции, означающей успешно достигнутый и оценённый результат (рис. 2).

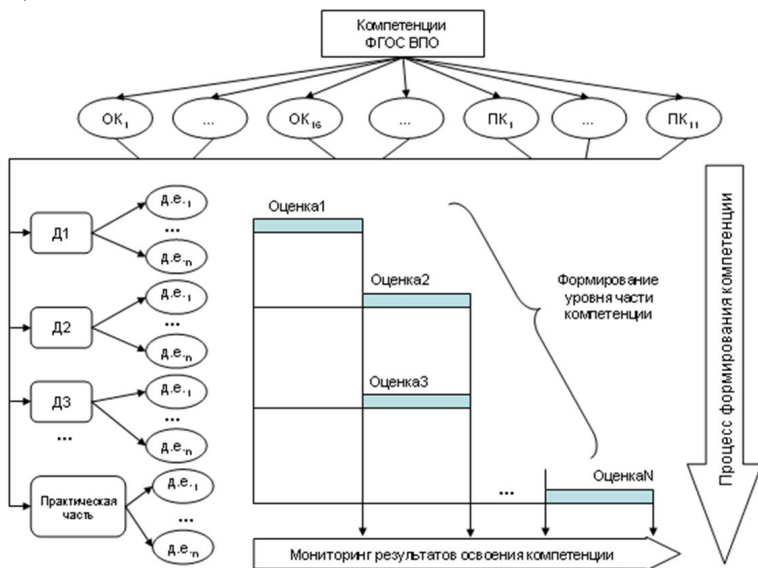


Рис. 2. Процесс формирования уровня компетенции

3. Основываясь на вышеперечисленных пунктах, вычислен коэффициент значимости, характеризующий «вес» зачетной единицы в отдельно взятой профессиональной компетенции:

$$K_{d,c} = \frac{N_{d,c}}{\sum N_{d,c}}, \quad (1)$$

где $K_{d,c}$ – коэффициент значимости, характеризующий вес зачетной единицы в отдельно взятой профессиональной компетенции; d – дисциплина; c – компетенция; $N_{d,c}$ – количество, установленных в ФГОС ВПО, показателей трудоемкости образовательной программы (дисциплины в целом), то есть зачетных единиц; $\sum N_{d,c}$ – сумма всех зачетных единиц по предметам, относящимся к вычисляемой профессиональной компетенции [7].

4. На данном шаге определен результирующий балл, характеризующий отношение итогового балла за предмет, входящий в выбранную компетенцию, к максимально возможной оценке (5 баллов):

$$Q_{d,c} = \frac{K_{d,c} \cdot M_{d,c}}{5}, \quad (2)$$

где $Q_{d,c}$ – результирующий балл, характеризующий отношение итогового балла за предмет, входящий в вычисляемую компетенцию, к максимально возможной оценке (5 баллов); $M_{d,c}$ – итоговый результат за пройденный курс по дисциплине входящей в компетенцию, то есть оценка.

При этом учитывалось, что в соответствии с пунктами 4.4.5 «Положение о промежуточной аттестации»: Оценка, полученная на экзамене (в том числе и неудовлетворительная), заносится преподавателем в аттестационную ведомость. Уровень подготовки студента фиксируется как оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». И пунктом 4.4.8 (тот же документ) уровень подготовки студентов фиксируется также записями в зачетной книжке студента в соответствии с записями в аттестационной ведомости. В зачетную книжку студента не заносятся неудовлетворительные оценки. Оценки в зачетной книжке должны совпадать с оценками в аттестационной ведомости [8].

Исходя из этого, подсчеты проводились для трехбалльной шкалы: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

5. Последним шагом в определении уровня сформированности профессиональных компетенций выпускника является расчет процентного соотношения суммы результирующих баллов (Q), при максимально возможных оценках за все курсы обучения в 5 баллов дающий итог в 100%:

$$Q = \sum q_{d,c} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где $\sum q_{d,c}$ – сумма результирующих баллов, характеризующих отношение итогового балла за предмет, входящих в вычисляемую компетенцию, к максимально возможной оценке в 5 баллов.

Приведем несколько примеров для трех студентов по ПК-10 (монтажно-наладочная деятельность) – участие в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов.

ПК-10 формируется при изучении следующих дисциплин: ЭВМ и периферийные устройства (ЭВМиПУ); операционные системы (ОС); сети и телекоммуникации (СиТ); электротехника, электроника и схемотехника (ЭлЭС); человеко-машинное взаимодействие (ЧМВ); программно-аппаратные средства Scada-систем (SCADA); комплексы технических средств САУ (КТС). Соотношения дисциплины и зачетной единицы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение зачетных единиц для компетенции ПК-10
(монтажно-наладочная деятельность)

Дисциплина	Зачетные единицы
ЭВМиПУ	8
ОС	5
СиТ	7
ЭлЭС	6
ЧМВ	4
SCADA	4
КТС	3

По формулам 1 и 2 рассчитаем вес для каждой зачетной единицы из выбранной компетенции. Условно были рассмотрены три студента¹: Зелинский П.Ю., Сорока Т.Н., Звягинцев В.П. Результат вычисления веса компетенции для выбранных студентов представлены соответственно в табл. 2-4. Из приведённых выше примеров видно, что «вес» одной профессиональной компетенции указывает на процент сформированности профессиональной компетенции ПК-10 (монтажно-наладочная деятельность). Результат наглядно отражен на рис. 3.

Заключение

Таким образом, анализ стандартов ФГОС ВПО третьего поколения и учебного плана подготовки бакалавра по направлению «Информатика и вычислительная техника» позволил определить предметы, формирующие профессиональные компетенции, и соответствующие им зачетные единицы. Уровень развития компетенции формируется из нескольких дисциплин, «вес» которых в сумме дает единицу (100%).

Проведенные исследования позволяют получить усредненную оценку профессиональных компетенций, в то время как для более точных результатов необходимо провести экспертную оценку основываясь на том, что одна дисциплина формирует несколько компетенций с различным «весом».

Таблица 2

Результат вычисления для студента Зелинский П.Ю.

Дисциплина	Зачетные единицы, $N_{d,c}$	Коэффициент значимости, $K_{d,c}$	Оценка, $M_{d,c}$	Балл, $q_{d,c}$	Процентное соотношение, Q
ЭВМиПУ	8	0,22	5	0,22	Q=100 %
ОС	5	0,14	5	0,14	
СиТ	7	0,19	5	0,19	
ЭлЭС	6	0,16	5	0,16	
ЧМБ	4	0,11	5	0,11	
SCADA	4	0,11	5	0,11	
КТС	3	0,08	5	0,08	

Таблица 3

Результат вычисления для студента Сорока Т.Н.

Дисциплина	Зачетные единицы, $N_{d,c}$	Коэффициент значимости, $K_{d,c}$	Оценка, $M_{d,c}$	Балл, $q_{d,c}$	Процентное соотношение Q
ЭВМиПУ	8	0,22	4	0,17	Q=76,76 %
ОС	5	0,14	4	0,11	
СиТ	7	0,19	5	0,19	
ЭлЭС	6	0,16	3	0,10	
ЧМБ	4	0,11	3	0,06	
SCADA	4	0,11	4	0,09	
КТС	3	0,08	3	0,05	

Таблица 4

Результат вычисления для студента Звягинцев В.П.

Дисциплина	Зачетные единицы, $N_{d,c}$	Коэффициент значимости, $K_{d,c}$	Оценка, $M_{d,c}$	Балл, $q_{d,c}$	Процентное соотношение Q
ЭВМиПУ	8	0,22	3	0,13	Q=69,19%
ОС	5	0,14	3	0,08	
СиТ	7	0,19	4	0,15	
ЭлЭС	6	0,16	4	0,13	
ЧМБ	4	0,11	4	0,09	
SCADA	4	0,11	3	0,06	
КТС	3	0,08	3	0,05	

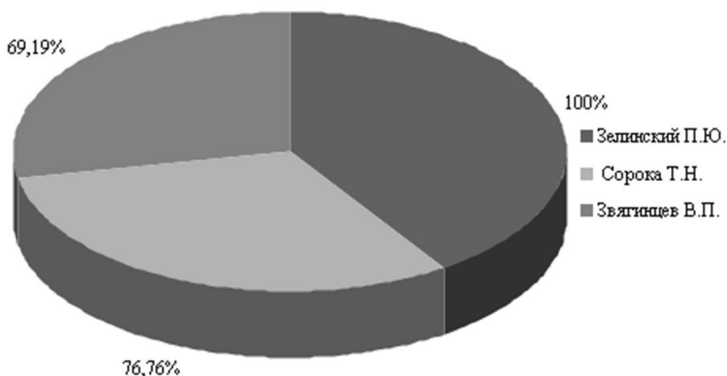


Рис. 3. Диаграмма сформированности профессиональной компетенции ПК-10 (монтажно-наладочная деятельность)

Библиографический список

1. Разинкина Е. М. Непрерывная опережающая профессиональная подготовка кадров для горно-металлургической отрасли: проблемы и теоретические основы : монография / Е. М. Разинкина, Е. А. Ильина и др. : под ред. Е.М. Разинкиной, Е.А. Ильиной. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 110 с.
2. Логунова О.С., Королева В.В., Ячиков И.М. Система профессионального образования в России: проблемы и перспективы развития: монография. – Новосибирск: Из-во «СИБПРИНТ», 2011. – Кн. 2. – С. 50 – 81.
3. Логунова О.С., Королева В.В., Белявский А.Б. Управление подготовкой специалистов в области информационных технологий: компетентный подход. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 12. – С. 63 – 69.
4. Логунова О.С., Королева В.В. Оценка социального заказа подготовки специалистов в многоуровневой системе образования России. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 5. – С. 43 – 52.
5. Каприлевская З.Г., Ильина Е. А. Модель развития компетенции выпускников-бакалавров ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // IV Международная научно-практическая конференция «Информация и образование: границы коммуникаций»: сб. науч тр. INFO'12 – Горно-алтайск , 2012 . – С. 189-191.
6. Каприлевская З. Г. Ильина Е. А. Сравнение понятий «компетенция» и «компетентность». // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011: сб. науч тр. Sword – Одесса, 2011. – Т. 16, – С. 39-41.
7. Каприлевская З.Г., Ильина Е. А. Система оценки компетенции. // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13) – С. 57-59;

8. СМК – О – СМГТУ – 33 – 07 Система менеджмента и качества. Стандарт организации. Положение о промежуточной аттестации.

*Работа представлена к.п.н., доцентом кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Ильиной Е.А.*

Дата представления работы: 23.12.2012

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ ВУЗА

Р.И. Завалишин, Т.В. Гаибова

*ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Россия, 460018, Оренбург, просп. Победы, 13*

Аннотация

Среди многочисленных методологических проблем исследовательского и прикладного характера в области научно-исследовательской деятельности одной из наименее разработанных является проблема оценки результативности, эффективности и качества, как самой научно-исследовательской деятельности, так и системы управления ею. В данном исследовании предлагается подход к решению задачи оценки и управления научно-исследовательской деятельности кафедры вуза с точки зрения системного анализа и теории управления.

THE ALGORITHM FOR GENERATING THE GENERALIZED INDICATOR OF EFFICIENCY OF RESEARCH ACTIVITIES OF THE UNIVERSITY DEPARTMENT

R.I. Zavalishin, T.V. Gaibova

Abstract

Among the many methodological problems and applied research in the field of research and development of one of the least developed is the problem of assessing the effectiveness, efficiency and quality of both the research and development, and systems management. In this study, an approach to the problem of measuring and managing the research activities of the department of the university in terms of system analysis and control theory.

Актуальность работы

Одним из важнейших вопросов, возникающих при разработке методов управления научно-исследовательской деятельностью кафедры вуза, является проблема формирования объективного обобщенного оценочного показателя. Процесс формирования обобщенного критерия подразумевает использование процедуры снижения размерности пространства частных критериев, которыми должны служить измеряемые характеристики рассматриваемого процесса. Такие характеристики

должны объективно отражать уровень проводимой научно-исследовательской деятельности на кафедре вуза.

Постановка задачи

Для формирования перечня частных критериев представляется разумным использовать годовой отчет кафедры по научно-исследовательской деятельности. В него включаются показатели по основной деятельности, предусмотренной уставом вуза. На его основе деканы факультетов и директора институтов анализируют и готовят обобщенный отчет о научно-исследовательской деятельности факультета. Годовой отчет о научной деятельности, как правило, состоит из нескольких разделов и пояснительной записки. Обычно имеют место следующие разделы: сведения по всем научным темам, краткие аннотационные отчеты по НИР, сведения о кадровом составе подразделения и его участии в научной деятельности факультета, сведения о результативности НИР, степень участия студентов в научно-исследовательской работе, сведения о наиболее значимых научных результатах, полученных в отчетном году. Пояснительная записка содержит необходимые пояснения и анализ основных показателей научной деятельности подразделения за отчетный год: участие в программах и конкурсах; новые формы управления и организации проведения научных исследований; развитие материально-технической базы; изобретательская и патентно-лицензионная работа; аналитический отчет по конференциям, состоявшимся в отчетном году на базе факультета, института; научно-исследовательская работа студентов.

При формировании обобщенного критерия эффективности научно-исследовательской деятельности могут возникнуть проблемы получения корректных оценок, связанных с проведением нормирования сопоставимых показателей[3]. Чтобы этого избежать нами, предложен подход, заключающийся в дифференцированном анализе результатов деятельности участников научно-исследовательской деятельности. Суть такого подхода заключается в разделении выполняемых работ на три группы.

Первая группа – НИР, в нее входят такие показатели, как объемы госбюджетных и хоздоговорных НИР, объемы внебюджетных работ, кроме НИР и т.п.

Вторая группа показателей – кадры – включает число аспирантов и докторантов, число аспирантов, защитившихся в срок, число защит кандидатских диссертаций (кроме защит аспирантов в срок, совместители учитываются пропорционально занимаемой ставке), число защит докторских диссертаций (совместители учитываются пропорционально занимаемой ставке).

В третью группу – печать – входят различные публикации, монографии, учебные пособия и прочая печатная продукция участников научно-исследовательской деятельности.

На основе информации годового отчета по научно-исследовательской деятельности разработана модель базы данных. В ней отражены характеристики участников и их результатов научно-исследовательской деятельности. Затем проведено соответствие информации из базы данных количественным критериям. В табл. 1 изображен перечень критериев, построенный на основе отчета по научно-исследовательской деятельности кафедры. Каждому критерию соответствуют таблицы, из которых будет извлекаться информация, касающаяся результативности кафедры в секторе научной деятельности.

Таблица 1

Взаимосвязь критериев и таблиц БД

<i>Наименование</i>	<i>Таблицы БД</i>	<i>Информация</i>
НИР		
Востребованность НИР	Выполнение НИР	количество, финансирование
Конкурентоспособность НИР	Участие в выставках, участие в конкурсах	количество, результат
Конкурентоспособность НИРС	Участие в конкурсах на лучшую НИРС, выставки, список студентов, получивших медали, дипломы, грамоты, премии, гранты, полученные студентами	количество, статус, число участников, награды, вид награды, финансирование
Кадры		
Научный потенциал кафедры	ППС	количество, ученая степень
Число кандидатских диссертаций	Защита диссертаций	количество
Число кандидатских диссертаций, защитившихся в срок	Защита диссертаций	количество
Печать		
Продукция НИР	Монографии, сборники научных трудов, учебные пособия, статьи в зарубежных изданиях, статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, статьи в сборниках и других изданиях, тезисы, патенты, зарегистрированные программы для ЭВМ, базы данных	количество, количество страниц

Формирование обобщенного критерия

Процесс свертки частных критериев представим в математическом виде. Численность участников обозначим n , состав кафедры $N = \{1, 2, \dots, n\}$. В процессе научно-исследовательской деятельности участники имеют результаты, которые возможно измерить. Для разных видов работ это либо бюджет НИР, либо количество защищенных диссертаций, либо научный потенциал кафедры, либо количество различных публикаций и число их страниц. При использовании наукометрических показателей для оценки результативности могут также использоваться такие количественные характеристики как индекс Хирша, импакт-фактор и другие.

До начала проведения операции свертки необходимо определить для каждого вида работы j свой весовой коэффициент C_j . Как правило, для такой задачи привлекается экспертная группа. В зависимости от сложности задачи и квалификации экспертов существует ряд способов оценивания весовых коэффициентов. Их можно получить несколькими путями. Самый простой способ заключается в прямой расстановке коэффициентов, исходя из требования, чтобы их сумма была равна единице или 100%. Однако, достаточно трудно, даже при высокой квалификации экспертов, расставить коэффициенты в долях единицы или процентах при каждом влияющем факторе. Затруднения возрастают по мере увеличения числа факторов, количество которых в поставленной задаче может достигать нескольких десятков.

Следовательно, и статистическая значимость весовых коэффициентов будет невысокой, что автоматически влечет за собой снижение качества разрабатываемой экспертной модели. Не решает проблемы разбиение факторов на участки по уровню компетентности экспертов, поскольку это приводит к нарушению однородности условий оценивания и снижению статистической достоверности оценок весовых коэффициентов.

В другой группе методов от экспертов требуется произвести ранжирование, т.е. упорядочить исследуемые факторы по степени проявления их свойств в порядке возрастания или убывания. Сводные оценки весовых коэффициентов получаются в результате осреднения частных рангов или расчета по специальным формулам. Недостаток такого подхода – сильное сглаживание весовых коэффициентов, тем большее, чем меньшее число факторов рассматривается.

Наконец, весовые коэффициенты можно найти методом последовательного попарного сравнения факторов, чтобы при помощи специальных процедур сгруппировать их в определенные классы.

Процедуре выбора экспертов должно уделяться много внимания, поскольку ошибки здесь ведут в конечном итоге к получению некорректных результатов. Расчеты, выполненные при помощи таких

моделей, будут давать искаженные, а то и вовсе неверные оценки исследуемых объектов[4].

Непосредственно результаты по работам НИР, кадры и печать будут обозначаться соответственно H_i , K_i , F_i , где i – индекс преподавателя. Для вычисления результативности предлагается применять аддитивную свертку. Аддитивная свертка компонентов векторного критерия состоит в представлении обобщенного скалярного критерия в виде суммы взвешенных нормированных частных критериев. Она применяется, когда уменьшение оценки по какому-то одному критерию компенсируется увеличением оценки по другому критерию (или несколькими критериями). Даже если по одному критерию оценка нулевая, единая оценка может получиться высокой, если по другим критериям значения высоки. Таким образом, имеем следующие формулы для получения результативности i -го участника научно-исследовательской деятельности по трем видам работ:

$$\begin{aligned} H_i &= \sum_{j=1}^{m_h} C_j h_{ij}, \\ K_i &= \sum_{j=1}^{m_k} C_j k_{ij}, \\ F_i &= \sum_{j=1}^{m_f} C_j f_{ij}, \end{aligned}$$

где h_{ij} , k_{ij} , f_{ij} – частные критерии по работам НИР, кадры, печать соответственно;

m_h , m_k , m_f – количества видов работ, в которых принимал участие участник научно-исследовательской деятельности.

Для вычисления обобщенного критерия научно-исследовательской деятельности кафедры вуза разумно применять мультипликативную свертку.

Формула вычисления обобщенного критерия будет иметь вид:

$$W = \sum_{i=1}^n H_i \times \sum_{i=1}^n K_i \times \sum_{i=1}^n F_i,$$

Характерным свойством мультипликативной свертки является то, что она отдает предпочтение тем альтернативам, которые имеют более равномерное распределение в абсолютной шкале значений критериев при одинаковых средних всех альтернатив. Другими словами особенность мультипликативной свертки заключается в том, что близкое к нулю значение оценки хотя бы по одному критерию, может приводить к низкому значению всей свертки. Такой тип свертки часто применяется при оценках качества систем, когда нарушение работы одного элемента системы влечет за собой выход из строя всей системы.

Заключение

На основе показателей H_i , K_i , F_i в перспективе будут сформированы алгоритмы формализованного анализа деятельности каждого участника в рамках разработки автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений руководством кафедры вуза. Обобщенный

критерий может быть использован для построения рейтинга эффективности кафедр вуза.

Библиографический список

1. Завалишин Р.И. Разработка обобщенного критерия оценки научной деятельности кафедры и его применение: материалы X всероссийской научно-практической конференции «Современные информационные технологии в науке, образовании и практике» / Р.И. Завалишин – Оренбург: ОГУ, 2012. – С. 323-326.
2. Разработка методики оценки и управления научно-исследовательской деятельностью кафедры вуза : отчет о НИР (итоговый) ; рук. Завалишин Р. И. ; исполн.: Завалишин Р.И. – М., 2012. – 91 с. – № 3072/692-IV-ОЗ
3. Степанов, Ю. С. О проблемах получения рейтинговых оценок деятельности преподавателей, кафедр и факультетов во внутривузовской системе управления качеством образования [Текст] / Ю. С. Степанов, М. И. Рабинович // Университетское управление: практика и анализ. – 2006. – №6(Декабрь). – С. 53.
4. В. Б. Коробов, Организация проведения экспертных опросов при разработке классификационных моделей // Социологические исследования, № 1, 2003

*Руководитель работы кандидат технических наук,
доцент кафедры системного анализа и управления
Гаибова Т.В.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ УРОВНЯ РЕФЛЕКСИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р.Г. Нургалина, Е.А. Ильина

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И.Носова», Россия 455000, Челябинская обл., г.
Магнитогорск, пр. Ленина, д.38
regina_23.90@mail.ru*

Аннотация

В данной статье проводился теоретико-информационный анализ образовательного процесса технического университета. Проведенный теоретико-множественный анализ позволил построить множественную модель образовательного процесса, которая является основой системы принятия решений для измерения уровня рефлексии студента.

DECISION MAKING IN THE MEASUREMENT OF LEVEL REFLECTION IN DISTANCE LEARNING

R.G. Nurgalina, E.A. Ilina

Abstract

In this article held the information-theoretic analysis of the educational process Technical University. Conducted by the set-theoretic analysis allowed the construction of multiple model of the educational process which is the basis of decision-making system for the measurement of student reflection.

Актуальность работы

Развитие общества требует новых подходов к развитию образовательной среды. Модернизация российского образования одним из своих приоритетов выделяет информатизацию образования, главной задачей которой является создание единого информационно-образовательного пространства, рассматривающейся как одно из условий достижения нового качества образования [1, 2]. Информационно-образовательное пространство, в условиях которого осуществляется подготовка студентов, требует навыков самостоятельной работы [3].

Эффективная учебная деятельность невозможна без творческой самореализации, умения самостоятельного усвоения большого количества информации, анализа и преобразования своей деятельности неотъемлемым компонентом которой является рефлексия.

Рефлексия позволяет осознать собственные способы мышления, неэффективность их применения, провести анализ и преобразование собственных действий, что позволяет увидеть результаты своей деятельности и выработать эффективные способы её реализации [4].

Объектом исследования является образовательный процесс в условиях информационной образовательной среды. **Предметом исследования является** информационное, математическое и программное обеспечение образовательного процесса. **Цель работы** – повышения качества образовательного процесса за счет изменения уровня рефлексии.

Задачи исследования

Исходя из цели работы были поставлены следующие задачи:

- теоретико-множественный анализ образовательного процесса технического университета;
- разработка алгоритма для автоматизированной обработки результатов;
- определение уровня рефлексии на основе обработанных данных;
- правила принятия решений о рефлексии студента на основе полученного уровня рефлексии.

Построение дерева целей и задач (рис.1) позволило выполнить теоретико-множественный анализ, который проводился по методике, изложенной в работах [4-8].

В ходе теоретико-множественного анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для образовательного процесса технического университета. Результаты построенной модели приведены на рис. 2.

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$, где x_1 – учебный контент; x_2 – проект анкеты; x_3 (y_2) – результаты анкетирования; y_1 – показатель усвоения учебного контента; y_2 (x_3) – результаты анкетирования; y_3 – решение об уровне рефлексии студентов.



Рис. 1. Дерево цели и задач исследования

На вход множества A_1 подается учебный контент в виде лекционных материалов, электронных ресурсов, практических работ, методических материалов для самостоятельного изучения. После усвоения студентами предложенного контента необходимо принять решение об уровне рефлексии студентов на основе результатов анкетирования. Таким образом, на вход множества A_2 подается проект анкеты, а на вход множества A_3 – результаты анкетирования студентов, и измеряется уровень рефлексии, с помощью системы принятия решений [9].

В основу этой системы положены формализованные в виде нечеткой базы знаний лингвистические высказывания (1).

$$X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\} \rightarrow D \in \{d_1, d_2, \dots, d_{81}\}, \quad (1)$$

где x_1 – уровень рефлексивности;

x_2 – уровень самокритичности;

x_3 – уровень коллективности;

x_4 – уровень автономности.

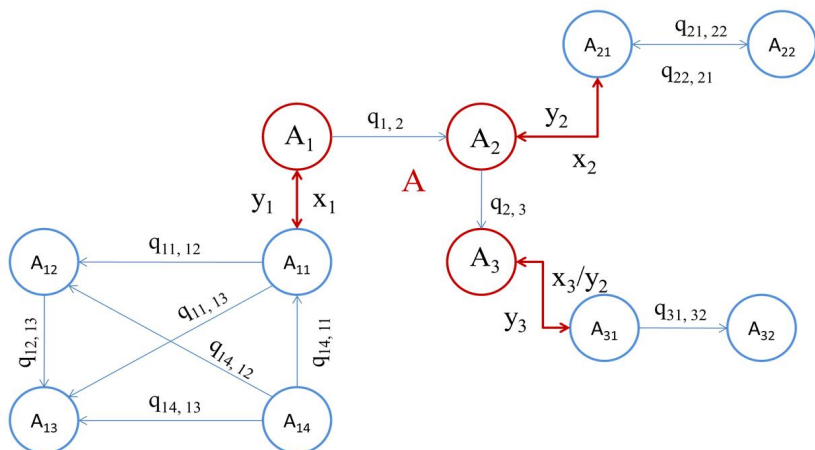


Рис. 2. Множественная модель образовательного процесса

Нечеткая модель представляет собой аппроксимацию зависимости «входы-выход» на основе лингвистических высказываний типа «ЕСЛИ-ТО» и операций нечеткого логического вывода.

Нечеткая модель содержит следующие блоки:

- 1) фаззификатор преобразует фиксированный вектор влияющих факторов в вектор нечетких множеств, необходимых для выполнения нечеткого логического вывода;
- 2) нечеткая база знаний содержит информацию о зависимости в виде лингвистических правил типа «ЕСЛИ-ТО»;
- 3) машина нечеткого логического вывода на основе правил базы знаний определяет значение выходной переменной в виде нечеткого множества, соответствующего нечетким значениям входных переменных;
- 4) дефаззификатор преобразует выходное нечеткое множество в четкое число;
- 5) принятие решений об уровне рефлексии с выдачей рекомендаций по модификации образовательного процесса.

Для нечеткого моделирования зависимости (1) необходимо:

- представить входные (x_1 - x_4) и выходную (y) переменные в виде лингвистических переменных;
- формализовать в виде нечеткой базы знаний экспертные лингвистические высказывания о взаимосвязи входов и выхода;
- обучить нечеткую модель путем настройки функций принадлежности и весов правил с целью минимизации отклонения между результатами моделирования и экспериментальными данными.

Для лингвистической оценки входных переменных будем использовать терм-множества, приведенные в табл. 1.

Терм-множества входных переменных

Переменная	Терм-множества	Функция принадлежности
x ₁	Низкий (Н)	0
	Средний (С)	0,1224x-0,6014
	Высокий (В)	-0,089x+1,724
x ₂	Низкий (Н)	0
	Средний (С)	0,089x-0,47
	Высокий (В)	-0,021x+0,749
x ₃	Низкий (Н)	0
	Средний (С)	0,02x+0,255
	Высокий (В)	0,133x+0,066
x ₄	Низкий (Н)	0
	Средний (С)	0,021x+0,087
	Высокий (В)	0,029x+0,005

Дефаззификация осуществляется по методу центра тяжести и вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu_A(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)} \quad (2)$$

После получения четкого числа и определения полученного уровня рефлексии. Для повышения уровня рефлексии предлагаем рекомендации для изменения траектории учебного процесса и повышения уровня рефлексии табл. 2.

Таблица 2

Рекомендации по модификации учебного процесса

Критерий	Уровень	Решение
Рефлексивность	Низкий	Работа по восприятию и осмыслению учебного материала на лекциях; ведение конспекта лекций; изучение учебной литературы; работа с книгой; работа с автоматизирующими обучающими системами
	Средний	Закрепление знаний путем решения задач, ответов на вопросы; выполнения различных упражнений; проработка материалов по электронным учебникам; анализ конкретных ситуаций; «Метод проектов»
Самокритичность	Низкий	Выполнение упражнений; ответы на вопросы; тестирование; курсовые работы
	Средний	Анализ конкретных ситуаций; «Мозговая атака»; выполнение лабораторных работ; выбор того или иного решения для задачи и обоснование его
Коллективность	Низкий	Лабораторные работы в группах; практические работы в группах; участие в семинарах;

<i>Критерий</i>	<i>Уровень</i>	<i>Решение</i>
	Средний	проведение дискуссий Участие в семинарах; участия в дискуссиях; подготовка рефератов, докладов для выступления; участие в видеоконференциях, форумах, Интернет-конференциях, вебинарах
Автономность	Низкий	Работа с книгой; чтение и доработка конспекта лекций; конспектирование источников; поиск информации в Интернете
	Средний	Работа с электронными библиотеками; участие в конференциях; исследовательская работа; написание статей и тезисов

Заключение

Таким образом, в образовательном процессе рефлексия выступает как средство обратной связи, позволяющее студентам проанализировать собственную деятельность, а преподавателю с помощью системы принятия решений измерить уровень рефлексии и получить соответствующие рекомендации для его повышения.

В работе предложена система принятия решений для измерения уровня рефлексии студентов. В основу метода положена формализация лингвистических высказываний – правил в виде нечеткой базы знаний. Предлагаемые рекомендации позволяют преподавателю скорректировать траекторию образовательного процесса, тем самым повысив уровень рефлексии студентов. Предложенная модель может использоваться при оценивании качества образовательного процесса.

Библиографический список

1. Логунова О.С., Королева В.В. Оценка социального заказа подготовки специалистов в многоуровневой системе образования России. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 5. – С. 43 – 52.
2. Логунова О.С., Королева В.В., Белявский А.Б. Управление подготовкой специалистов в области информационных технологий: компетентностный подход. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 12. – С. 63 – 69.
3. Нургалина Р.Г., Ильина Е.А. Функциональная модель измерения уровня рефлексии // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13) – С. 54-56.
4. Логунова О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т].- Пенза, 2009.- 383 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-5/49.
5. Трапезникова А.С., Логунова О.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского

населения // Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. – Челябинск, Из-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 50 – 54.

6. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.

7. Логунова О.С., Стороженко А.А. Результаты онтологического анализа охлаждения непрерывнолитой заготовки // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: Сб. статей II Международ. научн.-техн. конф. – Пенза, 2008. – С. 174 – 179.

8. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Междунар. научн.-практ. конференции «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, С. 160-164.

9. Ильина Е. А. Информационная образовательная среда в процессе непрерывной опережающей профессиональной подготовки // Высшее образование сегодня: традиции и инновации: Мат-лы междунар. науч. конф. – Караганда: Центр гуманитарных исследований, 2010. – С. 73 – 77.

*Руководитель работы к.п.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Ильиной Е.А.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ КАК СРЕДСТВО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ БУДУЩЕЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Л.В. Смирнова, С.С. Смирнова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет»,
Россия, 455037, Челябинская обл., г.Магнитогорск, пр.Ленина, д. 114
Smirnova20@bk.ru*

Аннотация

В статье обоснована необходимость изучения теории принятия решений, как одного из разделов дискретной математики, в школе. Представлены возможности использования данной дисциплины для осуществления проектной деятельности учащихся.

LEARNING THE BASICS OF DECISION-MAKING AS A WAY OF THE FUTURE OF PROJECT ACTIVITIES STUDENTS

Abstract

In the article the need to study the theory of decision-making as one of the sections of discrete mathematics in the school. Presents the possibility of using the discipline to implement project activities of students.

Представленные результаты могут быть использованы при изучении элементов дискретной математики в школе, а также в проектно-исследовательской деятельности учащихся.

В настоящее время в литературе все чаще и чаще поднимаются вопросы о «проектном обучении», о содержании «проектной деятельности школьников». При организации проектной деятельности учащихся необходимо исходить не только из важности подготовки учащихся к государственной аттестации в форме ЕГЭ, олимпиадной подготовки, но и из удовлетворения индивидуальных образовательных интересов и потребностей учащихся. Сложности в усвоении математики в целом менее всего способствуют развитию этого направления обучения. Но отдельные ее главы можно вполне использовать для определения и реализации проектов. Особое место занимает при этом теория нечетких множеств, как один из разделов дискретной математики. Нечеткая математика получила широкое применение в теории принятия решений в условиях нечеткости и неопределенности. Если аспекты применения данной теории в искусственном интеллекте, сложны и могут быть представлены школьникам лишь в ограниченном, начальном объеме, то применение теории нечетких множеств при принятии решений будет весьма доступно и полезно для их дальнейшей практической деятельности в различных отраслях производства и экономики. Поэтому представленному направлению использования теории нечетких множеств должно быть уделено достаточно серьезное внимание.

Отдельные главы теории нечетких множеств позволяют не только реализовывать проектное направление, но и осуществлять межпредметные проекты. Так знание различных способов принятия решений позволяют реализовывать проекты, осуществляющие возможность выбора альтернатив в различных сферах человеческой деятельности с использованием ИКТ на основе электронных таблиц. Изучение элементов теории нечетких множеств логически приводит к проектам, связанным с экономическими задачами, многие алгоритмы принятия решений, доступные для восприятия школьников, приводят к совместным проектам с информатикой. В предлагаемой статье мы не ставим перед собой цели определения содержания курса теории нечетких множеств. Тем более что это

было сделано в работе [1]. В этой статье разработана программа элективного курса «Введение в теорию нечетких множеств», определены его цели и задачи, разработано тематическое планирование. Но, с нашей точки зрения, в представленном элективном курсе уделено неоправданно мало внимания алгоритмам принятия решений в условиях нечеткости и неопределенности. Простота этих алгоритмов, универсальность их применения к различным видам деятельности дают широкие возможности для осуществления проектной деятельности учащихся.

Наиболее полная модель задачи принятия решения предложена в [2]. Это упорядоченное множество $\langle t, X, R, A, F, G, D \rangle$, где t – постановка задачи выбора наилучшей альтернативы, X – множество допустимых альтернатив, R – множество критериев оценки достижения поставленных целей, A – множество шкал измерения, F – соответствие допустимых альтернатив множеству критериальных оценок, G – система предпочтений решающего элемента, D – правило, отражающее систему предпочтений.

В школьном курсе не представляется возможным изучение всех типов задач принятия решений. Анализ литературы позволил выбрать некоторые задачи, алгоритмы решения которых доступны школьникам после введения понятия «матрица» и операций над матрицами. К этим задачам можно отнести задачу принятия решения на основе отношения предпочтения, заданного на множестве альтернатив одним экспертом, группой экспертов, снабженных весовыми коэффициентами или с введенным на множестве экспертов отношением предпочтения, также вполне возможно изучение метода анализа иерархий.

Рассмотрим вкратце алгоритмы решения представленных задач [3].

Задача принятия решения с одним экспертом

Задано множество возможных решений или альтернатив $U = \{u_1, \dots, u_n\}$ и нечеткое отношение нестрогого предпочтения (НОП) R на множестве U с функцией принадлежности $\mu_R(u_i, u_j) \in [0, 1]$. Причем в роли R может выступать любое рефлексивное нечеткое отношение на U такое, что $\mu_R(u_i, u_i) = 1$ для всех $u_i \in U$.

НОП задается обычно лицом, принимающим решение в результате опроса экспертов, обладающих знаниями или представлениями о содержании или существе задачи, которые не были формализованы в силу чрезмерной сложности такой формализации или по другим причинам.

Для любой пары альтернатив $u_i, u_j \in U$ значения $\mu_R(u_i, u_j)$ понимается как степень предпочтения " u_i , не хуже u_j " в записи $u_i \geq u_j$. Равенство $\mu_R(u_i, u_j) = 0$ может означать как-то, что $\mu_R(u_i, u_j) > 0$, то есть с по-

ложительной степенью выполнено "обратное" предпочтение $u_j \geq u_i$, так и то, что и $\mu_R(u_i, u_j) = 0$, то есть альтернативы u_j и u_i несравнимы. Рефлексивность НОП отражает тот естественный факт, что любая альтернатива не хуже самой себя.

Задача принятия решения заключается в рациональном выборе наиболее предпочтительных альтернатив из множества U , на котором задано нечеткое отношение предпочтения R .

Алгоритм решения задачи:

1. Строится нечеткое отношение строгого предпочтения R^S , ассоциированное с R , определяемое функцией принадлежности

$$\mu_{R^S}(u_i, u_j) = \begin{cases} \mu_R(u_i, u_j) - \mu_R(u_j, u_i), & \mu_R(u_i, u_j) > \mu_R(u_j, u_i), \\ 0, & \mu_R(u_i, u_j) \leq \mu_R(u_j, u_i). \end{cases}$$

Это отношение может быть представлено в виде $R^S = R \setminus R^T$, где R^T - "обратное" отношение (матрица отношений R^T получается транспонированием матрицы отношений R).

2. Строится нечеткое подмножество $U_R^{nd} \subset U$ недоминируемых альтернатив, ассоциированное с R и включающее те альтернативы, которые не доминируются никакими другими, определяемое функцией принадлежности

$$\mu_R^{nd}(u_i) = \min_{u_j \in U} \{1 - \mu_R^S(u_j, u_i)\} = 1 - \max_{u_j \in U} \{\mu_R^S(u_j, u_i)\}, u_i \in U.$$

Для любой альтернативы $u_j \in U$ значение $\mu_R^{nd}(u_i)$ понимается как степень недоминируемости этой альтернативы, то есть степень, с которой u_i не доминируется ни одной из альтернатив множества U ; $\mu_R^{nd}(u_i) = \alpha$ означает, что никакая альтернатива u_j не может быть лучше u_i со степенью доминирования большей α ; иначе говоря, u_i может доминироваться другими альтернативами, но со степенью не выше $1 - \alpha$. Рациональным естественно считать выбор альтернатив, имеющих по возможности большую степень принадлежности множеству U_R^{nd} .

3. Выбирается та альтернатива u^* , для которой значение $\mu_R^{nd}(u^*)$ максимально:

$$u^* = \arg \max_{u_i \in U} \mu_R^{nd}(u_i).$$

Она и дает решение задачи. Если наибольшую степень недоминируемости имеет не одна, а несколько альтернатив, то ЛПР может, либо сам выбирать одну из них, исходя из каких-либо дополнительных соображений, либо расширить круг экспертов при формировании исходных данных задачи и повторить ее решение. На основе предложенного алгоритма ученикам предлагается решить задачу 1 – осуществить алгоритм принятия решения одним экспертом, разработав при этом электронные таблицы в пакете Excel. При этом ученик должен выбрать сравниваемые альтернативы. Поработав с дополнительной литературой, найти наиболее важные критерии сравнения альтернатив, выделить основные характеристики. Считая выбранные характеристики равнозначными, необходимо составить таблицу сравнений, с помощью которой определяется матрица отношения предпочтения альтернатив. Причем изменения в таблице должны повлечь за собой автоматически изменения в матрице. Число альтернатив и число критериев сравнения определяется самостоятельно. Если задача не приводит к решению, то пересматривается множество выбранных критериев. Необходимо добиться того, чтобы множество критериев было независимым и достаточно полным – *рис. 1*. Таким образом, решается задача принятия решения одним экспертом, в которой экспертом выступает сам ученик.

Задача принятия решения с группой экспертов, характеризуемых весовыми коэффициентами

На множестве всевозможных решений или альтернатив $U = \{u_1, \dots, u_n\}$ задано несколько нечетких отношений нестрогого предпочтения (НОП) R_k получены в результате опроса каждого эксперта и заполнении матрицы нечеткого отношения нестрогого предпочтения (НОП) R_k , каждый элемент которой есть значение функции принадлежности $\mu_R(u_i, u_j)$, выражающее степень предпочтительности альтернативы u_i , по сравнению с u_j . При $\mu_R(u_i, u_j) > 0$ u_i предпочтительнее, чем u_j ; если же $\mu_R(u_i, u_j) = 0$, то либо первая альтернатива хуже второй, либо они несравнимы. ЛПР по-разному относится к экспертам, что находит отражение в весовых коэффициентах λ_k (где $0 \leq \lambda_k \leq 1$, $\sum \lambda_k = 1$), соответствующее каждому из них.

Имя эксперта		Критерии сравнения												
1	Иванов Иван Иванович	И1	1. Цена											
2	Петров Петр Петрович	И2	2. Надежность											
3	Сидоров Сергей Сергеевич	И3	3. Срок службы											
4	Климов Александр Александрович	И4	4. Наличие дополнительных функций											
5	Мухоморов Михаил Михайлович	И5	5. Типовые условия											

№	Имя эксперта	Иванов				Петров				Сидоров				Климов				Мухоморов				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Иванов	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Петров	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Сидоров	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Климов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Мухоморов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Рис. 1. Задача принятия решения одним экспертом

Алгоритм решения задачи:

1. Строится свертка P отношений как пересечение нечетких отношений нестрогого предпочтения экспертов $P = \cap P_k(u_i, u_j) = \min\{\mu(u_i, u_j)\}$; таким образом, получается новое нечеткое отношение нестрогого предпочтения. Далее с НОП ассоциируется отношение строгого предпочтения $P^S = P \setminus P^T$, с функцией принадлежности μ_P^S .

$$\mu(P^S, u_i, u_j) = \begin{cases} \mu(P, u_i, u_j) - \mu(P, u_j, u_i), & \text{если } \mu(P, u_i, u_j) > \mu(P, u_j, u_i); \\ 0, & \text{если } \mu(P, u_i, u_j) \leq \mu(P, u_j, u_i). \end{cases}$$

Далее определяется множество недоминирующих альтернатив $U(P^S; nd)$ с функцией принадлежности

$$\mu_P^S(nd, u_i) = 1 - \max_j \{\mu_P^S(nd, u_j)\}$$

2. Строим выпуклую свертку Q отношений R_k , которая определяется как

$$Q = \sum_k \lambda_k R_k, \quad \mu_Q(u_i, u_j) = \sum_k \lambda_k \mu_{R_k}(u_i, u_j).$$

Построенная свертка является новым НОП, с которым ассоциируется его отношение строгого предпочтения Q^S и множество недоминируемых альтернатив U_Q^{nd} . Множества $U(P^S, nd)$ и $U(Q^S, nd)$ несут дополняющую друг друга информацию о недоминируемости альтернатив.

3. Рассматривается пересечение полученных множеств $U(P, nd)$ и $U(Q, nd)$ с функцией принадлежности

$$\mu^{nd}(u_i) = \min\{\mu_P^{nd}(u_i), \mu_Q^{nd}(u_i)\}$$

4. Выбирается та альтернатива u^* , для которой значение $\mu^{nd}(u^*)$ максимально:

$$u^* = \arg \max \mu^{nd}(u_i), u_i \in U.$$

Задача 2 основана на алгоритме принятия решения группой экспертов. Она позволяет организовать групповую работу среди учеников. Каждый участник группы является экспертом, который на основе решения задачи 1 составляет свою матрицу отношения предпочтения на множестве альтернатив. Далее руководитель группы оценивает компетентность каждого эксперта по 10-бальной шкале, нормирует полученный вектор и получает вес каждого эксперта. Задача на основе электронных таблиц, составленных учениками, решается по алгоритму, приведенному выше – *рис. 2*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	эксперт	оценка	λ_i					1	0	0,2	0			1	0,29375	0,46875	0,53125
2		1	2	0,125			MR=	0	1	0	0,5		MQ=	0,53125	1	0,58125	0,675
3		2	3	0,1875				0,5	0	1	0,1			0,5	0,53125	1	0,64375
4		3	5	0,3125				0,5	0,5	0	1			0,6875	0,5	0,46875	1
5		4	6	0,375													
6		Σ	16	1				1	0	0,5	0,5			1	0,53125	0,5	0,6875
7							MRT=	0	1	0	0,5		MQT=	0,29375	1	0,53125	0,5
8								0,2	0	1	0			0,46875	0,58125	1	0,46875
9		1	1	0,2	0,4			0	0,5	0,1	1			0,53125	0,675	0,64375	1
10	R1=	0	1	0,8	0,6									0	0	0	0
11		0,5	0,5	1	1			0	0	0	0			0,2375	0	0,05	0,175
12		0,5	0,5	1	1		MRS=	0	0	0	0			0,03125	0	0	0,175
13								0,3	0	0	0,1			0,15625	0	0	0
14		1	0	0,2	0,9			0,5	0	0	0						
15	R2=	1	1	0,9	0,5												
16		0,5	0,5	1	1		max=	0,5	0	0	0,1		max=	0,2375	0	0,05	0,175
17		0,5	0,5	0	1		UndR=	0,5	1	1	0,9		UndQ=	0,7625	1	0,95	0,825
18																	
19		1	0,3	0,7	1												
20	R3=	0,5	1	1	0,9					Und=	0,5	1	0,95	0,825			
21		0,5	0	1	0,1												
22		0,5	0,5	0,5	1												
23																	
24		1	0,2	0,5	0												
25	R4=	0,5	1	0	0,6												
26		0,5	1	1	0,8												
27		1	0,5	0,5	1												

Рис. 2. Задача принятия группой экспертов

В задаче 3 каждый участник группы получает нечеткое множество недоминируемых альтернатив на основе задачи 1, заполняется матрица M_ϕ . Руководитель группы задает отношение нечеткого предпочтения на множестве экспертов и на основе матрицы этого отношения решается задача выбора альтернативы. При решении используется максиминное произведение матриц. Решение задачи также проводится в электронных таблицах, делает возможность использовать их при решении других за-

дач. Ученики всякий раз наблюдают за тем, как меняется предпочтительная альтернатива – рис. 3.

При решении задач 1 – 3 учениками делается вывод о том, что увеличение количества экспертов приводит к более точному коллегиальному решению. Но все представленные алгоритмы не учитывают степень важности критериев, которая у каждого эксперта будет своя. Тем самым мы приходим к необходимости введения метода анализа иерархий.

Методом, учитывающим приоритет критериев сравнения, является метод анализа иерархий [4].

Основные этапы принятия решения с помощью МАИ следующие:

- построение иерархии рассматриваемой проблемы,
- парное сравнение компонент иерархии,
- математическая обработка полученных суждений.

Иерархия – система, состоящая из подсистем, функционирующих как целое на одном уровне и являющихся частями системы более высокого уровня, ставшаясь подсистемами этой системы.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
2		Критерии:																					
3		1. Профессионализм																					
4		2. Объективность																					
5		3. Надежность																					
6		4. Отношение к работе																					
7																							
8																							
9																							
10		U1				U2				U3				U4									
11		U1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
12		U2	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	
13		U3	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	
14		U4	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15																							
16																							
17			1	0,5	0,5	0,5				0,5	0,5	0,4	0,7				0,5	0,5	0	0			
18		M_N	0,5	1	0,5	0,75				0,5	0,7	0,3	0,7				M_O	0,5	0,7	0,2	0,9		
19			0,75	0,5	1	0,5				0	0,2	0,6	0,9					0,4	0,3	0,6	0,4		
20			0,75	0,50	1	1				0	0,9	0,4	0					0,7	0,7	0,9	0		
21																							
22			0,5	0,50	0,5	0,50					0,50	0,50	0,50	0,50				0,50	0,50	0,50	0,50		
23		$M_O^T \& M_N$	0,75	0,70	0,9	0,90					0,50	0,90	0,60	0,90				0,50	0,90	0,50	0,70		
24			0,6	0,50	0,6	0,50					0,50	0,50	0,60	0,60				0,50	0,60	0,60	0,60		
25			0,75	0,70	0,9	0,70					0,50	0,70	0,60	0,90				0,50	0,90	0,60	0,90		
26																							
27			0	0	0	0																	
28		M_T^S	0	0	0,1	0,2																	
29			0	0	0	0																	
30			0	0	0	0																	
31		max	0	0	0,1	0,2																	
32																							

Рис. 3. Задача принятия решения на основе отношения предпочтения на множестве экспертов

В наиболее элементарном виде иерархия строится с вершины (целей – с точки зрения управления), через промежуточные уровни (критерии, от которых зависят последующие уровни) к самому низкому уровню (который обычно является перечнем альтернатив).

Существуют несколько видов иерархий. Доминантные иерархии – иерархии с основой в вершине (похожи на перевернутое дерево). Холлархии – доминантные иерархии с обратной связью. Китайский ящик (или модулярные иерархии) – иерархия, растущая в размерах от про-

стейших элементов (внутренние ящики) ко все более крупным совокупностям (внешние ящики).

Иерархия называется полной, если каждый элемент заданного уровня функционирует как критерий для всех элементов нижестоящего уровня, в противном случае иерархия неполная.

Построение иерархии исходит из естественной способности людей думать логически и творчески, определять события и устанавливать отношения между ними и опирается, таким образом, на принцип идентичности и декомпозиции. На практике не существует установленной процедуры генерирования целей, критериев и видов деятельности для включения в иерархию.

В МАИ элементы задачи сравниваются попарно по отношению к их воздействию («весу» или «интенсивности») на общую для них характеристику. Полученные парные сравнения составляют массив чисел, который оформляется в виде матрицы. Сравнивая набор составляющих проблемы друг с другом, получаем квадратную матрицу. Матрица должна быть обратносимметричной.

Пусть $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – множество из n элементов и $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ –соответственно их веса, или интенсивности. С использованием МАИ сравнивается вес, или интенсивность, каждого элемента с весом, или интенсивностью, любого другого элемента множества по отношению к общему для них свойству или цели. Сравнение весов можно представить в виде матрицы:

	A_1	A_2	A_3	...	A_n
A_1	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$...	$\frac{w_1}{w_n}$
A_2	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$...	$\frac{w_2}{w_n}$
A_3	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$...	$\frac{w_3}{w_n}$
...
A_n	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	$\frac{w_n}{w_3}$...	$\frac{w_n}{w_n}$

Так как $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ неизвестны заранее, то попарные сравнения элементов производятся с использованием субъективных суждений, численно оцениваемых по шкале – *табл. 1*.

Когда проблема представлена иерархически, матрица составляется для сравнения относительной важности критериев на втором уровне по отношению к общей цели на первом уровне. Подобные матрицы должны быть построены для парных сравнений каждой альтернативы на третьем уровне по отношению к критериям второго уровня и т.д. Матрица составляется, если записать сравниваемую цель (или критерий) вверху и перечислить сравниваемые элементы слева и сверху. Критерии второго уров-

ня необходимо сравнить попарно по отношению к общей цели первого уровня.

Таблица 1

Шкала сравнений

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство одного над другим
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями
Обратные величины приведенных ниже чисел	Если при сравнении одного параметра с другим получено одно из вышеуказанных чисел, то при сравнении второго параметра с первым получим обратную величину

Сравнение начинают с левого элемента матрицы, и определяется насколько он важнее, чем второй. При сравнении элемента с самим собой отношение равно единице. Если первый элемент важнее, чем второй, то используется целое число из шкалы, в противном случае используется обратная величина. В любом случае обратные друг к другу отношения заносятся в симметричные позиции матрицы. Поэтому матрицы всегда будут положительными и обратносимметричными, для заполнения которых необходимо произвести только $n(n-1)/2$ суждений, где n – общее число сравниваемых элементов.

Итак, при заполнении матрицы следует руководствоваться правилами:

Правило 1. Если $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.

Правило 2. Если суждения таковы, что C_i имеет одинаковую с C_j относительную важность, то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$, в частности $a_{ii} = 1$ для всех i .

Правило 3. Все ячейки матрицы заполняются значениями одной и той же шкалы.

Для получения результатов, соответствующих действительности в методе анализа иерархий рекомендуется проверять согласованность заполняемых матриц.

Под согласованностью матрицы понимается ее численная (кардинальная $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$) согласованность и транзитивная (порядковая согласованность). Совершенной согласованности трудно достичь при изме-

рении даже наиболее точными инструментами на практике, поэтому нужен способ оценки согласованности. Если при вычислении отклонений от согласованности они будут превышать допустимые пределы, то суждения требуется перепроверить.

Вычисление индекса согласованности (ИС).

1. Суммируется каждый столбец суждений.
2. Сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма второго столбца на вторую компоненту и т.д.
3. Полученные числа суммируются. Их сумма обозначается λ_{\max} .

$ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$, где n – число сравниваемых элементов.

4. Отношение согласованности $ОС = \frac{ИС}{СС}$. Случайные согласованности для матриц разного порядка выбираются из *табл. 2*.

Величина ОС должна быть порядка 10% или меньше, чтобы быть приемлемой. В некоторых случаях можно допустить 20%, но не более. В задачах, требующих очень точных результатов (вопрос применения лекарств, выбора лечения и т.д.) необходимо стремиться к высокому уровню согласованности. В задачах же не столь строгих можно ограничиться малой согласованностью.

Если ОС выходит из этих пределов, то участникам нужно дополнительно исследовать задачу и проверить свои суждения.

Таблица 2

Случайные согласованности

	Размер матрицы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Вычисление локальных приоритетов

По заполненным матрицам парных сравнений критериев при последующей математической обработке формируются векторы приоритетов, выражающие относительную силу, величину, желательность, «ценность» каждого отдельного объекта.

Вектор приоритетов – нормализованный главный собственный вектор матрицы. Такие векторы необходимо вычислить для каждой матрицы, причем вычисления можно произвести пятью различными способами:

1. Суммировать элементы каждой строки и нормализовать делением каждой суммы на сумму всех элементов; сумма полученных результатов будет равна единице. Первый элемент результирующего вектора будет приоритетом первого объекта, второй – второго объекта и т.д.

2. Суммировать элементы каждого столбца и получить обратные величины этих сумм. Нормализовать их так, чтобы их сумма равнялась единице, разделить каждую обратную величину на сумму всех обратных величин.

3. Разделить элементы каждого столбца на сумму элементов этого столбца (т.е. нормализовать столбец), затем сложить элементы каждой полученной строки и разделить эту сумму на число элементов строки. Это – процесс усреднения по нормализованным столбцам.

4. Умножить n элементов каждой строки и извлечь корень n -ой степени. Нормализовать полученные числа.

5. Возводить матрицу в произвольно большие степени. Вычислять суммы элементов строк и нормализовать полученные суммы.

Наиболее точным является последний способ. Однако без соответствующей компьютерной поддержки он представляет определенную трудность. На практике предпочтительнее третий способ.

Синтез приоритетов.

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня вниз. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует этот элемент. (Каждый элемент второго уровня умножается на единицу, т.е. на вес единственной цели самого верхнего уровня.) Это дает составной, или глобальный приоритет того элемента, который затем используется для взвешивания локальных приоритетов элементов, сравниваемых по отношению к нему как к критерию и расположенных уровнем ниже. Процедура продолжается до самого нижнего уровня. Справедлива

Теорема. Пусть H -полная иерархия с наибольшим элементом b и h -уровнями. Пусть B_k -матрица, приоритетов k -уровня ($k=2, \dots, h$). Если W' - вектор приоритетов p -уровня относительно искомого Z из $(p-1)$ -уровня. Тогда W вектор приоритетов q - уровня относительно p - уровня ($q > p$) находится по формуле

$$W = B_q \cdot B_{q-1} \cdot \dots \cdot B_2 \cdot W', \text{ где } q > 1.$$

В случае если $q = h$, справедлива формула

$$W = B_h \cdot B_{h-1} \cdot \dots \cdot B_2 \cdot W'.$$

На основе метода анализа иерархий ученикам предлагается решить задачу 4: сформулировать критерии оценка качеств руководителя группы и выбрать руководителя, составив для этого электронные таблицы.

В результате решения предложенных задач ученики разрабатывают пакет электронных таблиц, позволяющих решать задачу выбора одним экспертом и группой экспертов. На основе разобранных алгоритмов можно предложить разработать следующие проекты:

1. Создание экспертной системы выбора, как конкретного вида товара (ноутбука, телефона, стиральной машины и т. п.), так и универсальной экспертной системы.
2. Создание экспертной системы, учитывающей систему предпочтений на множестве характеристик товара с предварительным опросом покупателя для выяснения степени важности критериев.
3. Создание экспертной системы выбора старосты класса, президента комитета учащихся школы и т.п.

При разработке представленных проектов и многих других на основе теории принятия решений может быть задействован, как отдельный ученик, так и группа учеников с различными интересами от психологии (разработка тестов, оценивающих качества кандидатов), до информатики (разработка компьютерных программ). Немаловажным является и практическое приложение разработанных универсальных таблиц и программ, осуществляющих решение задачи выбора альтернатив.

В предлагаемой статье представлены лишь некоторые возможности использования теории принятия решений в проектно-исследовательской деятельности учащихся. Но даже в таком малом освещении просматриваются разнообразные возможности предлагаемого курса:

- 1) междисциплинарная интеграция, содействующая становлению целостного мировоззрения;
- 2) обучение через опыт и сотрудничество;
- 3) учет индивидуальных особенностей и потребностей учащихся;
- 4) интерактивность (работа в малых группах, ролевые игры, имитационное моделирование, тренинги, метод проектов).

При изучении данных тем следует обратить внимание на методы поискового и исследовательского характера, стимулирующим познавательную активность учащихся и развивающим навыки самостоятельной работы. Так для выработки критериев сравнения альтернатив, оценки их важности должны присутствовать:

- групповая работа с научным текстом с последующим коллективным анализом для определения основных характеристик альтернатив;
- работа в библиотеке: подбор литературы по заданной теме с помощью каталогов;
- работа в компьютерном классе, использование электронных энциклопедий и справочников, использование поисковых серверов Интернет для подбора информации;
- публичные выступления по заданной проблеме.

Представленные задачи и их программное сопровождение ориентированы не только на углубленное изучение теоретического материала,

но и на развитие индивидуальных способностей учащихся, познавательной активности и раскрытие их творческого потенциала.

Библиографический список

1. Смирнова Л.В., Салихова Г.Р. Разработка элективного курса «Введение в теорию нечетких множеств» для учащихся старших классов// Педагогические аспекты математического образования: сб. науч. Тр./ Под ред. П.Ю. Романова – Вып.8. Магнитогорск: МаГУ, 2011 – С.127-144.
2. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры моделей. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
3. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. – Липецк: ЛЭГИ, 2000, – 139 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Логуновой О.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Т. А. Степаненко^{}, М. Ю. Зарубин^{**}, Е. А. Ильина^{*}*

^{}ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

*^{**}РГКП «Рудненский индустриальный институт»*

Казахстан, г. Рудный

Аннотация

Адаптивная система – это система, которая сохраняет работоспособность при различных изменениях свойств управляемого объекта (в данном случае – изменение личных качеств, и уровней начальной подготовки студента), целей управления (повышение эффективности образовательного процесса в условиях дистанционного обучения, адаптация учебного процесса под конкретного студента) или окружающей среды (другой преподаватель, другой курс обучения и т.д.) путем смены алгоритма функционирования, программы поведения или поиска оптимальных, в некоторых случаях просто эффективных, решений и состояний.

THE SET-THEORETIC ANALYSIS OF THE MODEL OF INTELLECTUAL SYSTEM ADAPTIVE LEARNING

T. A. Stepanenko, M. U. Zarubin, E.A. Ilyina

Abstract

Adaptive system – a system that keeps working with various changes of properties managed object (in this case refers to the change of personal qualities and levels of initial training of the student), management objectives (improving the efficiency of the educational process in e-learning, adapting the school process for a particular student) or the environment (another teacher, another course of study, etc.) by changing the algorithm of operation, the program behavior, or search for the best, in some cases, simply efficient, decisions and conditions.

Актуальность работы

Современные разработки в области информатизации в различных сферах деятельности постоянно усложняются. Стремление человека автоматизировать множество процессов, в том числе и обучение, ведет к более глубокому изучению новых технологий. Например, автоматизация с использованием нейронных самообучающихся технологий, которые на современном этапе более углубленно изучается человеком, ведет к более удобному процессу работы, позволяющему учесть факторы, ранее не использовавшиеся в информационных системах. Это позволяет разрабатывать автоматизированные системы управления, самообучающиеся системы, предназначенные для целенаправленного ведения различных процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной информацией. Так, если проанализировать современные информационные технологии обучения, можно сделать вывод, что в процессе их создания, на данном этапе, не учитываются индивидуальные особенности личности студентов, а это является важным критерием процесса обучения. На основе этого фактора принято решение о разработке адаптивной системы обучения, основывающейся на использовании нечетких самообучающихся нейронов.

Традиционно, по способу адаптации различают самонастраивающиеся, самообучающиеся и самоорганизующиеся системы. В данном случае рассматривается самообучающаяся система, интеллектуальная система адаптивного обучения, рассчитанная на студентов технического ВУЗа.

Предметом исследования является образовательный процесс ВУЗа на примере технических специальностей.

Цель исследования – повышение эффективности образовательного процесса в ВУЗе в условиях дистанционного обучения.

Для достижения поставленной цели определены следующие ***задачи исследования:***

1. ***Теоретико-множественный анализ системы обучения.*** Изучение предметной области, выделение множеств и подмножеств и выявление их взаимосвязей;

2. ***Выявление индивидуальных особенностей студентов и уровней их подготовки.*** Классификация уровней подготовки студентов; разработка вопросов для выявления индивидуальных способностей (эмоци-

ональная устойчивость, свойство экстра – интроверсии, ответственность, коммуникабельность, скорость восприятия информации); разработка вопросов для выявления уровня подготовки студентов перед адаптивным тестированием;

3. *Выявление взаимосвязей между индивидуальными способностями студентов и уровнями их подготовки.* Выявление закономерностей влияния индивидуальных характеристик студента на его образовательную подготовку; разработка адаптивных тестов с учетом индивидуальных способностей и уровней подготовки;

4. *Разработка модели самообучающейся системы адаптивного обучения.* Структура нейросети, наличие обратных связей;

5. *Разработка алгоритмов и программного обеспечения для самообучающейся системы.* Разработка экспериментальной базы, проведение экспериментальных исследований алгоритма обучения нейросети интеллектуальной системы; разработка программного обеспечения интеллектуальной системы;

Результаты реализации решения задачи

В ходе теоретико-множественного анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для модели интеллектуальной системы адаптивного обучения. Результаты построения модели приведены на рис.1:

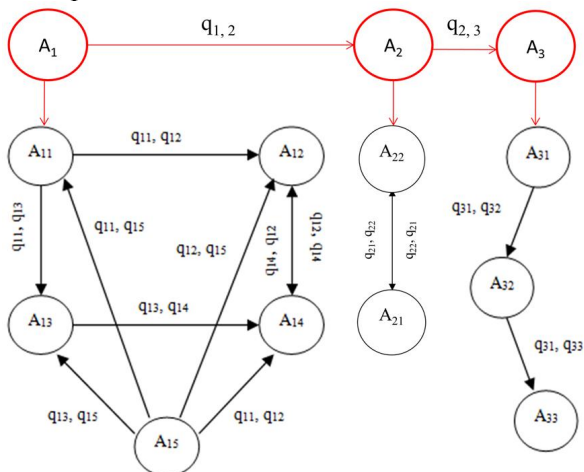


Рис. 1. Объектно-множественная модель интеллектуальной системы адаптивного обучения

Для углубленного анализа предмета исследования необходимо описать множественное представление объекта исследования.

Объект исследования: система образования (A):

$$A = \{A_1 + A_2 + A_3\},$$

где A_1 – информационное обеспечение; A_2 – программное обеспечение; A_3 – математическое обеспечение.

В таблице 1 представлено описание объектов множественной Таблица 1

Объекты множественной модели адаптивного модели.

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление обучения студентов
A_1	A_{11}	Библиотечные ресурсы	<pre> graph TD A15((A15)) -- q11, q12 --> A11((A11)) A15 -- q11, q12 --> A12((A12)) A15 -- q13, q15 --> A13((A13)) A15 -- q11, q12 --> A14((A14)) A11 -- q11, q12 --> A12 A13 -- q13, q14 --> A14 A12 -- q12, q15 --> A14 A14 -- q14, q15 --> A12 A13 -- q11, q13 --> A11 A14 -- q14, q15 --> A12 </pre>
	A_{12}	Электронные ресурсы	
	A_{13}	Содержание входного контроля	
	A_{14}	Содержание промежуточного контроля	
	A_{15}	Нормативно-управляющие документы	
A_2	A_{21}	Модуль на основе нейросети	<pre> graph LR A21((A21)) -- q21, q22 --> A22((A22)) A22 -- q22, q21 --> A21 </pre>
	A_{22}	Общесистемное программное обеспечение	
A_3	A_{31}	Модель мониторинга входного и промежуточного контроля	<pre> graph TD A31((A31)) -- q31, q32 --> A32((A32)) A32 -- q31, q33 --> A33((A33)) </pre>
	A_{32}	Алгоритм расчета параметров адаптивного обучения	
	A_{33}	Оценка эффективности модели адаптивного обучения	

Все описанные объекты образовательного процесса взаимодействуют между собой посредством управляющих связей. Описание управляющих взаимосвязей между объектами образовательного процесса:

q_{11,12} – взаимодействие библиотечных ресурсов и электронных ресурсов. МГТУ использует электронно-библиотечную систему «Лань», предоставляющую онлайн-доступ к электронным версиям учебных изданий, собранных в тематические пакеты;

q_{12,14} – взаимодействие электронных ресурсов и содержания адаптивных тестов (на основе материалов, зарегистрированных в Информрегистре, создаются адаптивные тестовые вопросы);

q_{11,13} – взаимодействие библиотечных ресурсов и содержания входного контроля (ресурсы образовательного портала включают ссылки на электронный каталог, что позволяет студенту выполнять поиск необходимых источников);

q_{15,11} – взаимодействие нормативно-управляющих документов и библиотечных ресурсов (СМК-Н-СМГТУ-38-07 Учебная и учебно-методическая литература);

q_{15,12} – взаимодействие нормативно-управляющих документов и электронных ресурсов (СМК-О-СМГТУ-34-07 Учебно-методический комплекс дисциплины);

q_{15,13} – взаимодействие нормативно-управляющих документов и содержания первоначальных тестов (СМК-О-СМГТУ-33-07 О промежуточной аттестации);

q_{15,14} – взаимодействие нормативно-управляющих документов и содержания адаптивных тестов, (СМК-О-СМГТУ-37-07 О текущей аттестации студентов);

q_{13,14} – взаимодействие первоначальных тестов и адаптивных тестов. На основе результатов первоначальных тестов составляются адаптивные тесты, направленные на определенного студента;

q_{21,22} – взаимодействия общесистемного программного обеспечения и модуля на основе нейросети;

q_{31,32} – взаимодействие расчета времени тестирования и расчета результатов первоначального тестирования;

q_{31,33} – взаимодействие расчета времени тестирования и расчета результатов адаптивного тестирования.

В табл/ 2 описаны основные свойства элементов множественной модели. Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$; x_1 – учебный контент; x_2 – определение уровня подготовки студентов и их индивидуальных способностей; x_3 (y_2) – адаптивное тестирование; y_1 – показатель усвоения учебного контента; $y_2(x_3)$ – результаты тестирования; y_3 – решение о назначении определенных тестов.

Таблица 2

Свойства объектов множественной модели адаптивного обучения студентов

Объект	Свойство	Описание свойства
A_{11}	Z_{11}	Z_{111} = «Научно-техническая литература»; Z_{112} = «Учебная литература».
A_{12}	Z_{12}	Z_{121} = «Электронные учебники»; Z_{122} = «Электронные пособия»; Z_{123} = «Электронная справочная литература».
A_{13}	Z_{13}	Z_{131} = «Тестовые вопросы входного контроля».
A_{14}	Z_{14}	Z_{141} = «Тестовые вопросы адаптивного контроля».
A_{15}	Z_{15}	Z_{151} = «Основы законодательства»; Z_{152} = «Кодексы»; Z_{153} = «Законы»; Z_{154} = «Стандарты»; Z_{155} = «Приказы»; Z_{156} = «Акты».
A_{21}	Z_{21}	Z_{211} = «Операционные системы»; Z_{212} = «Антивирусные программы»; Z_{213} = «Системы программирования».
A_{22}	Z_{22}	Z_{224} = «Системы автоматического проектирования»; Z_{225} = «Справочно-информационные системы»; Z_{225} = «Системы управления базами данных»;
A_{31}	Z_{31}	Z_{311} =«Студенты»; Z_{312} =«Определение уровня подготовки»; Z_{313} =«Определение индивидуальных способностей»; Z_{314} = «Тестовый модуль»
A_{32}	Z_{32}	Z_{321} =«Баллы полученные за тест» Z_{322} =«Категории баллов» Z_{323} =«Подбор адаптивных тестов на основе категории баллов»
A_{33}	Z_{33}	Z_{331} = «Уровень студента при первоначальном тестировании» Z_{332} = «Уровень студента при адаптивном тестировании» Z_{333} = «Сравнительный анализ уровней студента»

На вход множества A_1 подается учебный контент в виде библиотечных ресурсов на самостоятельное изучение. После усвоения

студентами учебного контента необходимо провести первоначальное тестирование для определения уровня подготовки студентов и выявления их индивидуальных характеристик. Таким образом, на вход множества A_2 подается результат первоначального тестирования, а на вход множества A_3 – результат адаптивного тестирования студента, и принимается решение об оценке студента.

Заключение

На основе теоретико-множественного анализа образовательного процесса технического университета в работе было выполнено определение основных объектов процесса; выявлен состав объектов рассматриваемого процесса; показана структура исследуемых объектов; выделены свойства этих объектов; определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами.

Наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить информационное моделирование и определить форму и средства представления модели.

Теоретико-множественный анализ проводился по методике, изложенной в работах [1-5].

Библиографический список

1. Ильина Е. А. Автоматизированная обучающая система «Обучение и Тестирование» / Е. А. Ильина, И. Ф. Усманов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.– № 2012610576.
2. Ильина Е. А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. А. Ильина; Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010. – 24 с.
3. Ильина Е.А. Системы искусственного интеллекта / Е. А. Ильина, С. И. Файнштейн, В. Е. Торчинский – Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2007.
4. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, – С. 160-164.
5. Нургалина Р. Г., Ильина Е. А. Функциональная модель измерения уровня рефлексии // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13). – С. 54-56.

*Работа представлена к.т.н.,
доцентом кафедры ВТ и ПМ
Ильиной Е. А.*

Дата представления работы: 20.12.2012

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ МОДУЛЯ ОБМЕНА ДАНЫМИ XML

Е.М. Разинкина, Е.И. Разинкин

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
erazinkina@mail.ru*

Аннотация

Рассмотрена проблема интероперабельности в области электронной коммерции. Предложен программный модуль, который позволит обеспечить интероперабельность на семантическом уровне.

PROVIDING THE INTEROPERABILITY OF ELECTRONIC COMMERCE ON THE BASIS OF THE MODULE OF XML DATA EXCHANGE

E.M. Razinkina, E.I. Razinkin

Abstract

The interoperability problem in the field of electronic commerce is considered. The program module which will allow to provide interoperability at semantic level is offered.

Актуальность работы

Одной из наиболее активно развивающихся областей деятельности человека может по праву считаться сфера электронной коммерции (англ. e-commerce), то есть сфера, которая включает в себя все финансовые и торговые транзакции, осуществляемые при помощи компьютерных сетей, и бизнес-процессы, связанные с проведением таких транзакций. По оценке исследовательской лаборатории Vau.Ru, объем российского рынка электронной коммерции в 2011 году составил около 12-13 миллиардов долларов. Эксперты считают, что в 2012 году его объем превысит отметку в 15 миллиардов долларов, а количество пользователей, которые так или иначе занимаются электронной коммерцией, достигнет порядка 2,3 миллиона человек, и эта цифра будет неуклонно расти.

Но существует множество барьеров, которые мешают развитию данной отрасли. Одним из таких барьеров считается проблема обеспечения интероперабельности. «Интероперабельность – это способность двух или более систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена» (ISO/IEC 24765).

В статье предложен программный модуль, который позволит обеспечить интероперабельность на семантическом уровне.

Модуль электронного обмена данными

В последние годы появилось большое количество архитектур, моделей, концепций в области электронной коммерции, которые были разработаны различными зарубежными организациями [1]. Хотелось отметить, что все они узкоспециализированы, и созданы решать текущие задачи той или иной компании.

Поэтому авторы поставили для себя задачу - разработать универсальный модуль, который бы подходил для широкого класса систем в области электронной коммерции. На текущий момент ведутся завершающие работы по созданию данного модуля (кодовое название «E-commerce Interoperability Module» или EcIM), в котором будет использована технология XML и который позволит решить проблемы интероперабельности в области E-commerce.

В основу концепции модуля заложен единый подход к обеспечению интероперабельности [2, 3]. Единый подход можно представить в виде ряда последовательных этапов (рис. 1).



Рис. 1. Единый подход к обеспечению интероперабельности систем широкого класса

Для области электронной коммерции предлагается модель интероперабельности, учитывающая все архитектурные особенности области e-commerce (рис. 2).

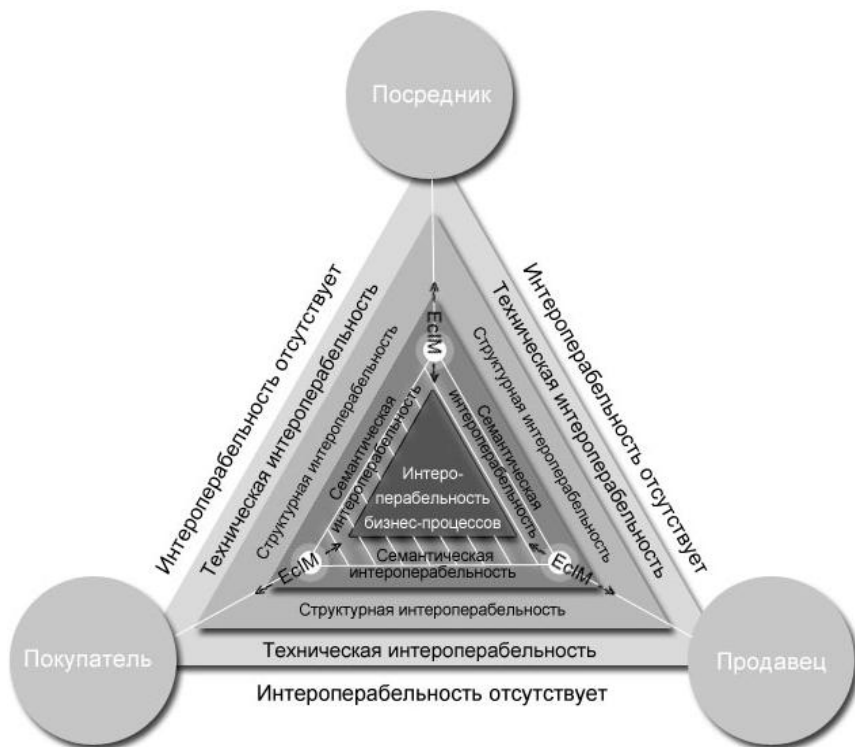


Рис. 2 – Модель интероперабельности e-commerce

Профиль электронной торговли должен содержать как стандарты ИКТ общего назначения, такие как профили TCP/IP, для обеспечения интероперабельности на техническом уровне, так и специальные стандарты для обеспечения интероперабельности на более высоких уровнях. Разработка профиля с привязкой к конкретным уровням эталонной модели ещё предстоит, а пока в табл. 1 приведены широкоиспользуемые международные стандарты электронной торговли.

Программный модуль ЕСИМ предназначен для электронного обмена данными XML между несколькими системами класса электронной коммерции. В качестве систем такого класса с одной стороны могут выступать электронные площадки, электронные каталоги, интернет-магазины, а с другой стороны банковские сервисы, системы электронных торгов, системы типа Яндекс-Маркет, Прайс-Ру и др.

Ключевой особенностью данного модуля является его универсальность и быстрота обработки результатов. Модуль ЕСИМ подойдет для любого интернет-магазина с предустановленной системой управления содержимым сайта (CMS) такой как: Битрикс, NetCat, Umi-Cms, Joomla и многие др. В основе данного модуля положены современные алгоритмы

анализа базы данных сайта и обработки основных компонентов, необходимых для дальнейшего формирования результата, а именно XML-структуры каталога товаров. Даже в том случае, если интернет-магазин не имеет своей базы данных и представляет собой набор html-страниц, модуль EsIM позволяет максимально точно определить все ключевые параметры. Таким образом, данный модуль не зависит от платформы, на которую он будет установлен.

Таблица 1

Стандарты в области e-commerce

Стандарт	Область применения
UN/EDIFACT (ebXML)	Правила ООН для электронного обмена документами для гос. управления торговли и транспорта
ANS X12	Используются в области электронного обмена данными (EDI).
An XML/EDI: Payment Order	Рекомендации по использованию XML для обмена данными в области электронной коммерции.
XML DTD	Стандарт Documents Type Definitions для XML
W3C XML E-commerce Standards	Стандарт описания структуры и содержимого XML документа
Document Related Standards	Стандарты XSL, XSLT, XHTML, XML

Модуль EsIM состоит из двух частей: аналитическая и практическая. Аналитическая часть отвечает за сбор всей необходимой информации и ключевых параметров исследуемой электронной площадки, и практическая часть отвечает за результат, а именно за конечную структуру товаров и их характеристик в формате XML.

Аналитическая часть включает в себя:

- поисковую систему, которая построена на алгоритме поиска товаров в интернет-магазине, как через mysql-запросы, так и анализируя конечный код html все страниц;
- обширную базу данных с возможными атрибутами и характеристиками.

Данная база данных является основной составляющей поисковой системы и содержит в себе все возможные элементы описаний товаров;

Практическая часть включает в себя:

- систему формирования каталога в XML;
- спецификации XML, на основе которых строится результирующий файл XML;
- систему отслеживания ошибок экспорта и формирования XML;
- возможность планирования процесса экспорта с использованием cron.

Исходя из структурных особенностей модуля, его работа будет характеризоваться двумя этапами: этап анализа электронной площадки и формирования основных характеристик и этап выгрузки электронного каталога в формате XML.

Заключение

На основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы и предложения:

- Одной из основных проблем в области электронной коммерции является проблема обеспечения интродуцируемости разнородных информационных систем на основе использования ИТ-стандартов. Авторы при выполнении ряда проектов непосредственно столкнулись с этой проблемой.

- В работе описан модуль на основе языка XML. Планируется внедрить разработанный модуль в реальный проект (электронную площадку). Тем самым появится реальная возможность оценить целесообразность выбранного решения по средствам экономических оценок и анализа достигнутого уровня интероперабельности.

Библиографический список

1. Разинкин Е.И. Обзор концептуальных документов, архитектур и моделей в области обеспечения интероперабельности в сфере e-commerce // Стандартизация, сертификация, обеспечение эффективности, качества и безопасности информационных технологий - международная конференция, сборник статей - Москва 2011. - 59 с. - С. 46-50.
2. Олейников А.И., Разинкин Е.И. Особенности подхода к обеспечению интероперабельности в области электронной коммерции, Журнал Информационные Технологии и Вычислительные Системы, 2012 г, выпуск №3, с. 82-92.
3. Разинкин Е. И. Концепция обеспечения интероперабельности в области электронной коммерции, Информационно-управляющие системы 2012 г, выпуск №5, с. 82-88.

Работу представил д.п.н., профессор кафедры информационных технологий Разинкина Е.М.

Дата представления работы: 25.12.2012

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИКО- МНОЖЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

О.С. Логунова, Е.А. Ильина

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
logunova66@mail.ru*

Аннотация

В статье приводятся краткие теоретические сведения о проведении теоретико-множественного анализа сложных систем. Изложенная методика построения теоретико-множественной модели для промышленной сферы и сферы услуг позволяет определить структура объекта и методы дальнейшего его представления и описания.

RESEARCH METHODOLOGY BASED ON THE SUBJECT OF MULTIPLE THEORETICAL ANALYSIS

O.S. Logunova, E.A. Ilina

Abstract

The article gives a brief theoretical information on the set-theoretic analysis of complex systems. The described method of constructing wild-theoretic model for the industrial sector and the service sector to determine the structure of the object and methods of further presentation and description.

Актуальность работы

В настоящее время активно развивается концепция, направленная на реализацию государственной политики в сфере информатизации, предназначенная для совершенствования систем управления в социальной, экономической и промышленной сферах. Обеспечение условий для развития информационно-телекоммуникационных технологий, отвечающим всем современным требованиям и обеспечивающей потребности населения в информации и информационном взаимодействии различных структур, является неотъемлемым условием развития общества.

Отмеченные изменения, происходящие в обществе, вызвали необходимость выполнения научно-исследовательских работ в области совершенствования управления сложными системами и обработки больших объемов информации. Исследования процессов, протекающих в изучаемых областях, показали, что невозможно провести совершенствование существующих технологий без системного обследования изучаемой области, выявления системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированных на повышение эффективности управления ими с ис-

пользованием современных методов обработки информации. Одним из этапов исследования больших систем является проведение теоретико-множественного анализа и построение множественной модели изучаемого процесса или явления.

Базовым понятием этой теории является – система. Современная теория системного анализа проводит большое количество понятия «система». Методологический анализ этого понятия [1, 2] показал, что все эти определения не противоречат друг другу, поэтому понятие системы, учитывает важные составляющие любого материального объекта: элемента, связи, взаимодействия, целеполагание. Таким образом система – это множество составляющих единство элементов, связей и взаимодействий между ними и внешней средой, образующие присущую данной системе целостность, качественную определенность и целенаправленность.

Основные положения теоретико-множественного анализа сложной системы

«И хотя понятие системы определяется по-разному, обычно все-таки имеется в виду, что система представляет собой определенное множество взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство и целостность, обладающее интегральными свойствами и закономерностями» [3]. Это определение понятия системы можно обобщить в виде схемы приведенной на рис. 1.

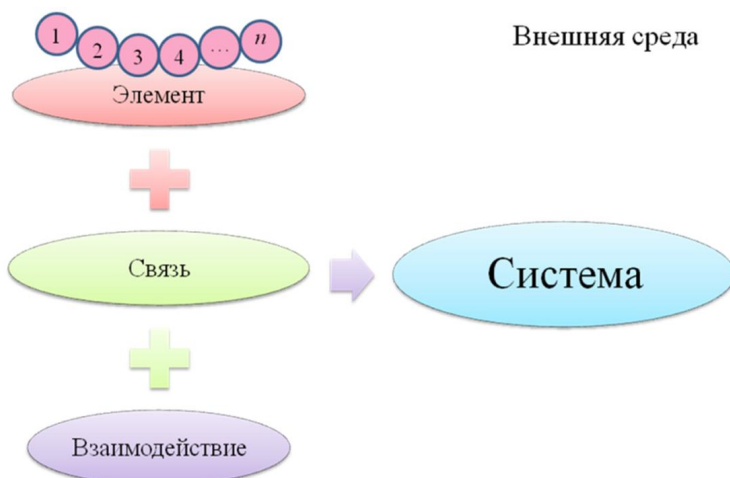


Рис. 1. Структура определения для понятия «Система»

Сложная система – составной объект, части которого можно рассматривать как системы, закономерно объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями.

Понятием сложной системы пользуются в системотехнике, системном анализе, исследовании операций и при системном подходе в различных областях науки, техники и народного хозяйства. Сложную систему можно расчленить (не обязательно единственным образом) на конечное число частей, называемое подсистемами. Каждую такую подсистему (высшего уровня) можно в свою очередь расчленить на конечное число более мелких подсистем, вплоть до получения подсистем первого уровня, т. е. элементов сложной системы, которые либо объективно не подлежат расчленению на части, либо относительно их дальнейшей неделимости имеется соответствующая договоренность. Подсистема, таким образом, с одной стороны, сама является сложной системой из нескольких элементов (подсистем низшего уровня), а с другой стороны – элементом системы старшего уровня, являющейся неделимой наименьшей функциональной ее частью.

В каждый момент времени элемент сложной системы находится в одном из возможных состояний. Из одного состояния в другое он переходит под действием внешних и внутренних факторов. Динамика поведения элемента сложной системы проявляется в том, что состояние элемента и его выходные сигналы (воздействия на внешнюю среду и другие элементы сложной системы) в каждый момент времени определяются предыдущими состояниями и входными сигналами (воздействиями со стороны внешней среды и других элементов сложной системы), поступившими как в данный момент времени, так и ранее. Под внешней средой понимается совокупность объектов, не являющихся элементами данной сложной системы, но взаимодействие с которыми учитывают при ее изучении. Элементы сложной системы функционируют не изолированно друг от друга, а во взаимодействии: свойства одного элемента в общем случае зависят от условий, определяемых поведением других элементов; свойства сложной системы в целом определяются не только свойствами элементов, но и характером взаимодействия между ними (две сложные системы, состоящие из попарно одинаковых элементов, которые, однако, взаимодействуют между собой различным образом, рассматривают как две различные системы) [4].

Так как математических моделей сложной системы может быть сколько угодно много и все они определяются принятым уровнем абстрагирования, то рассмотрение задач на каком-либо одном уровне абстракции позволяет дать ответы на определенную группу вопросов, а для получения ответов на другие вопросы необходимо провести исследование уже на другом уровне абстракции. Каждый из возможных уровней абстрагирования обладает ограниченными, присущими только данному уровню абстрагирования возможностями. Для достижения максимально

возможной полноты сведений необходимо изучить одну и ту же систему на всех целесообразных для данного случая уровнях абстракции.

Наиболее пригодными являются следующие уровни абстрактного описания систем: символический или лингвистический; теоретико-множественный; абстрактно-алгебраический; топологический; логико-математический; теоретико-информационный; динамический; эвристический.

Условно первые четыре уровня относятся к высшим уровням описания систем, а последние четыре – к низшим.

Лингвистический уровень описания – наиболее высокий уровень абстрагирования. Из него как частные случаи можно получить другие уровни абстрактного описания систем более низкого ранга. Предназначен для формализации объекта, т.е. на этом уровне выбирается язык описания объекта и строится модель реального объекта для дальнейших манипуляций с ней.

Ценность лингвистического (или вербального) описания системы состоит в установлении неформализованных структурных элементов системы и связей между ними.

С помощью термов можно показать, как из лингвистического уровня абстрактного описания (уровня высшего ранга) как частный случай возникает *теоретико-множественный уровень* абстрагирования (уровень более низкого ранга).

Термы – некоторые множества, с помощью которых перечисляют элементы, или, иначе, подсистемы изучаемых систем, а функторы устанавливают характер отношений между введенными множествами. Множество образуется из элементов, обладающих некоторыми свойствами и находящимися в некоторых отношениях между собой и элементами других множеств. Следовательно, автоматизированные системы управления (АСУ) вполне подходят под такого рода определение понятия «множество». Это доказывает, что построение сложных систем на теоретико-множественном уровне абстракции вполне уместно и целесообразно.

Под множеством понимается любая совокупность объектов, называемых элементами множества.

На теоретико-множественном уровне абстракции можно получить только общие сведения о реальных системах, например, перечень элементов и связей между ними, а для более конкретных целей необходимы другие абстрактные модели, которые позволили бы производить более тонкий анализ различных свойств реальных систем. Эти более низкие уровни абстрагирования, в свою очередь, являются уже частными случаями по отношению к теоретико-множественному уровню формального описания систем.

Рассматриваемые связи между элементами множеств устанавливаются с помощью некоторых однозначных функций, отображающих элементы множества в само исходное множество – это и есть абстрактно-алгебраический уровень описания систем. На этом уровне искомая система описывается как множество исходных элементов, преобразованных согласно этим однозначным функциям, так что закономерности отношений между элементами достаточно легко проследить.

Если же на элементах рассматриваемых множеств определены некоторые топологические структуры, то в этом случае приходим к топологическому уровню абстрактного описания систем. При этом может быть использован язык общей топологии или ее ветвей, именуемых гомологической топологией, алгебраической топологией и т. д.

Определение и формирование целей развития системы

Приступая к исследованию необходимо определить объект и предмет исследования, а также его цели и задачи. Объект и предмет исследования, так же как и его цели и задачи, зависят не только от выбранной темы, но и от замысла самого исследователя.

Первичным является объект исследования (более широкое понятие), вторичным – предмет исследования, в котором выделяется определенное свойство объекта исследования. Определить объект исследования – значит выяснить, что именно рассматривается в исследовании. Объект исследования представляет область научных изысканий, в пределах которой определяется исследуемая проблема. Это система закономерностей, связей, отношений, видов деятельности, в рамках которой появляется проблема. Получить новое знание о таком объекте практически невозможно, поэтому необходимо определить предмет исследования, т.е. обозначить как рассматривается объект, какие отношения в нем, свойства, аспекты, функции оно раскрывает [5, 6].

Предмет исследования более узок и конкретен, является достоянием исследователя, его собственное видение объекта. Исследователь целенаправленно конструирует предмет, выделяя в объекте то, о чем он намерен получить новое научное знание.

Определение объекта и предмета исследования способствует формулированию цели исследования. Цель – это представление о результате, это то, чего система должна достигнуть на основе своего функционирования. Целью может быть определенное состояние системы или иной продукт ее функционирования. Объект выступает как система лишь относительно своей цели. Цель, требуя для своего достижения определенных функций, обуславливает через них состав и структуру системы.

Первостепенной задачей системного анализа является определение глобальной цели развития системы и целей ее функционирования. Имея конкретные, четко сформулированные цели, можно выявить и проанализировать

зировать факторы, способствующие либо препятствующие скорейшему достижению этих целей.

Цель – это, в первую очередь, достижимая, т.е. обоснованная цель. А это говорит о том, что необходимо мысленно пройти весь путь достижения поставленной цели и убедиться в ее реализуемости, при необходимости скорректировать цель. Фактически цель окончательно формируется только после того, как будет сформулирована и мысленно апробирована стратегия достижения поставленной цели.

Любая декомпозиция осуществляет деление цели, причем, это далеко не всегда просто деление цели на составные части, а, в целом ряде случаев, – это формирование комплекса совершенно новых целей, ни одна из которых не является непосредственной компонентой главной цели. Формирование нового комплекса, иерархии целей, адекватных поставленной главной цели, является самым сложным и неформализуемым вопросом в исследовании. От того, как будет решен этот вопрос, зависит и вся деятельность исследователя, и достижение поставленной главной цели.

Методика постановки SMART-целей является универсальной методикой постановки целей, которая используется во многих направлениях деятельности. с оттенком «хитрый», «смекалистый». SMART является аббревиатурой, которую ввел Питер Друкер в 1954 г. и содержит в себе пять критериев постановки целей [7]:

Specific – конкретная;

Measurable – измеримая;

Achievable – достижимая;

Realistic – реалистичная;

Timed – определенная по времени.

Согласно этому цель обладает следующими свойствами:

Конкретная. Цель должна быть четкой, конкретной.

Измеримая. Результат достижения цели должен быть измеримым.

Достижимая. Исследователь должен достичь этой цели, хотя бы в потенциале. Он должен обладать ресурсами (внешними и внутренними) для ее достижения, либо быть способным эти ресурсы обрести.

Реалистичная. Необходимо реально оценивать свои ресурсы по достижению цели. Если цель не является реалистичной, необходимо разбить ее на несколько реалистичных целей. Цель должна согласовываться с другими целями и не противоречить им.

Определенная по времени. Должны быть четко поставлены сроки достижения цели. Без сроков конкретной цели быть не может.

Одним из универсальных методов системного анализа является метод дерева целей. Данный метод позволяет исследователю привести в порядок собственные разработки, увидеть свои цели в исследовании. Де-

рево целей увязывает цели высшего уровня с конкретными средствами их достижения на низшем производственном уровне через ряд промежуточных звеньев. Дерево целей – это графическая схема, которая демонстрирует разбивку общих целей на подцели. Вершина схемы интерпретируются как цели, ребра или дуги – как связи между целями.

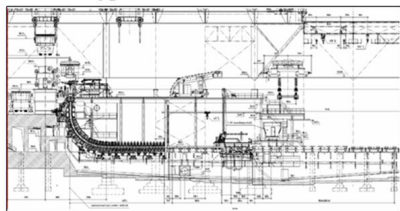
Метод составления дерева целей рассматривается как графическое изображение связи между целями и средствами их достижения, правильно построенное «дерево целей» позволяет представить полную картину взаимосвязи событий вплоть до перечня конкретных задач [8].

Построение дерева идет «сверху вниз», от общих целей к частным, путем их дезагрегирования, декомпозиции и редукции. Так, достижение главной цели обеспечивается за счет реализации целей первого уровня. Один из основных принципов построения дерева целей – полнота редукции: каждая цель данного уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы их совокупность полностью определяла понятие исходной цели.

Рассмотрим тему исследования «Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали». Пример определения объекта и предмета исследования приведен на рис. 2.

Объектом исследования :

автоматизированная система управления машин непрерывного литья заготовок прямоугольного и квадратного сечения криволинейного типа, в частности, функционирующие в условиях кислородно-конвертерного и электросталеплавильного цехов ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»



Предметом исследования:

информационное, математическое и программное обеспечения автоматизированной системы управления непрерывной разливки стали: математические модели для описания теплового состояния непрерывно-литой заготовки при нахождении на технологической линии машины непрерывного литья заготовок и изображений серных отпечатков, метод формализации задачи оптимального управления для выбора режимов вторичного охлаждения в многокритериальной среде, комплекс программных средств, необходимых для автоматизированной оценки качества и имитационного моделирования теплового состояния заготовки.

Рис. 2. Определение объекта и предмета исследования

Пример дерева целей приведен на рис. 3.

Последний уровень данного дерева содержит задачи исследования.

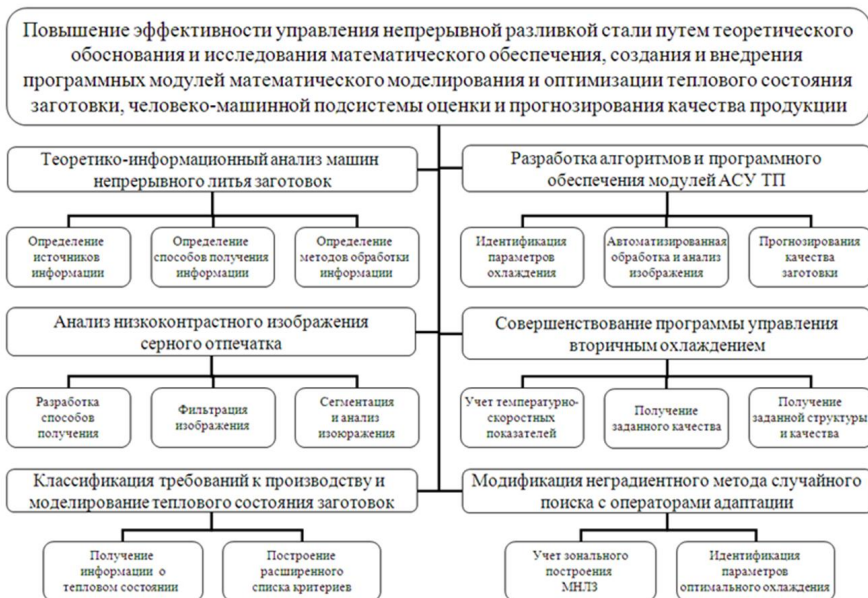


Рис. 3. Дерево целей исследования

Компоненты системы и их множественное описание

Раскроем смысл каждого компонента, входящего в определение понятия «систем».

Элемент – это составная часть сложного целого. В нашем понятии сложное целое – это система, представляющая собой целостный комплекс взаимосвязанных элементов.

Элемент – неделимая часть системы; часть системы, обладающая самостоятельностью по отношению ко всей системе и неделимая при данном способе выделения частей. Неделимость элемента рассматривается как нецелесообразность учета в пределах модели данной системы его внутреннего строения.

Сам элемент характеризуется только его внешними проявлениями в виде связей и взаимосвязей с остальными элементами и внешней средой.

Множество A элементов системы можно описать в виде:

$$A = \{\alpha_i\}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где α_i – i -й элемент системы; n – число элементов в системе.

Каждый α_i элемент характеризуется t конкретными свойствами Z_1, \dots, Z_{im} (вес, температура и т.д.), которые определяют его в данной системе однозначно.

Совокупность всех и свойств элемента α_i называется состоянием элемента Z :

$$Z_i = \{Z_{i1}, Z_{i2}, Z_{i3}, \dots, Z_{imp}\}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Состояние элемента в зависимости от различных факторов (времени, пространства, внешней среды и т.д.), может изменяться.

Последовательные изменения состояния элемента будем называть движением элемента.

Связь – совокупность зависимостей свойств одного элемента от свойств других элементов системы.

Установить связь между двумя элементами – это выявить наличие зависимостей их свойств.

Множество Q связей между элементами α_i и α_j можно представить в виде:

$$Q = \{q_{ij}\}, i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Зависимость свойств элементов может иметь односторонний и двусторонний характер.

Взаимосвязи – совокупность двухсторонних зависимостей свойств одного элемента от свойств других элементов системы.

Взаимодействие – совокупность взаимосвязей и взаимоотношений между свойствами элементов, когда они приобретают характер взаимодействия друг другу.

Структура системы – совокупность элементов системы и связей между ними в виде множества.

$$D = \{F, Q\}. \quad (4)$$

Структура – статическая модель системы – характеризует только строение системы и не учитывает множества свойств (состояний) ее элементов.

Система существует среди других материальных объектов, не вошедших в систему и объединенных понятием «внешняя среда» – объекты внешней среды.

Вход характеризует воздействие внешней среды на систему; выход – воздействие системы на внешнюю среду.

Очерчивание или выявление системы есть разделение некоторой области материального мира на две части. Одна из них рассматривается как система – объект анализа (синтеза), а другая – как внешняя среда.

Внешняя среда – набор существующих в пространстве и во времени объектов (систем), которые, как предполагается, оказывают действие на систему.

Внешняя среда – совокупность естественных и искусственных систем, для которых данная система не является функциональной подсистемой.

Состояние системы – совокупность состояний ее n элементов и связей между ними (двухсторонних связей не может быть более чем $n(n-1)$ в системе с n элементами).

Если связи в системе неизменны, ее состояние можно представить в виде:

$$Z = (Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_k, \dots, Z_n). \quad (5)$$

Задание конкретной системы сводится к заданию ее состояний, начиная с зарождения и кончая гибелью или переходом в другую систему.

Реальная система не может находиться в любом состоянии. На ее состояние накладывают ограничения – некоторые внутренние и внешние факторы (например, человек не может жить 1000 лет).

Возможные состояния реальной системы образуют в пространстве состояний системы некоторую подобласть $Z_{сд}$ (подпространство) – множество допустимых состояний системы.

Входы системы – различные точки приложения влияния (воздействия) внешней среды на систему называются входами x системы.

Входы системы – это информация, вещество, энергия, подлежащие преобразованию.

Входные воздействия, изменяющиеся с течением времени, образуют входной процесс, который можно задать, если каждому моменту времени поставить в соответствие (по определенному правилу) входное воздействие.

Обобщенный вход X – некоторое (любое) состояние всех r входов системы, которое можно представить в виде вектора:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_b, \dots, x_r). \quad (6)$$

Выходы системы – различные точки приложения влияния (воздействия) системы на внешнюю среду называются выходами y_j системы.

Выход системы – это результат преобразования информации, вещества и энергии.

Выходные величины изменяются с течением времени, образуя выходной процесс.

Выводы

Таким образом, на основе теоретико-множественного анализа модели изучаемого объекта выполняется определение основных объектов системы, выявляется их структура, свойства и определяются все возможные взаимодействия между ними. Наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить математическое моделирование объекта с учетом структурированной информации и определить форму и средства представления модели.

Библиографический список

1. Логунова О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. – Пенза, 2009. – 383 с.

2. Ильина Е. А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы : дис. ... канд. пед. наук / Е. А. Ильина; Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010. – 191 с.
3. Кузьмин В.П. Принципы системности в теории и методологии К. Маркса. – М.: Политиздат, 1976.
4. Бусленко Н. П. К теории сложных систем. // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика», 1963. № 5.
5. Бережнова Е.В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов / Е.В. Бережнова, В.В. Краевский. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 128 с.
6. Райзберг Б.А. Диссертация и ученая степень. Пособие для соискателей. – 6-е изд., доп. – М. : ИНФРА-М, 2006. – 431 с.
7. Лебедева М. Б. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов / М.Б. Лебедева и др. под общ. ред. М.Б. Лебедевой. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.
8. Разинкина Е. М. Концепция непрерывной опережающей профессиональной подготовки кадров для горно-металлургической отрасли : монография / Е. М. Разинкина, Е. А. Ильина и др. – М. : Издательский дом Академия Естествознания, 2011. – 144 с.

Работа представлена д.т.н., профессором кафедры вычислительной техники и прикладной математики Ячиковым И.М.

*Дата представления работы:
20.12.2012*

АТМОСФЕРА СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

*Стремись не к тому, чтобы добиться успеха,
а к тому, чтобы твоя жизнь имела смысл.*

Алберт Эйнштейн

*Есть только два способа прожить свою жизнь.
Первый – так, будто никаких чудес не бывает.
Второй – так, будто все на свете является чудом.*

Алберт Эйнштейн

МЕТОДЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА

В.А. Иекель, В.Д. Проскурин

*Открытое акционерное общество
«Производственное объединение «Стрела»
Россия, 460005, г. Оренбург, ул. Шевченко, 26
sko60@rambler.ru*

Аннотация

Сокращение трудоемкости и сроков изготовления изделий за счет введения в процесс производства информационных технологий – наиболее быстрый путь повышения конкурентоспособности продукции. Благодаря появлению электронных макетов появилась реальная возможность упрощения технологии изготовления и сокращения сроков постановки новых изделий на производство. Электронные макеты не только позволили резко сократить объем ручного труда при увязке геометрии и размеров деталей, но и позволили параллельно проводить наиболее трудоёмкие процессы подготовки производства новой продукции.

METHODS OF PARALLEL ENGINEERING

V.A. Iekel V.D. Proskurin

Abstract

Reduction of labour intensiveness and terms of making of wares due to introduction to the process of production of information technologies – most rapid way of increase of competitiveness of products. Due to appearance of electronic layouts the real possibility of simplification of technology of making and reduction of terms of raising of new wares appeared on a production. Electronic layouts not only allowed sharply to shorten the volume of hand labour at tying up of geometry and sizes of details but also allowed in parallel to conduct the most labour intensive processes of preproduction of new products.

Актуальность работы

Активное внедрение информационных технологий, неуклонное сокращение сроков внедрения и постоянная необходимость в снижении стоимости изделий требуют постоянного поиска новых форм проектирования и подготовки производства. Основной упор в данной работе сделан на возможности распараллеливания наиболее трудоемких, а значит и требующих наибольшего времени производственных процессов.

Рассмотрим положение до появления электронных макетов.

Чертеж по стандартам ЕСКД имеет целый ряд упрощений и не является однозначным носителем информации о форме размерах деталей и их взаимного расположения. При сложной геометрии деталей и узлов чертеж не дает ответа на вопрос о достоверной пространственной геометрии детали, агрегата и всего изделия. Особенно это верно для авто-, авиа-, и судостроения т.к. для этих отраслей характерны большие разме-

ры деталей и агрегатов, сложные поверхности деталей, узлов и внешних обводов.

До электронного макета в перечисленных отраслях (особенно в авиа-, и судостроении) широко использовался так называемый плазово-шаблонный метод. Основными целями, с которыми развивался этот метод, были создание геометрически достоверного отображения конструкции изделия и его теоретического контура, взаимного расположения и размеров узлов и агрегатов.

Плазовая увязка производится в масштабе 1:1 на плазе с использованием методов начертательной геометрии (плоскости посредники, ручная интерполяция точно заданных теоретически контуров, ручное построение пересечения сложных поверхностей и пр.) и является одной из самых трудоёмких ручных процедур в конструировании и технологической подготовке производства.

Полученный в результате этой процедуры плаз является однозначным эталонным носителем формы, размеров и взаимного расположения деталей и агрегатов в изделии. Плазовая увязка может составлять до 20% трудоёмкости изготовления изделия.

Сборка изделия и оснастка для нее могут достигать более 40% трудоёмкости постройки всего изделия. Сборка и плазовая увязка основные статьи сокращения трудоёмкости при использовании электронного макета. Ниже показаны основные способы сборки изделий, их относительная стоимость и точность сборки в зависимости от выбранного метода сборки (рис.1).

Способ сборки с базированием:	Трудоёмкость %	Материалоемкость приспособлений %	Точность сборки
От внешнего теоретического контура изделия	100	100	
От внутреннего контура	90	90	
От каркаса	90	80	
По КФО (агрегаты широкофюзеляжных самолетов)	70		
По сборочным отверстиям (в упрощенной оснастке)	50-60	70-80	

Рис. 1. Экономические показатели способов сборки агрегатов и изделий при использовании плазов шаблонного метода и увязки на плазе.

Для использования экономически эффективного метода сборки в упрощенной оснастке при обычном плазово-шаблонном методе имеет достаточную точность только при тщательной плазовой увязке изделия.

Рассмотрим, что понимается под электронным макетом.

Согласно стандартов VDA 4961, 4952, 4950, 4955 электронный макет изделия является геометрическим эталоном формы, размеров и взаимного расположения деталей и агрегатов, а также исходными данными для традиционных чертежей.

Согласно стандарта ASME Y14.41 электронный макет также может содержать частичную информацию (шероховатости, материалы, размеры и допуски и посадки и пр.) из чертежа для опережающей (по электронному макету) подготовке производства в возможных для этого случаях.

Общая схема использования электронных макетов.

В первую очередь для изделия определяется внешний теоретический контур (математическая модель поверхности ММП) в соответствии с заданными в тех. задании параметрами и требуемыми характеристиками (рис.2).



Рис. 2. Пример теоретического контура изделия (типа подвесного топливного бака)

Непосредственно после разработки теоретической поверхности изделия проводится разработка КСС – конструктивно-силовой схемы (рис. 3). Расстановка силовых шпангоутов в соответствии со схемами распределения нагрузок. Определяются основные строительные плоскости. После этого в конструкторских бюро начинается непосредственная разработка электронных моделей деталей и узлов.

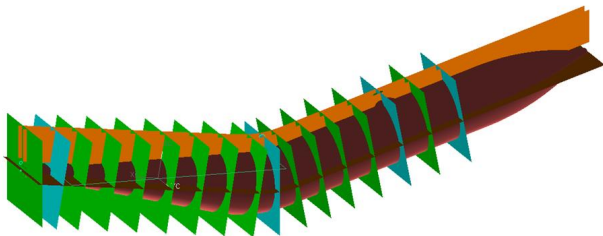


Рис. 3. Пример конструктивно-силовой схемы

Параллельно начинается разработка сборочного стапеля, расстановка рубильников обеспечивающих требуемые параметры внешней поверхности изделия и расстановку силовых шпангоутов и самого стапеля. Также проектируются детали и узлы, но уже для стапельной оснастки (рис. 4).

По мере разработки деталей изделия подключаются разработчики плазово-шаблонной оснастки (в основном шаблонов) и управляющих программ для станков с ЧПУ (рис. 5). Использование станков, с ЧПУ позволяющих добиться высоких точностей размеров деталей также явля-

ется необходимым условием сокращения трудоемкости при изготовлении и сборке изделия.

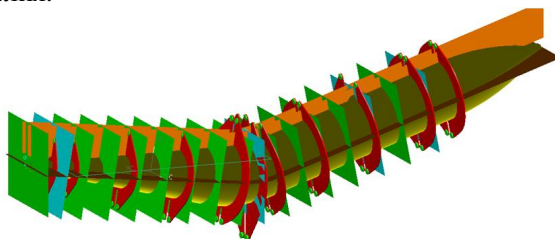


Рис. 4. Пример расстановки рубильников ступенчатой оснастки для выдерживания параметров теоретического контура

Детали, изготовленные в точном соответствии с электронными макетами, позволяют исключить операцию подгонки, что также благотворно влияет на снижение трудоемкости всего изделия и сокращение сроков его производства.

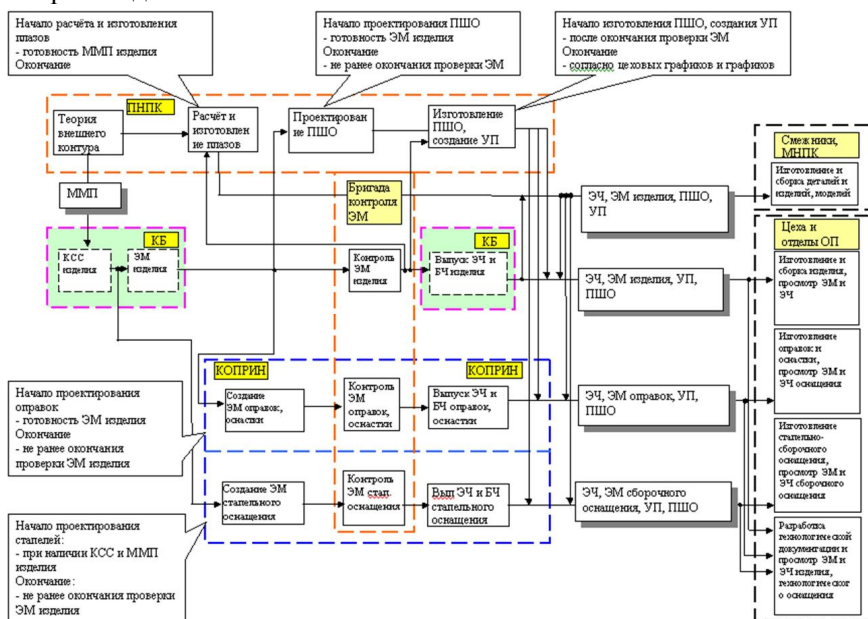


Рис. 5. Движение электронных моделей деталей и узлов изделия

При традиционной методике проектирования и подготовки производства проектирование оснастки начинается после плазменной усадки и окончания рабочего проектирования деталей изделия. В случае использования методик параллельного инжиниринга разработка и изготовление оснастки начинается практически в то же время, когда еще полным ходом идет процесс разработки самого изделия, практически с самых ранних его стадий (рис.6).

С использование методик параллельного инжиниринга в UG						
ММП	КСС	ЭМ	ЭЧ	БЧ	Рабочая ТД	Изготовление деталей изделия
		ЭМ	ЭЧ	Изготовление оснастки		
			Создание управляющих программ			
Обычная методика при традиционном проектировании оснастки на кульмане						
ММП	КСС	БЧ			Рабочая ТД	Изготовление деталей изделия
		Плазовая увязка				
				БЧ	Изготовление оснастки	
				Создание управляющих программ		

Рис. 6. Наглядное представление параллельны процессов проектирование и сокращение их сроков

Использование наиболее экономически эффективного метода сборки в упрощенной оснастке при обычном плазово-шаблонном методе имеет удовлетворительную точность только при тщательной плазовой увязке конструкции, как правило, на серийном производстве.

Для реализации методов сборки в упрощенной оснастке необходимо точное воспроизводство формы и размеров деталей и агрегатов их сборочных отверстий и их точного взаимного базирования по данным электронного макета.

Использование электронных моделей и методов и технологий изготовления деталей по электронным моделям позволяет реализовать сборку изделия в упрощенной оснастке по сборочным отверстиям, параллельное создание оснастки, автоматизированное составление управляющих программ и пр.

Библиографический список

1. Сборник. Российск. Энциклопедия CALS. Под ред. А.Г. Братухина ОАО «НИЦ АСК» 2008 г.
2. Тороп Д., Терликов В. Teamcenter. Начало работы.: М. АМК, 2011.
3. Норенков И.П., Кузьмин П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологий. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002 г.

*Работа представлена д.т.н., профессором кафедры автоматизации производства Оренбургского государственного университета А.И. Сердюком
Дата представления работы: 20.12.2012*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ПЛОСКУЮ МНОГОСЛОЙНУЮ СТЕНКУ

В. Г. Свиткин

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
vadim--111@yandex.ru*

Аннотация

При проектировании металлургических печей часто возникает задача определения тепловых потерь через печные ограждения. Для решения этой задачи автором статьи разработано программное обеспечение для расчета потерь теплоты через плоскую многослойную стенку. Разработанное программное обеспечение позволяет инженеру рассмотреть несколько вариантов конструкции огнеупорной стенки и выбрать наиболее рациональный.

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE FOR CALCULATION OF THE HEAT LOSS THROUGH THE FLAT MULTILAYERED WALL

V. G. Svitkin

Abstract

At design of metallurgical furnaces often there is a problem of calculation of the heat loss through furnace protections. For the solution of this task the software was developed for calculation of the heat loss through a flat multilayered wall. The developed software allows the engineer to consider some options of a design of a fire-resistant wall and to choose the most rational.

Актуальность работы

При расчетах теплового баланса металлургических печей часто возникает задача определения тепловых потерь через плоскую многослойную стенку. Минимизация тепловых потерь способствует экономии топлива и электроэнергии, снижает себестоимость продукции. Кроме того, для правильного выбора материалов при конструировании печи необходимо знать температурное поле в стенке, с целью соблюдения ограничений на рабочую температуру материалов. Поэтому при проектировании печи инженер должен просчитать несколько вариантов конструкции стенки и выбрать из них наилучший. В связи с этим целесообразна разработка специализированного программного продукта для решения этих задач.

Постановка задачи

Задача расчета потерь теплоты через плоскую многослойную стенку состоит в следующем. Для каждого слоя известны толщина и функция

зависимости коэффициента теплопроводности материала от температуры. Дополнительно известны температура окружающей среды, степень черноты внешней поверхности, температура в рабочем пространстве печи, коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стенки к печным газам и общая площадь поверхности стенки. Требуется построить температурное поле в стенке и найти величину тепловых потерь в единицу времени.

Математическая модель задачи строится на основе методики расчета потерь теплоты через ограждения тепловых установок [1]. Суть расчета состоит в определении теплового потока через стенку при стационарном режиме с граничными условиями III рода. Принимается, что передача теплоты через стенку осуществляется теплопроводностью, а теплоотдача от наружной стенки окружающей среде осуществляется излучением и естественной конвекцией. При расчете учитывается зависимость коэффициента теплопроводности материала слоев от температуры. Расчет осуществляется методом последовательных приближений.

Описание программы

Для разработки программного обеспечения (ПО) использовалась среда разработки Microsoft Visual Studio 2010 Express и язык программирования C#. Архитектура ПО включает математическую библиотеку, графический интерфейс пользователя и базу данных. База данных содержит данные по теплофизическим свойствам огнеупорных и теплоизоляционных материалов. Для реализации базы данных использовалась СУБД Microsoft Office Access. Главное окно программы представлено на рис. 1.

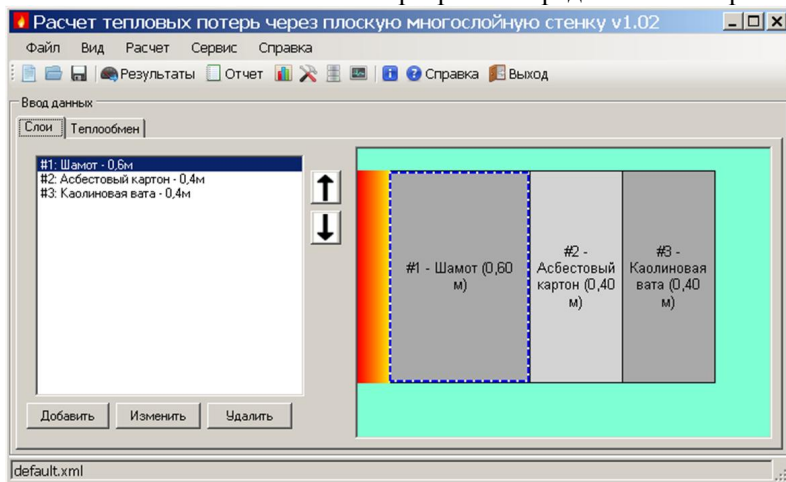


Рис. 1. Главное окно программы

В главном окне осуществляется ввод исходных данных. На вкладке «Слои» в левой части окна отображается список слоев, в правой

– графическое представление конструкции стенки. Редактирование конструкции стенки осуществляется с помощью кнопок добавления, изменения и удаления слоя. При вводе данных слоя можно ввести коэффициенты полинома теплопроводности вручную или загрузить их из базы данных для выбранного материала. Окно выбора материала представлено на рис. 2

На рис. 3. представлено окно просмотра результатов расчета. На вкладке «Общие показатели» отображаются численные значения показателей и температурное поле в табличном виде. На вкладках «Тепловая карта» и «График температуры» отображается графическое представление температурного поля.

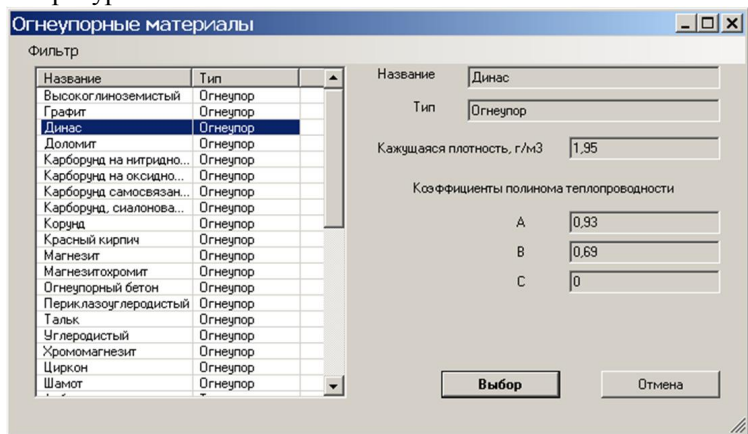


Рис. 2. Окно выбора материала

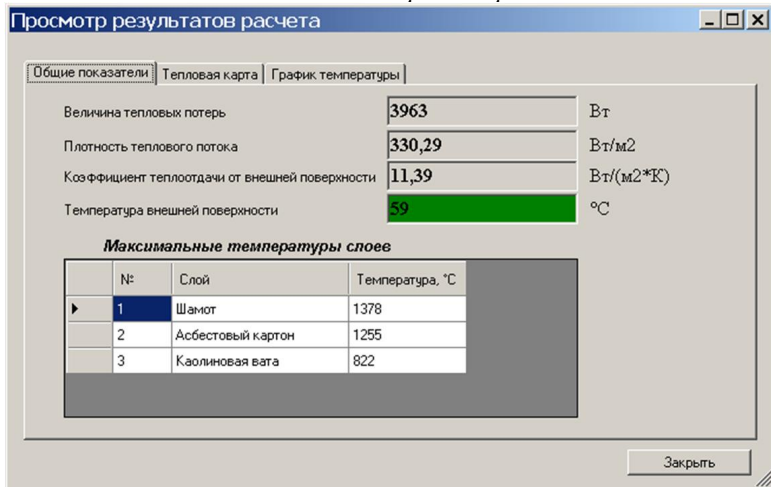


Рис. 3. Окно просмотра результатов расчета

Программа выполняет следующие дополнительные функции:

- хранение наборов исходных данных в XML-файлах;
- формирование отчетов в форматах Word, Excel и PDF, вывод их на печать;
- сравнение результатов расчета для нескольких наборов исходных данных с представлением результатов в виде таблиц и диаграмм;
- редактирование базы данных свойств материалов;
- аппроксимацию таблиц теплопроводности с занесением коэффициентов полинома в базу данных.

Программа устанавливается на компьютер пользователя с помощью инсталлятора. Имеется встроенная пользовательская документация, подробно объясняющая работу с программой.

Анализ результатов

Рассмотрим влияние различных факторов на тепловые потери с помощью встроенного в программу средства сравнения результатов расчета. Исследования показали, что тепловые потери незначительно уменьшаются при увеличении толщины слоя футеровки, а при увеличении толщины слоя тепловой изоляции тепловые потери резко снижаются. Рис. 4 иллюстрирует влияние толщины слоя тепловой изоляции на величину тепловых потерь. Изменяя материал тепловой изоляции можно также значительно снизить тепловые потери, например, при использовании минеральной ваты тепловые потери в 5 раз меньше, чем при использовании шамота-легковеса.

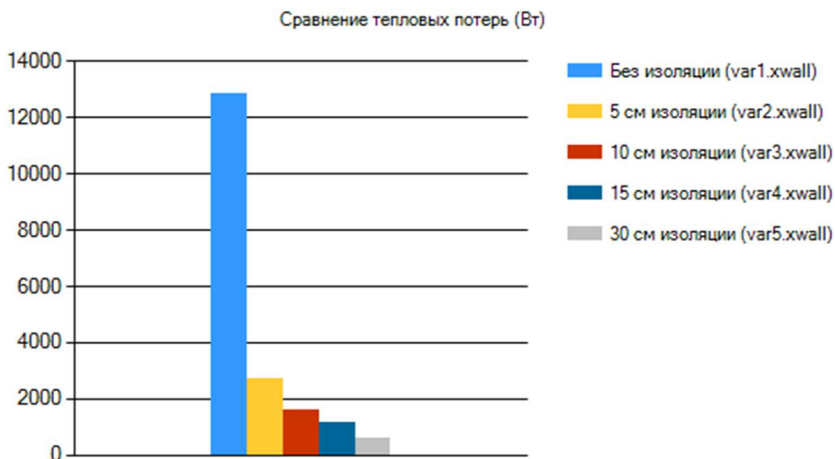


Рис. 4. Зависимость тепловых потерь от толщины слоя теплоизоляции

Рассмотрим влияние тепловой изоляции на температурное поле в стенке высокотемпературной печи (рис. 5).

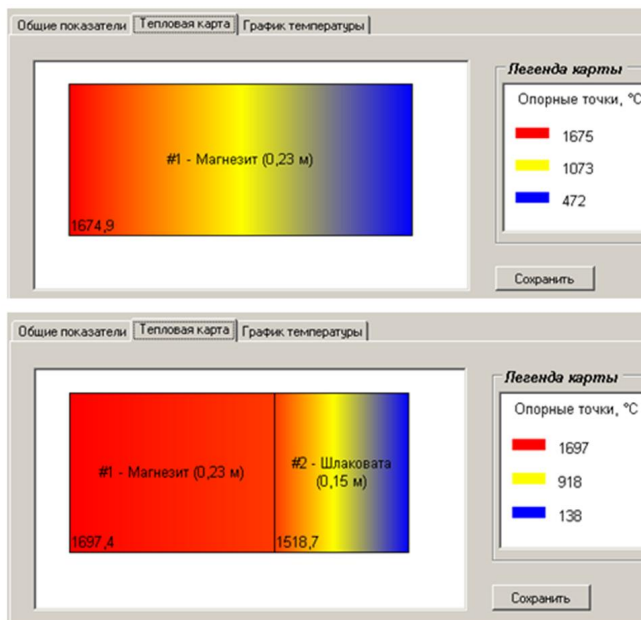


Рис. 5. Влияние тепловой изоляции на температурное поле в стенке

Видно, что при введении слоя тепловой изоляции температура в рабочем слое футеровки повышается, что отрицательно влияет на ее стойкость. Поэтому для высокотемпературных печей (сталеплавильных, ферросплавных, рафинирования никеля) целесообразно применять водоохлаждаемые панели корпуса, что подтверждается практикой [2].

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод, что рекомендуемыми мероприятиями для снижения тепловых потерь являются следующие:

- увеличение толщины слоя тепловой изоляции;
- применение теплоизоляционных материалов наилучшего качества, таких как минеральная вата;
- покрытие наружной поверхности светлой алюминиевой краской.

Для высокотемпературных печей целесообразно применять водоохлаждаемые панели корпуса, так как это снижает температуру в рабочем слое футеровки и повышает срок ее службы.

Заключение

Таким образом, разработанное ПО позволяет рассчитать величину тепловых потерь через плоскую многослойную стенку, построить температурное поле в ней, а также исследовать влияние различных факторов на тепловые потери. ПО может использоваться инженерами-теплотехниками при проектировании металлургических печей, а также

студентами технических специальностей при изучении дисциплины «Теплофизика».

Библиографический список

1. Кутьин, В.Б. Расчет тепловых потерь через печные ограждения / В. Б. Кутьин, С. Н. Гущин, Б. А. Фетисов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1996. – 17с.
2. Алиферов, А. И. Электротермические процессы и установки: Учебное пособие / А. И. Алиферов [и др.] – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007. – 360 с.

*Руководитель работы к.т.н., доцент кафедры
«Теплофизика и информатика в металлургии»
Института материаловедения и металлургии УрФУ
В. В. Лавров.*

Дата представления работы: 21.12.2012

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА КОНВЕКТИВНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

И.А. Гурин

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
sportsoft@mail.ru*

Аннотация

Работа посвящена разработке программного обеспечения для автоматизации поверочного расчета конвективного котла-утилизатора. Рассмотрены основные этапы разработки программного обеспечения: постановка задачи, разработка алгоритмического обеспечения, проектирование и реализация программного средства, создание справочной документации и подготовка дистрибутива.

SOFTWARE DEVELOPMENT THERMOTECNICAL CALCULATION OF CONVECTIVE HEAT-RECOVERY BOILERS

Abstract

The article reflects software development to automate verification of calculation of convective boiler. The main stages of software development: formulation of the problem, the development of algorithmic support, design and implementation of the tools, the creation and preparation of background documentation distribution.

Актуальность работы

Сегодня практически для каждого промышленного предприятия актуальны задачи обеспечения оперативности принятия управленческих

решений на основе достоверной информации. Оперативность принятия быстрых решений достигается автоматизацией расчетов.

Предметом данной работы является создание программного продукта для расчета параметров работы конвективного котла-утилизатора. Необходимость работы вызвана потребностью автоматизации процесса поверочного расчета котла-утилизатора, проведение модельных расчетов.

Цель работы

Целью данной работы является создание программного продукта, который позволит рассчитывать конвективный котел-утилизатор с заданием основных параметров, представлять пользователю результаты расчета в численном и графическом виде, создавать, настраивать и распечатывать отчет.

Описание агрегата

Котел-утилизатор – это теплообменное устройство, предназначенное для передачи энергии тепла выхлопных газов или пара в теплую воду или пар. Агрегат использует теплоту отходящих газов в цветной металлургии, в мартеновских печах и различных нагревательных печей.

Котлы утилизаторы позволяют получать:

- горячую воду – применяются на объектах, испытывающих потребность в горячей воде и позволяют оптимизировать затраты на тепло, используя на полезные нужды тепло уходящих выхлопных газов котельных или газопоршневых электростанций;
- пар – применяются на объектах, использующих большое количество пара в технологических нуждах.

Модель и принцип расчета

Исходные данные для расчета: температура входящих газов, расход и состав отходящих газов перед котлом-утилизатором, температура питательной воды, продувка и давление получаемого пара.

Сначала по расходу и температуре отходящих газов выбирают требуемый тип котла-утилизатора, причем при выборе необходимо обратить внимание и на давление вырабатываемого пара. Выбор производят таким образом, чтобы заданные значения расхода и температуры дымовых газов не превышали значений, приведенных в технической характеристике для выбранного агрегата.

Следующими этапами расчета являются расчет теплопередачи в отдельных элементах котла-утилизатора, определение температуры перегретого пара и паропроизводительности котла.

Для проверки правильности работы алгоритма расчета и для отработки методики расчета в рамках проекта создан расчетный файл с помощью Microsoft Office Excel.

Этапы разработки

1. Создание диаграмм внешних функций в программе Microsoft Visio. Внешнее описание играет роль точной постановки задачи, решение которой должен обеспечить разрабатываемый программный продукт. Более того, оно должно содержать всю информацию, которую необходимо знать пользователю для применения продукта. Оно является исходным документом для трех параллельно протекающих процессов: кодированию программы, разработки документации по применению и разработки комплекта тестов.

2. Создание функциональной модели в пакете AllFusion Process Modeler (BPWin). Функциональная модель описывает вычисления в системе. Она показывает, каким образом выходные данные вычисляются по входным данным, не рассматривая порядок и способ реализации вычислений. Функциональная модель состоит из набора диаграмм потока данных, которые показывают потоки значений от внешних входов через операции и внутренние хранилища данных к внешним выходам (рис. 1).

3. Проектирование архитектуры программного обеспечения. Для выполнения каждой отдельной функции программы создается свой модуль, который взаимодействует с другими модулями через определенный интерфейс. Архитектура позволяет увидеть взаимосвязь модулей между собой.

4. Реализация расчетного модуля в виде динамически подгружаемой библиотеки DLL и клиентского модуля в среде программирования Visual Studio 2010.

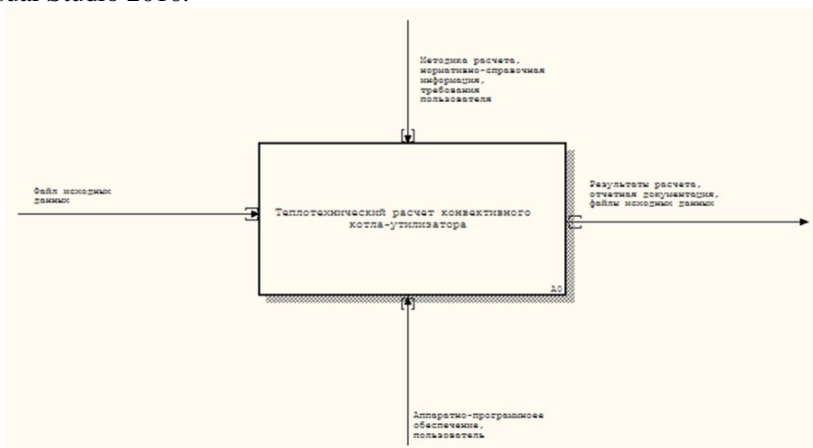


Рис. 1. Фрагмент функциональной модели: контекстная диаграмма

В результате создан программный продукт «Котел-утилизатор», который реализует следующие функции:

– ввод и корректировку значений исходных данных;

- сохранение и открытие файла исходных данных;
- контроль за корректностью вводимых значений;
- автоматический расчет типовых котлов-утилизаторов;
- представление результатов расчета в численном и графическом виде;
- создание отчета с возможностью настройки его параметров;
- экспорт полученных результатов в файлы Microsoft Office Excel (.xls, .xlsx), Microsoft Office Word (.doc, .docx) и Adobe Reader (.pdf);
- получение справочного материала во время работы программы;
- вывод результатов расчета на печать.

На рис. 2 приведено главное окно программы.

5. Создание дистрибутива программы. Дистрибутив создан с помощью пакета Inno Setup. Установка программы дает возможность быстрого начала работы с программой, а также позволяет быстро удалить ее с компьютера пользователя.

6. Реализация справочной системы программного обеспечения с использованием пакета Help & Manual 5. Результатом работы на этом этапе является создание файла справки с расширением .chm.

Анализ результатов использования программы

Для анализа было сделано несколько вариантов расчета. Рассмотрим вариант работы котла-утилизатора при повышенной температуре входящих газов 900°C и расходе $55000 \text{ м}^3/\text{ч}$ для агрегатов КУ-40 и КУ-60.

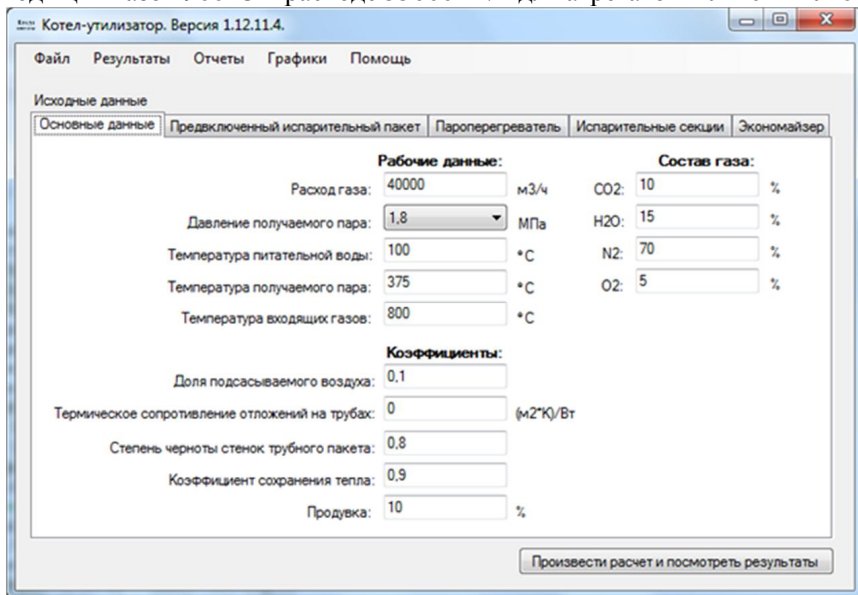


Рис. 2. Главное окно программы

По результатам расчета можно сделать следующие выводы:

1. Температура отходящих газов в котле-утилизаторе КУ-40 248⁰С, а в КУ-60 – 243⁰С. Температуры отходящих газов в обоих агрегатах примерно одинаковые, это говорит об одинаковой утилизации тепла в обоих агрегатах.
2. Температура получаемого пара в котле-утилизаторе КУ-40 382⁰С, а в КУ-60 – 417⁰С. Таким образом, КУ-60 позволяет получать пар более высокой температуры. Это обусловлено большими размерами поверхности нагрева в пароперегревателе;
3. Паропроизводительность в котле-утилизаторе КУ-40 4,45 кг/с, а в КУ-60 – 4,38 кг/с. Паропроизводительность отличается незначительно;
4. Котел-утилизатор КУ-40 работает в перегруженном режиме, из-за чего происходит ускоренный режим старения всех частей агрегата. Котел-утилизатор КУ-60 работает в недогруженном режиме, это благоприятный для агрегата режим. С экономической точки зрения применение агрегата КУ-60 более оправдано при температуре входящих газов 900⁰С.

Рассмотрим вариант работы котла-утилизатора при пониженной температуре входящих газов 600⁰С и расходе 55000 м³/ч для агрегатов КУ-40 и КУ-60.

По результатам расчета при разных температурах дымовых газов можно сделать следующие выводы:

1. Паропроизводительность при температуре входящих газов 600⁰С в котле-утилизаторе КУ-40 2,48 кг/с, а в КУ-60 – 2,46 кг/с. Паропроизводительность отличается незначительно. При снижении температуры дымовых газов с 900⁰С до 600⁰С паропроизводительность снижается практически в 2 раза. Таким образом, котел-утилизатор эффективно работает при температуре дымовых газов 600-900⁰С. При более высокой температуре значительно снижается межремонтный цикл работы агрегата, а при более низкой температуре агрегат становится неэффективным;
2. Температура получаемого пара снижается при уменьшении температуры дымовых газов. Колебание температуры получаемого пара составляет до 30⁰С при изменении температуры от 600⁰С до 900⁰С.

Заключение

В ходе работы был создан программный продукт «Котел-утилизатор». Разработанное программное средство обеспечивает функциональность, достаточную для проведения теплотехнических расчетов и определения основных параметров конвективного котла-утилизатора различных типов. С использованием разработанного программного обеспечения проведены расчетные исследования работы котла-утилизатора при повышенной температуре входящих газов 900⁰С и расходе 55000 м³/ч для агрегатов КУ-40 и КУ-60.

Библиографический список

1. Гольцев В.А., Матюхин В.И. Тепловой расчет котлов-утилизаторов: Методические указания к лабораторным занятиям. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 17 с.
2. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические (отраслевой каталог). – М.: ВНИИТЭМР, 1985.
3. Либерман Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения. – М.: Энергия, 1979. – 224 с.
4. Паровые котлы малой мощности, котлы-утилизаторы и вспомогательное оборудование котельных (каталог-справочник). – М.: Энергия, 1965. – 222 с.

*Руководитель работы к.т.н., доцент кафедры
«Теплофизика и информатика в металлургии»
Института материаловедения и металлургии УрФУ
В. В. Лавров.*

Дата представления работы: 21.12.2012

МОБИЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ MTOUCH

Огнева Е.С., Майорова Е.С.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И.Носова»,*

*Россия 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38
vintagemickey12@gmail.com*

Аннотация

В настоящее время активно внедряются в учебный процесс системы дистанционного обучения (СДО). Одним из способов использования СДО является мобильное обучение. В статье рассмотрено приложение для работы в системе *LMS-Moodle* помощью использования мобильного устройства *iPhone*. Мобильное обучение не может полностью заменить традиционные способы получения знаний, но предоставляет немало возможностей для обучения в современном мире.

Abstract

Presently distant learning system (DLS) is actively introduced in learning process. One way of using DLS is Mobile Learning. In the article the application for *LMS Moodle* was examined using *iPhone*. Mobile Learning is not able to completely change the conventional system of education but has a lot of opportunities for studying in modern world.

Актуальность работы

К 2012 году в мире насчитывается более 6,5 миллиарда мобильных устройств. Их число достигло численности населения Земли. Не использовать такой потенциал мобильных технологий в обучении – неразумно.

С 2010 года вузы Российской Федерации приняли к руководству новые Федеральные образовательные стандарты для обучения студентов по многоуровневой системе. Согласно новым документам ведены понятия компетенций и новые формы обучения, которые должны быть согласованы в социальном заказе [1, 2].

Мобильное обучение как инструмент высшего образования

Как известно, многие ВУЗы используют в обучении образовательные порталы, такие как *LMS Moodle*, *E-learning*, «Прометей» др. [3, 4]. Чтобы получить полный доступ к ресурсам портала из любого места нахождения разрабатывается технология мобильного обучения.

Мобильное обучение – это обучение в условиях, когда студенты и преподаватели имеют мобильный доступ (с использованием 3G или GPRS технологий) к образовательным ресурсам. При этом они взаимодействуют друг с другом. Выбранное мобильное устройство позволяет осуществить вход на образовательный портал и скачать предоставленные материалы, ответить на вопросы в форуме или пройти тестирование.

Образовательный портал (информационная образовательная среда) – это интернет-портал, в котором находятся все необходимые ресурсы для обучения.

Анализ различных источников [5,6] позволил сформулировать основные цели внедрения мобильного обучения:

- повышение качества образования;
- сделать процесс обучения гибким и доступным;
- улучшение усвоения учебного материала;
- формирование у студентов качеств и умений, таких, как критическое мышление, способность к решению творческих задач, умение мыслить глобально.

Портал LMS Moodle для мобильных устройств

В настоящее время уже разработано несколько приложений для работы в *LMS Moodle* с мобильных устройств, в частности для *iPhone – mTouch*, *MyMoodle*, *mPage*, *Mboti* др.

Осуществить вход на портал *LMS Moodle* с мобильных устройств можно одним из трех способов:

- 1) воспользоваться web-браузером для открытия сайта *LMS Moodle*;
- 2) установить специализированное приложение на мобильное устройство для работы с сайтом *LMS Moodle*;
- 3) системные администраторы *LMS Moodle* устанавливают доступность системы для мобильных устройств через серверные расширения [6].

Остановимся на втором способе и подробнее рассмотрим работу приложения *mTouch*.

Данное приложение было загружено с магазина приложений *AppStore* компании *Apple*.

Виды других приложений находятся на сайте http://docs.moodle.org/dev/Mobile_app.

На рис.1 представлен вид приложения в магазине *AppStore*. Это приложение поддерживает только сценарий работы студента.

Функциональные возможности *mTouch*:

- настройка и сохранение сведений о подключении к одному или нескольким сайтам *LMS Moodle* (при этом будет активно только одно соединение);
- участие в форумах;

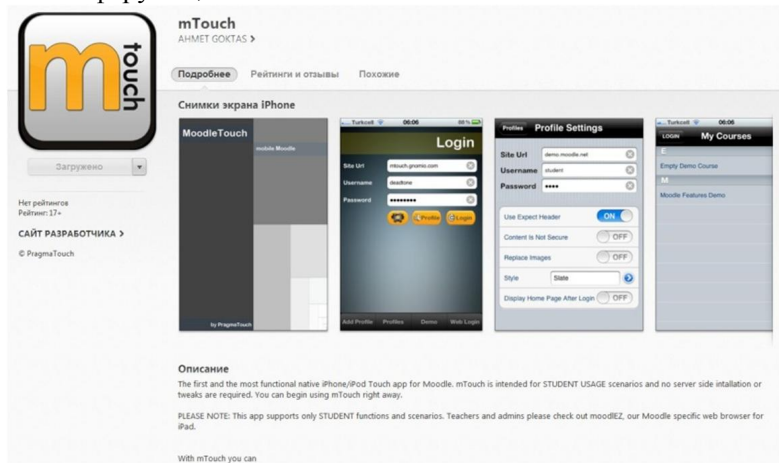


Рис.1. Вид приложения *mTouch* в *AppStore*

- уведомление предстоящих событий с возможностью добавления события в календарь;
- работа с глоссарием курса;
- просмотр курсов и их содержимого (рис.2, 3);
- просмотр оценок курса (рис. 6);
- скачивание документов с портала *LMS Moodle* на мобильное устройство, с дальнейшим хранением в памяти устройства (рис. 7);
- просмотр Wiki (подобен блогам или Веб-журналам, за исключением того, что каждый студент может расширять содержание, редактировать, оставлять комментарий и т.д.);
- общение в чатах курса;
- осуществление доступа к файлам (необходимо скопировать файлы с компьютера в программу *mTouch* через программу *iTunes* – рис.8);
- добавление списка участников курса в адресную книгу. Участник автоматически добавится при нажатии на его имя (рис.9).

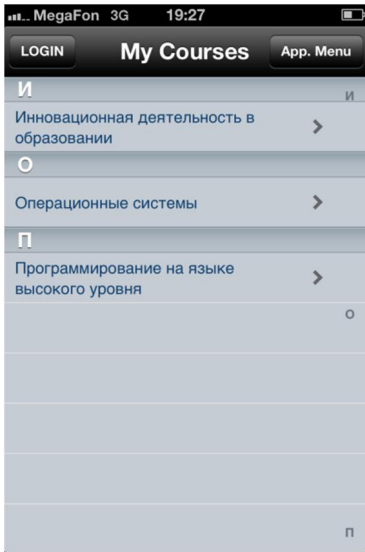


Рис.2. Просмотр курсов в приложении mTouch



Рис.3. Просмотр содержимого курса в приложении mTouch

– прохождение тестирований и просмотр результатов (рис.4, 5);

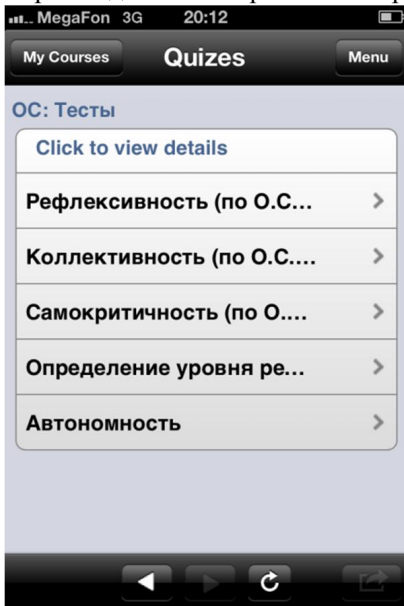


Рис.4. Просмотр тестов в mTouch



Рис.5. Просмотр результата тестирования

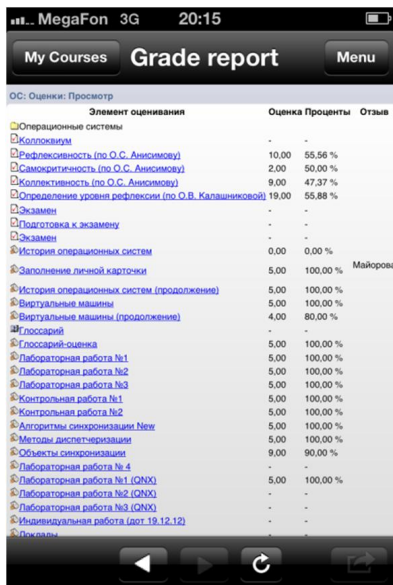


Рис.6. Просмотр оценок курса



Рис.7. Скачивание документов на мобильное устройство

Одним из основных достоинств является распространение учебных материалов между пользователями благодаря современным беспроводным технологиям (3G, Wi-Fi), что не требует приобретения персонального компьютера и бумажной учебной литературы, т.е. экономически оправдано. Также использование приложения *mTouch* позволяет свободно перемещаться и дает возможность учиться людям с ограниченными возможностями. И не стоит забывать, что приложения для мобильного обучения постоянно совершенствуются. Не смотря на простоту использования и мультимедийный контент (предоставление информации в графической и текстовой формах), что способствует лучшему усвоению и запоминанию учебного материала, повышению интереса к обучению, приложение имеет и недостатки.

Наиболее объемные материалы, как правило, загружаются на телефон через персональный компьютер или карту памяти. Так же доставляет неудобство ограниченность клавиатуры и малый размер экрана. В виду многообразия операционных систем данное приложение доступно не для всех мобильных устройств. В свою очередь мобильные устройства, с помощью которых возможен доступ к данному приложению, являются дорогостоящими.

Общие файлы

Перечисленные ниже программы могут использоваться для переноса документов с iPhone на компьютер и обратно.

Программы



Документы mTouch

Документы mTouch	Дата	Размер
Downloads	05.12.2012 11:21	96 КБ
MTouch	Сегодня 20:14	840 КБ

Рис.8. Загрузка файлов в программу mTouch

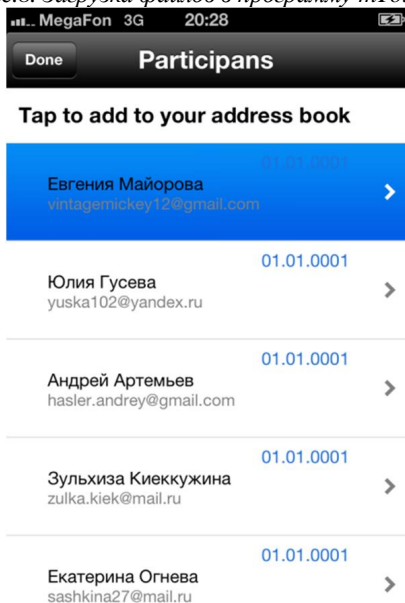


Рис.9. Добавление участников в адресную книгу

Заключение

В статье рассмотрено приложение для работы с системой дистанционного обучения *LMS Moodle*. Были выявлены достоинства и недостатки приложения *mTouch*.

Конечно, обучение с помощью мобильных устройств менее удобно т.к. многие функции недоступны, но нужно отметить, что с мобильным обучением студент всегда будет в курсе того, что происходит в учебном процессе.

Используемые источники

1. Логунова О.С., Королева В.В. Оценка социального заказа подготовки специалистов в многоуровневой системе образования России. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 5. – С. 43 – 52.
2. Логунова О.С., Королева В.В., Белявский А.Б. Управление подготовкой специалистов в области информационных технологий: компетентност-

ный подход. // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 12. – С. 63 – 69.

3. Разинкина Е. М. Концепция непрерывной опережающей профессиональной подготовки кадров для горно-металлургической отрасли : монография / Е. М. Разинкина, Е. А. Ильина и др. – М. : Издательский дом Академия Естествознания, 2011. – 144 с.

4. Сичная М.А., Ильина Е.А. Об электронном деканате Moodle // Актуальность проблемы современной науки, техники и образования: междунар. научн.-техн. конф.. – Магнитогорск : Из-во гос. техн. ун-та, 2012. – Т.2. С. 18 – 19.

5. Wiki.vspu.ru портал образовательных ресурсов [Электронный ресурс] : Портал образовательных ресурсов Волгоградского государственного социально-педагогического университета / Под ред. Сергеева А.Н., Ульяновко Е.Н.– Электрон.дан.– [Волгоград].– Режим доступа: <http://wiki.vspu.ru/workroom/m-learning/index>, свободный. –Загл. с экрана.

6. Портал Trainings.ru [Электронный ресурс] : специализированная интернет-площадка, посвященная исключительно вопросам обучения и развития персонала (Training&Development) / Сделано в студии Артемия Лебедева.– Электрон.дан.– М.: Режим доступа:

<http://www.trainings.ru/library/articles/?id=6321> свободный. –Загл. с экрана.

7. Moodle 2.4 documentation[Electronic resource] – 2012. – Modeofaccess: http://docs.moodle.org/22/en/Mobile_Moodle_FAQ

*Руководитель работы к.п.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики*

Ильина Е.А.

Дата представления работы: 21.12.2012

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СУШИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Р. Р. Мухаметшин

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
raf4.07@mail.ru*

Аннотация

Работа посвящена разработке программного обеспечения для расчета теплового баланса электрической сушильной печи. Рассмотрены основные этапы разработки программного обеспечения: постановка задачи, разработка технического задания, алгоритмического обеспечения, проектирование и реализация программного средства, создание справочной документации, подготовка дистрибутива. Основными функциями программного обеспечения является расчет теплового баланса и основных показателей печи. Основные пользователи программного обеспече-

ния – инженеры, контролирующие ход технологического процесса и студенты ВУЗов.

SOFTWARE DEVELOPMENT TO CALCULATION OF THE THERMAL BALANCE OF ELECTRICITY DRYING FURNACE

R. R. Mukhametshin

Abstract

Work is devoted the development of software for the calculation of the heat balance of electric drying furnace. The main stages of software development: formulation of the problem, the development of terms of reference, algorithmic support, design and implementation of the tools, the creation of help documentation, training distribution. The main features of the software is to calculate the heat balance and the main indicators of the drying furnace. The main users of the software – the engineers who control the technological process and university students.

Актуальность работы

Тепловой баланс печи состоит из ряда статей прихода и расхода теплоты, которые необходимо рассчитать, чтобы определить необходимое количество теплоносителя. Следовательно, для составления теплового баланса должны быть полностью известны конструкция печи, вид теплоносителя, тепловой режим, производительность. В ряде случаев тепловому балансу предшествует расчет материального баланса плавки [1, 2].

В данной работе произведен процесс информатизации расчета теплового баланса электрической сушильной печи. В электропечах значительно легче производить регулировку температуры в рабочем пространстве с достаточно высокой точностью. В электропечах намного легче создать требуемую печную атмосферу, а рабочее пространство легче герметизировать.

Цели и задачи работы

Целью является создание программного продукта, автоматизирующего рутинные операции по составлению теплового баланса, и исследование различных факторов на статьи расхода тепла.

В задачи входят следующие пункты:

- изучить методику расчета теплового баланса;
- составить расчетную модель средствами Microsoft Excel;
- программно реализовать решение задачи.

Результаты реализации решения задачи

Объект информатизации представляет собой печь электросопротивления камерного типа, имеющую выносные (отделённые от рабочего пространства) топки и тележку и предназначенную для сушки литейных форм и стрижней. Принцип действия печи периодический.

Для проверки корректности методики расчета [1] наглядного представления алгоритма работы программного обеспечения создан файл с

помощью Microsoft Office Excel. На основе методики расчета были составлены функциональная диаграмма расчета средствами Microsoft Visio 2010 и спецификация. На рис. 1 приведен фрагмент диаграммы, который отображает расчет конечных величин.

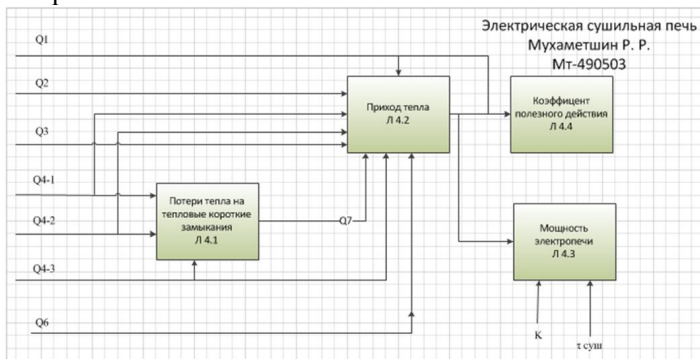


Рис. 1. Фрагмент диаграммы

Следующий этап разработки – функциональное моделирование системы с дальнейшей разработкой архитектуры приложения. Каждая диаграмма функциональной модели (рис. 2) разделена на несколько составляющих: процессы, связанные с операциями над исходными данными (загрузка, редактирование, сохранение), процесс расчета и процессы формирования и отображения отчета. Архитектура представляет из себя схему, которая включает в себя взаимосвязанные блоки. Пользователь взаимодействует с графическим интерфейсом программы. В свою очередь интерфейс вызывает все необходимые функции, как показано на рис. 3.

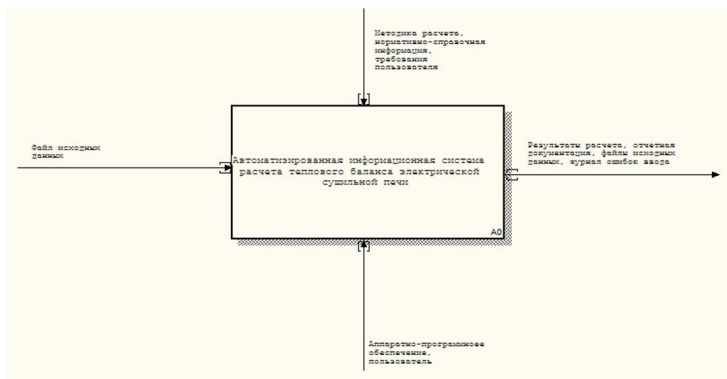


Рис. 2. Фрагмент функциональной модели

В дальнейшем разработана математическая библиотека на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2010. Она представляет из себя динамически подгружаемую библиотеку dll. В нее закладывается весь математический аппарат, реализованный в данном программном продукте.

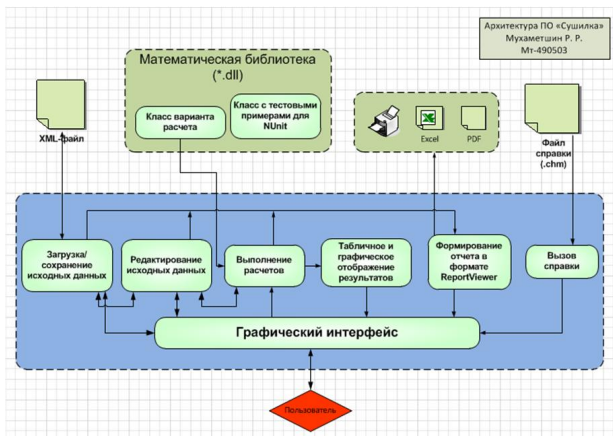


Рис. 3. Архитектура программы

Программный интерфейс, с которым непосредственно взаимодействует пользователь, разработан в виде отдельного самостоятельного проекта. Далее к нему подключается динамическая библиотека и собирается общий проект. Преимущество данного подхода заключается в возможности модернизации алгоритма расчета, исправления в нем недоработок или неточностей без перекомпиляции программы путем обновления файла математической библиотеки dll. На рис. 4 изображено главное окно интерфейса программы.

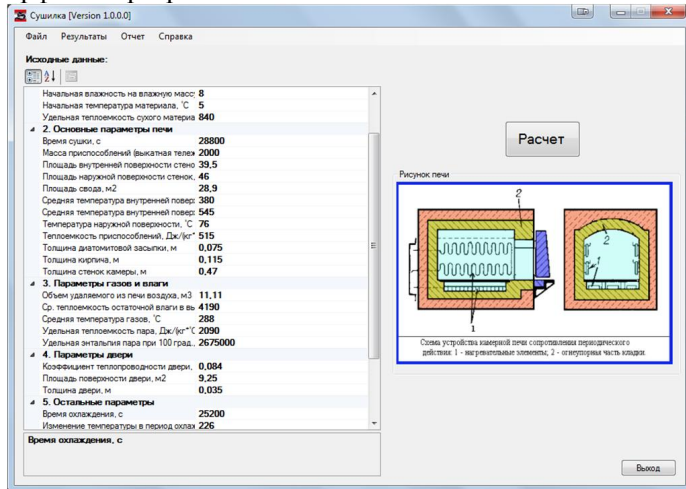


Рис. 4. Главное окно программы

В рамках проекта создана контекстно-зависимая справка, которую можно вызывать во время работы программы. Она содержит всю необходимую информацию по продукту, технологию его использования и описание возможных ошибок.

Следующим этапом было создание дистрибутива в рамках среды Microsoft Visual Studio 2010 посредством встроенной возможности добавления проекта развертывания.

Полученный продукт обладает следующим функционалом:

- возможность ввода и корректировки исходных данных;
- возможность сохранения введенных исходных данных;
- контроль над вводом данных и недопущение ввода некорректных данных;
- представление результатов расчета в численном виде и в виде графического изображения;
- настройка и создание отчета о работе программы с возможностью экспорта в форматы Word, Excel, PDF;
- возможность получения справочного материала во время работы программы.

Также с помощью программы можно производить анализ тепловой работы печи. Для этого достаточно изменять необходимые исходные параметры, чтобы понять, как это повлияет на результаты сушки материалов и показатели печи, такие как статьи расхода, мощность, коэффициент полезного действия и т.д.

Заключение

Разработанное программное средство позволяет решить задачу расчета теплового баланса электрической сушильной печи. Таким образом, заложенная в начале этапа проектирования функциональность была достигнута. Основные пользователи программного обеспечения – инженеры, контролирурующие ход технологического процесса и студенты.

Библиографический список

1. Гордон, Я. М. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Гордон Я. М., Зобнин Б. Ф., Казяев М. Д. [и др.] // Учебник для студентов вузов. Издание 3-е. М., «Металлургия», 1993, с. 368.
2. Матрюков, Б. С. Теплотехнические расчеты промышленных печей / Матрюков Б. С. // Издательство «Металлургия», 1972, с. 368.
3. Бадд, Т. Объектно-ориентированное программирование в действии / Т. Бадд // СПб.: Питер, 2000.
4. Гамма, Э. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: пер. с англ. / Э. Гамма, Р. Хелм // СПб.: Питер, 2007, 368 с.

*Руководитель работы к.т.н., доцент кафедры
«Теплофизика и информатика в металлургии»
Института материаловедения и металлургии УрФУ
В. В. Лавров.*

Дата представления работы: 21.12.2012

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Д. В. Свалов, Д. С. Яковлева

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г. И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
dsvalov@agentd.ru*

Аннотация

В данной статье рассмотрена проблема автоматического извлечения данных из текстов на естественном языке, описан способ реализации компьютерного представления извлеченных знаний и осуществления запросов на естественном языке по ним.

SYSTEM OF COMPUTER REPRESENTATION OF KNOWLEDGE DEVELOPMENT FOR SEMANTIC ANALYSIS OF NATURAL LANGUAGE TEXTS

D. V. Svalov, D. S. Yakovleva

Abstract

This article describes automatic data extraction from natural language texts problem, the way to implement computer representation of extracted knowledge and the way to query it using natural language.

Актуальность работы

В настоящее время с развитием информационных технологий и увеличением объема знаний, доступных человечеству, появляется необходимость автоматизировать переработку огромного количества информации, записанной в свободной форме. Это предоставит человеку возможность быстрого поиска необходимых ему знаний и представления их в удобной для читателя форме.

Частично эта задача решается поисковыми системами, которые используют методы TF-IDF [1] или PageRank [1, 2]. Однако эти методы не имеют ничего общего с семантикой и пониманием индексируемых текстов. Такие методы основаны на подсчете терминов, документов, количестве ссылок на другие ресурсы. И если для небольших по объему текстов, типичных для сети интернет, это приемлемо, то для поиска необходимой информации в большом тексте, имеющем сложную структуру, такие методы не подходят. В данном случае необходим более глубокий семантический анализ исходного текста.

Другим примером применения семантического анализа является автоматический перевод текстов с одного языка на другой. Большое ко-

личество толкований, которое может быть дано каждому слову и словосочетанию в зависимости от контекста, приводит к необходимости использования промежуточных представлений.

Описание промежуточного представления

Обычно в качестве промежуточного представления используется семантическая сеть в виде ориентированного графа. Такое представление обеспечивает быстрый поиск информации и позволяет строить грамматические конструкции на целевом языке вне зависимости от порядка слов в исходном языке.

В реальных текстах для промежуточного представления недостаточно одной семантической сети, кроме того, часто не удастся ее правильно построить, так как для этого необходим анализ контекста. Для корректного построения семантической сети можно использовать базу знаний для исходного языка.

Конструкция базы знаний

Рассмотрим возможную конструкцию подобной базы знаний.

Здесь в качестве объектов используются слова исходного языка с категориальной информацией о них (часть речи, род, склонение). Как известно, слова вступают между собой в следующие виды семантических отношений: синонимы и антонимы.

Кроме того, каждое слово имеет так называемую дополнительную семантическую информацию об объекте, выраженную в виде разных других грамматических значений, например, определения. Именно эта информация будет использоваться при построении семантической сети для конкретных фраз при недостатке отдельных сведений из предметной области.

Ни одна современная вычислительная машина не сможет разместить в оперативной памяти всю базу знаний естественного языка, пригодную для применения в практических задачах. В этом случае можно использовать одну из существующих реляционных баз данных, объекты которой будут размещаться в отдельной таблице со своими атрибутами. Введем отношение «многие ко многим» внутри самой таблицы с отношениями отдельных объектов к дополнительной семантической информации по типу «один к одному». Определим написание слов индексировым полем в таблице, так как поиск по ним будет осуществляться чаще, чем добавление новых слов.

Так мы получим хранилище данных, размер которого (ограниченный только техническими особенностями конкретной СУРБД) значительно превышает объем оперативной памяти вычислительной машины, с относительно быстрым поиском по нему при помощи SQL-запросов.

Конструкция семантической сети

Перейдем теперь к рассмотрению устройства семантической сети. В нашей работе мы будем использовать неоднородную бинарную семантическую сеть. Бинарной ее можно назвать условно, так как такая связь может существовать между словом и целым выражением, представленным в реальной связи с ключевым словом.

Узлами в сети будут слова, не являющиеся вспомогательными и находящиеся в начальной форме. Дуги – связи между словами, сохраняющие, при необходимости, вспомогательные слова для образования связных предложений, когда сеть преобразуется обратно в связный текст.

Определим следующие типы связей сети: прямые, обратные и косвенные.

Прямые связи отражают последовательность слов в исходной фразе. При преобразовании сети обратно в связный текст в первую очередь берутся в расчет именно эти связи. Рассмотрим пример: «Белая кошка сидит на черном столе». Здесь прямыми связями будут «кошка (какая?) белая», «кошка (что делает?) сидит», «сидит (где?) на столе», «на столе (каком?) черном».

Обратные связи направлены противоположно прямым и служат для поиска ответа на интересующие пользователя вопросы вида «кто сидит на столе?» для приведенного выше примера. Таким образом, обратными связями будут «белая (кто?) кошка», «сидит (кто?) кошка», «на столе (что делает?) сидит», «на черном (чем?) столе».

Косвенные связи не связаны с порядком слов в предложении, но служат для отражения дополнительных отношений. В приведенном примере косвенными связями будут «кошка (где?) на столе», «на столе (кто?) кошка».

Таким образом, семантическая сеть для приведенной фразы представлена на рис. 1.

Разбор вопросов пользователя

Вопросы, задаваемые пользователем, можно формировать на естественном языке. Вопросы часто имеют фиксированную форму, поэтому для их разбора можно воспользоваться синтаксическим анализом.

Синтаксисом языка называется совокупность правил построения текста – предложений и отдельных их составных частей, т.е. правил построения конструкций языка [3]. Инструментом изучения синтаксиса языка является синтаксический анализ (парсинг). Его результатом обычно является дерево разбора.

Кроме исходных кодов на языках программирования, парсингу можно подвергнуть и тексты на естественном языке.

Большинство языков программирования можно описать при помощи контекстно-свободных грамматик, в то время как естественные

языки могут быть описаны только при помощи контекстно-зависимых грамматик. Это делает невозможным использование генераторов парсеров для существующих языков программирования. Впрочем, полная грамматика реально существующих естественных языков хоть и конечна, но очень велика, что требует применения приближенных методов решения задач синтаксического анализа (применение искусственных нейронных сетей, статистических методов).



Рис. 1. Семантическая сеть

В данной работе для осуществления синтаксического анализа мы будем применять библиотеку NLTK (Natural Language ToolKit – библиотека для работы с естественным языком). NLTK использует лингвистические корпуса – совокупность текстов, собранных в соответствии с определенными принципами, размеченных по определенному стандарту и обеспеченных специализированной поисковой системой.

Однако полученное в результате синтаксического анализа дерево разбора не сможет дать представление о смысле вопроса. Для этого можно воспользоваться упрощенным вариантом грамматики исходного языка, ориентированным на вопросы.

В [4] приводится пример преобразования вопросов о городах и странах в SQL-запрос к базе данных. Для этого используется грамматика следующего вида:

```

start S
S[SEM=(?np + WHERE + ?vp)] -> NP[SEM=?np] VP[SEM=?vp]
VP[SEM=(?v + ?pp)] -> IV[SEM=?v] PP[SEM=?pp]
VP[SEM=(?v + ?ap)] -> IV[SEM=?v] AP[SEM=?ap]
NP[SEM=(?det + ?n)] -> Det[SEM=?det] N[SEM=?n]
PP[SEM=(?p + ?np)] -> P[SEM=?p] NP[SEM=?np]
AP[SEM=?pp] -> A[SEM=?a] PP[SEM=?pp]
  
```

NP[SEM='Country="greece"] -> 'Greece'

NP[SEM='Country="china"] -> 'China'

Det[SEM='SELECT'] -> 'Which' / 'What'

N[SEM='City FROM city_table'] -> 'cities'

IV[SEM=""] -> 'are'

A[SEM=""] -> 'located'

P[SEM=""] -> 'in'

К примеру, вопрос «Which country is Athens in?» будет преобразован в SQL-запрос «SELECT Country FROM city_table WHERE City='Athens'». И если в таблице Country базы данных есть строка, удовлетворяющая данному условию, система даст ответ «Greece».

Приведенная грамматика предназначена только для поиска соответствия между городом и страной и для поддержки широкого круга вопросов по содержанию базы знаний и семантической сети должна быть расширена.

Заключение

Рассмотренная система, состоящая из базы знаний, семантической сети и механизма разбора вопросов пользователя и поиска ответа на них, является не единственным компонентом систем семантического анализа текстов на естественном языке. Семантическая сеть является результатом семантического анализа, и ее эффективная реализация как структуры данных позволит упростить как ее построение, так и поиск по ней.

Библиографический список

1. Маннинг, Кристофер Д., Рагхаван Прабхакар, Шютце, Хайнрих. Введение в информационный поиск.: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2011. – 528 с.: ил.
2. Brin S., Page L. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. In: Seventh International World-Wide Web Conference (WWW 1998), April 14-18, 1998, Brisbane, Australia.
3. Карпов Ю. Г. Теория и технология программирования. Основы построения трансляторов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 272 с.: ил.
4. S. Bird, E. Klein, E. Loper. Natural Language Processing with Python. O'Reilly Media, Inc., 2009. – 479 с.

*Руководитель работы доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Зарецкий М. В.*

Дата представления работы 21.12.2012

О СТРУКТУРЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ

М. У. Арстымбаева

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», Россия 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38
colnce1990@mail.ru*

Аннотация

В статье устанавливается статус терминографии русского языка, как науки о теории и практике создания специальных терминологических словарей. Эта дисциплина комплексная, объединяющая и терминоведение как науку о терминах, и лексикографию как искусство создания словарей. Уделено внимание понятию терминологического словаря и его структуре. А также выделены основные требования, необходимые для грамотного конструирования терминологического словаря.

ABOUT THE STRUCTURE OF TERMINOLOGICAL DICTIONARY

M. U. Arstymbaeva

Abstract

In this article there's the status of the Russian language's terminography as the science of the theory and practice of special terminology dictionaries. This discipline is a comprehensive one and the science of terminology and lexicography are unified by it as the science of terms, as the art of creation dictionaries. Attention is paid to the notion of terminological dictionary and its structure. In addition basic requirements were provided which are necessary for competent construction of terminology dictionary.

Актуальность работы

Большая часть имеющихся сегодня в распоряжении специалистов справочной литературы носит энциклопедический характер. Такие издания содержат большой объем материала при относительно небольшом количестве рассматриваемых понятий или представляют собой весьма обширные, многотомные, руководства. И в том, и в другом случае поиск необходимого понятия оказывается в значительной степени затрудненными. Создание компактно терминологического словаря, удобного для использования в учебном процессе, оказалось возможным благодаря отказу от включений в него подобных разъяснений, развернутого иллюстративного материала, ссылок на литературу и справок из нормативных документов.

Как известно, процесс обучения в ВУЗах предполагает как овладение комплексом наук, технических, естественных и гуманитарных, так и усвоение используемых в рамках этих наук терминов в их совокупности – терминологических систем.

Цель работы

Цель работы – разработать принципы лексикографического описания термина, позволяющего не только представить в словаре термин и обозначаемое им специальное понятие, но и продемонстрировать их соотношение с другими терминами и понятиями в пределах определенной терминологической системы.

В связи с этим необходимо решить следующие *задачи*:

- 1) выявить сущность понятий «термин», «терминологический словарь»;
- 2) охарактеризовать лексикографические параметры;
- 3) описать концепцию словаря;
- 4) определить основные требования к терминологическому словарю;
- 5) сделать вывод.

Каждая из терминологических систем представляет собой автономное образование со своими признаками. Однако при всем разнообразии отраслей научного знания, обслуживающие их терминологические системы неизбежно обнаруживают общие черты. Причина подобия кроется в единстве выполняемых функций: любая система терминов призвана обеспечить полноценную коммуникацию представлений определенной отрасли знаний. Немаловажным оказывается и другой фактор, который можно обозначить как «искусственность»: В отличие от естественного языка, терминологическая система сознательно формируется, и процесс формирования контролируется научным сообществом.

Степень восприятия любой научной информации определяется знанием специальных терминов, поскольку именно они составляют ее основу, будь то учебное пособие, научная статья или инструкция, новый программный продукт или Интернет – ресурс. Основным объектом исследования в терминоведении являются специальные лексические единицы, в первую очередь термины. Специальные лексемы изучаются в терминоведении с точки зрения их типологии, происхождения, формы, содержания (значения) и функционирования, а также использования, упорядочивания и создания. Поскольку специальные лексемы неразрывно связаны с понятиями соответствующих областей знания, терминология всегда была в центре внимания ученых-лингвистов. Для уяснения понятийного аппарата той или иной отрасли знания, однозначности и четкости терминов необходимым является составление словарей. Этой задачей, прежде всего, занимается лексикография.

Лексикография, занимающиеся практикой и теорией составления словарей, является тем разделом языкознания, для которого характерна наиболее отчетливая направленность на широкого потребителя лингвистической информации.

Словарь – это книга, содержащая перечень слов, расположенных по тому или иному принципу, с теми или иными объяснениями. Тип сло-

варя определяется основной информацией, которую он содержит, его общим назначением. Чаще всего словарь не ограничивается перечислением слов, он поясняет, толкует их или рассказывает о том, какие вещи, явления стоят за этими словами, или дает сведения о правописании, произношении, происхождении слова и т.д.

Объективно развитие терминоведения опережает достижения терминографии. Отчасти такое опережение объясняется тем, что терминологические словари составляют, как правило, специалисты узких отраслей знаний, не имеющие достаточной языковедческой подготовки. Задача терминографии, поэтому и состоит в объединении усилий специалистов и лингвистов на поприще терминологического «словарестроения».

Призвание создателей терминологических словарей состоит в этой связи в том, чтобы как можно быстрее уменьшить этот разрыв, выдвинув научно обоснованные принципы практической работы над терминологическими словарями.

Таким образом, терминологические словари – это словари, содержащие терминологию одной или нескольких специальных областей знаний или деятельности. Терминологические словари отражают достижения терминологической лексикографии (терминографии) – одного из разделов общей лексикографии.

У каждого словаря есть своя концепция. Иными словами, в словаре воплощается определенная система взглядов его составителей на назначение, объем словаря и принципы отбора описываемых единиц и различных их аспектов. Концепция обычно разъясняется в вводной статье словаря, которая одновременно может быть и руководством для его читателей. В ней, как правило, характеризуется состав, порядок следования и условности зон словарных статей.

Словарная статья по своей структуре и характеру содержащейся в ней информации приближена к словарной статье современных терминологических словарей, она состоит из шести зон: заголовочное слово (термин или словосочетание) – термин в его исходной форме; сведения о грамматических характеристиках термина; термины близкие или соотносимые с данными по смыслу; запретительные пометы; зона этимологии; толкование термина.

Как видно из перечня зон, составляющих словарную статью, в словаре содержатся сведения о термине, дающие пользователю возможность составить представления о значении, источнике и путях его заимствования, а также о правилах функционирования термина в речи/тексте.

Наиболее общие требования к терминологическим словарям сформулировал С.В. Гринёв:

– адекватный охват специальной лексики избранной предметной области;

- наличие необходимой информации о специальных лексических единицах;
- отсутствие ненужных сведений, увеличивающих объём словаря и затрудняющих поиск нужной информации;
- унификация композиции и ссылочного аппарата однотипных словарей для облегчения пользователям перехода от одного словаря к другому;
- максимальная гармония между всеми элементами методической установки и композиции словаря.

Заключение

Терминологические словари, представляют собой особый тип словарей, для которых свойственны некоторые отличительные признаки (они описывают терминологическую систему; они иначе интерпретируют свои объекты, чем другие словари; они профессионально ориентированы). Основной задачей терминологического словаря является отражение системных связей между включенными в него единицами.

Терминологические словари русского языка, отображая в систематизированном виде определенные специальные области знаний и человеческой деятельности, выполняют не только информационную, справочную, но и познавательную, учебную, систематизирующую, классификационную и другие функции.

Библиографический список

1. Долгополов О. В. Основы бухгалтерского учета и налогообложения: Терминологический справочник для строительных специальностей университета / О. В. Долгополов; О. В. Селиванова; Е. В. Колокольцева; под ред. М. Г. Абиловой. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. – 303 с.
2. Гринев-Гриневиц С. В. Терминоведение: учеб. Пособие для студ. заведений / С. В. Гринев – Гриневиц. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
3. Дубичинский В. В. Лексикография русского языка: учеб. Пособие / В. В. Дубичинский. – М. : Наука: Флинта, 2009. – 432 с.
4. Шимчук Э. Г. Русская лексикография: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 320 с.
5. Долгополов О. В. Материалы к толково – этимологическому словарю библейских крылатых слов и выражений: Выпуск 1 (А иные усомнились – Агнец непорочный) / О.В. Долгополов.

*Руководитель работы к.п.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Ильина Е.А.*

Дата представления работы: 20.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА ПО НАПРАВЛЕНИЮ 230100 – «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

З.Г. Каприлевкая

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им Г. И. Носова», Россия, 455000, Челябинская обл.,
г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38*

Аннотация

В работе определены объект и предмет научного исследования, а так же поставлены цели и задачи. Проведенный анализ позволил построить дерево целей и задач. В ходе анализа выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа.

THE THEORETICAL INFORMATION ANALYSIS FOR MODEL MONITORING OF COMPETENCE GRADUATE ON FORWARD 230100 – "INFORMATICS AND COMPUTER TECHNIQUES"

Z.G. Kaprilevskaia, E.A. Ilina

Abstract

We define the object and the subject of scientific research, and also the goals and objectives set in this work. Our analysis allowed us to construct the tree of goals and objectives. During the analysis was highlighted the subsystem and the interconnection between them for the monitoring model of competence of graduates from the university.

Актуальность работы

В современном мире повышение качества образования является одной из актуальных проблем. Как правило, в вузах студенты получают естественно-научную, гуманитарную и общеинженерную подготовку, обучаясь на протяжении двух-трех лет, а специальные дисциплины изучаются на старших курсах. В результате чего выпускники имеют академические знания. В то же время предприятия предъявляют требования не к конкретным знаниям, а к компетенциям молодых работников.

Из этого следует, что основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не система знаний, умений и навыков, а способность человека действовать в конкретной жизненной ситуации, то есть специалист должен быть компетентным.

Это позволило определить **тему научно-исследовательской работы**: «Модель мониторинга развития компетенций выпускников-бакалавров ВУЗа по направлению 230100 – Информатика и вычислительная техника». В качестве **объекта исследования** был выбран образовательный процесс в условиях информационной образовательной среды. **Предметом исследования** является информационное, математическое и

программное обеспечение образовательного процесса: комплекс программных средств необходимых для обработки информации модели мониторинга развития компетенций.

Применение информационных технологий в образовательном процессе высшей школы требует модернизации образования, необходимы изменения в оценке качества образовательных услуг, которые, в соответствии с социальным заказом, должны быть направлены на формирование и развитие профессиональной компетентности. Результатом такого процесса становится личность, способная максимально использовать современные технологии в самообразовании и саморазвитии.

Учитывая необходимость автоматизации образовательного процесса высшей школы была поставлена **цель научного исследования:** определение уровня компетентности студентов университета на основе компетенций, выделенных в процессе изучения ФГОС ВПО по направлению 230100 – Информатика и вычислительная техника. И выделены соответствующие **задачи для решения:**

– теоретико-информационный анализ определений компетенция и компетентность для определения источников их формирования;

– взаимосвязь понятий компетенция/компетентность;

– математическое обеспечение образовательного процесса:

а) модель мониторинга компетенций (студенты, определение уровня компетенции);

б) алгоритм расчета уровня компетенций (классификация компетенций, ФГОС ВПО, карточка студента, баллы, полученные за предмет);

с) методика оценки компетенций (классификация профессиональных компетенций, весовой коэффициент влияния дисциплины на формирование i-й компетенции, число дисциплин, влияющих на формирование компетенции, балл, который имеет обучаемый по данной дисциплине).

– определение уровня развития компетенции.

Результаты реализации решения задачи

Проведенный анализ позволил построить дерево целей и задач (рис. 1), на основе которого был выполнен теоретико-множественный анализ по методике, изложенной в работах [1-7].

В ходе анализа выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа (рис. 2).

Одним из основных множеств в модели отвечающих за формирование компетенций является множество A – математическое обеспечение образовательного процесса. Оно включает в себя следующие элементы (рис. 3):

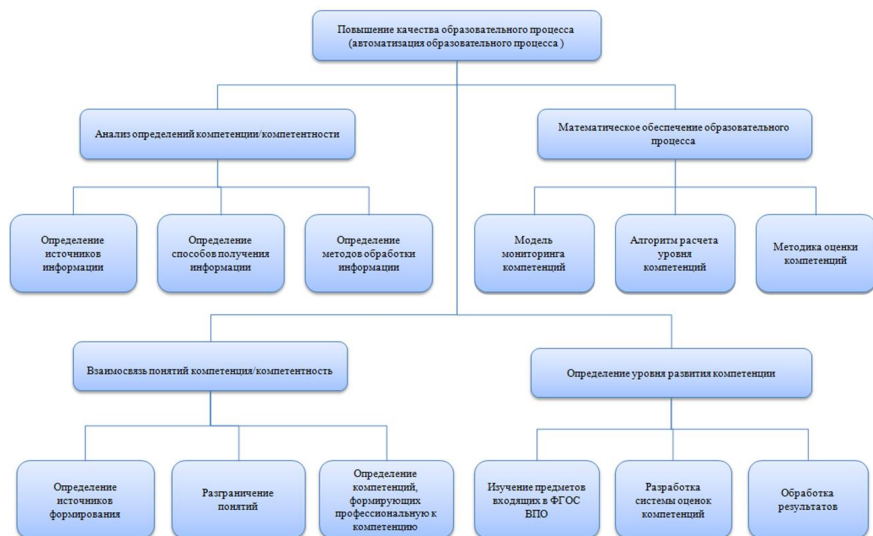


Рис.1. Дерево цели и задач исследования

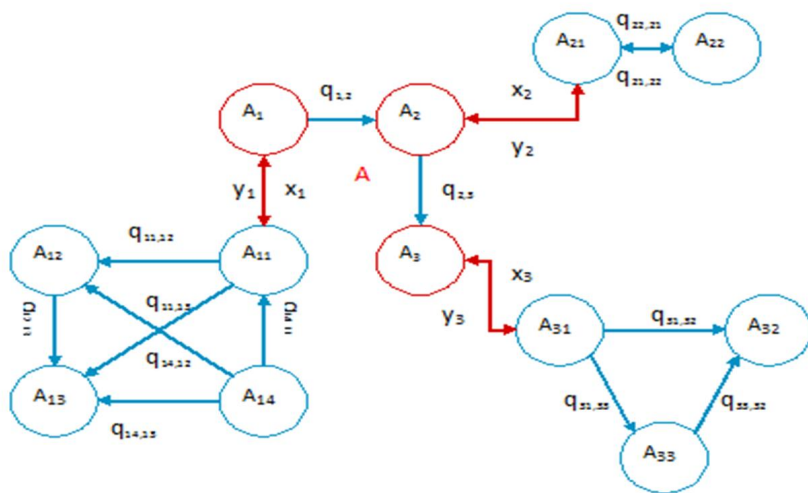


Рис. 2. Объектно-множественная модель мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника»

- модель мониторинга компетенций – А1 (библиотечный фонд, э электронные ресурсы, содержание лекционных материалов, нормативно-управляющие документы);
- алгоритм расчета уровня компетенций – А2 (общесистемное программное обеспечение, прикладное программное обеспечение) ;

– методика оценки компетенций – АЗ (модель мониторинга компетенций, алгоритм расчета уровня компетенций, методика оценки компетенций).

Для множества А определены вход X – полученный уровень сформированности дидактических единиц, и выход Y – решение об сформированности уровня компетенции.

Заключение

Изучение дисциплин, входящих в ФГОС ВПО позволяет, изучив классификацию компетенций, определить количество дисциплин влияющих на их формирование.

Система оценки компетенций вычисляется с учетом весового коэффициента влияния дисциплины на формирование выбранной компетенции и баллов, которые имеет студент по данной дисциплине.

Обработанные результаты позволяют работодателю, основываясь на полученных компетенциях, а так же на требованиях к будущему специалисту, принять решение о компетентности выпускника.

Библиографический список

1. Логунова О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т].- Пенза, 2009.- 383 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-5/49.
2. Трапезникова А.С., Логунова О.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения. // Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. – Челябинск, Из-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 50 – 54.
3. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
4. Логунова О.С., Стороженко А.А. Результаты онтологического анализа охлаждения непрерывнолитой заготовки // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: Сб. статей II Международ. научн.-техн. конф. – Пенза, 2008. – С. 174 – 179.
5. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Сравнение понятий «компетенция» и «компетентность». // Сборник научных трудов SWorld «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011», Изд-во Одесса, 2011 г. – Том 16 – С. 39-41.
6. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Международ. научн.-практической конф. «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, С. 160-164.

7. Нурғалина Р.Г., Ильина Е.А. Функциональная модель измерения уровня рефлексии // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13) С.54-56.

*Руководитель работы к.п.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Ильиной Е.А.*

Дата представления работы: 23.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕГРАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА УЧЕТНЫХ СИСТЕМ ЗАВИСИМЫХ ОБЩЕСТВ И ГОЛОВНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.В. Щеблева

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
eis.mgn@gmail.com*

Аннотация

Современная бизнес-среда характеризуется такими проблемами, как все возрастающая глобализация, необходимость поддерживать устойчивый рост на уже сложившихся рынках и дальнейшее ужесточение законодательных требований. Дополнительные трудности, стоящие перед корпорациями, – это стремлением сделать корпорацию более гибкой за счет упрощения бизнес-процессов и IT-систем, с одной стороны, и необходимостью обрабатывать значительные объемы информации – с другой. Оперативная, согласованная и доступная информация – ключевой элемент в решении всех этих проблем. Современная экономика требует архитектурного подхода к интеграции информации, даже если они иногда являются непоследовательными или неполными. Необходим комплекс, который позволит работать с реальными данными, при этом возникают основные конфликты, такие как, использование различных моделей данных для различных источников, конфликтов именованя – когда в различных схемах используется разная терминология, структурных конфликтов – одни и те же сущности представляются в разных источниках разными структурами данных. На данный момент существует необходимость в такой модели интеграционной среды, которая бы могла гибко подстраиваться под различные структуры интегрируемых хранилищ данных и выгружать данные без потери информации.

INTEGRATION COMPLEX OF REGISTRATION SYSTEMS OF DEPENDENT SOCIETIES AND HEAD ENTERPRISE

J.V. Shchebleva

Abstract

The modern business environment is characterized by such problems, as escalating globalization, need to support a strong growth in already developed markets and further toughening of legislative requirements. The additional difficulties facing corporations,

is an aspiration to make corporation of more flexible at the expense of simplification of business processes and IT systems, on the one hand, and need to process the considerable information volumes – with another.

The operational, coordinated and available information – a key element in the solution of all these problems. The modern economy requires architectural approach to information integration even if they sometimes are inconsistent or incomplete.

The complex which will allow working with real data is necessary, thus there are main conflicts, such as, use of different data models for different sources, the naming conflicts – when in different diagrams is used different terminology, the structural conflicts – the same entities are represented in different sources by different data structures.

At present there is a need for such model of the integration environment which could be set up flexibly under different structures of integrated data stores and unloads data without information loss.

Актуальность работы

Целью исследования является повышение эффективности программного комплекса информационной интеграции для учетных систем.

Разработанный комплекс должен удовлетворять следующим требованиям:

- корректно обрабатывать входные данные и на выходе получать адаптированную к новой системе информацию;
- разработка алгоритмов и процедур, максимально полно, описывающих существующие бизнес процессы в зависимых сообществах и головном предприятии;
- передача данных от источника к получателю гарантированно без потери данных.

Для обоснования необходимости решения данной задачи описаны следующие критерии актуальности:

- у современных крупных компаний, в настоящее время, существует практика выведения всех непрофильных и обслуживающих организаций из головного предприятия в дочерние;
- часто, сферы деятельности дочерних предприятий достаточно обширны, они могут заниматься всем, начиная от ремонтных работ, сельскохозяйственных работ, транспортных перевозок и заканчивая базами отдыха и гостиничным бизнесом. Таким образом, специфика зависимых обществ и головного предприятия холдинга резко расходится, совпадающей номенклатуры для ведения учета ничтожно мало или может не быть совсем;
- штат работников в зависимых компаниях может колебаться от десятков до тысяч человек.

Исходя из вышеперечисленного, следует вывод, что нецелесообразно переносить бизнес-процессы головного предприятия на все зависимые общества, так как бизнес приоритеты первых и вторых будут сильно расходиться, необходимо также учесть и дороговизну лицензий,

затрат на переобучение персонала и оценить риски потери части данных, связанные с переходом дочерних предприятий на другую систему учета. Однако, для требуемого контроля и прозрачности ведения финансовых и логистических операций необходима система интеграции по ключевым показателям [1].

Выделенные цели

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- теоретико-информационный анализ структуры документооборота зависимых сообществ и корпоративных информационных систем холдинга;
- формирование критериев оценки существующей системы на возможность ее усовершенствования;
- модификация и разработка оптимальных алгоритмов интеграционного комплекса на основе обработки полученных оценочных критериев;
- апробация комплекса согласно заявленным критериям.

В ходе теоретико-множественного анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для интеграционного комплекса учетных систем зависимых обществ и корпоративных информационных систем холдинга головного предприятия. Результаты построенной модели приведены на рис. 1.

В табл. 1 представлены основные объекты интеграционного комплекса, которыми являются: информационное обеспечение (A_1), программное обеспечение (A_2) и математическое обеспечение (A_3).

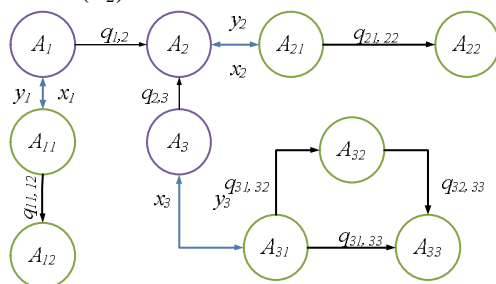


Рис. 1. Множественная модель интеграционного комплекса

Для основного объекта A определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$, x_1 – нормативные документы, x_2 – пользовательские запросы; x_3 – проект ТЗ; y_1 – соответствие документооборота нормативным документам; y_2 – результаты выполнения пожеланий пользователей; y_3 – показатель выполненных критериев оценки системы.

Таблица 1

Описание объектов интеграционного комплекса учетных систем зависимых обществ и головного предприятия

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
A_1	A_{11}	Справочная информация	
	A_{12}	Нормативно-управляющие документы	
A_2	A_{21}	Общесистемное программное обеспечение	
	A_{22}	Прикладное программное обеспечение	
A_3	A_{31}	Критерии оценки комплекса	
	A_{32}	Показатели оценки комплекса	
	A_{33}	Уровни оценки	

Все описанные объекты образовательного процесса взаимодействуют между собой посредством управляющих связей, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами интеграционного комплекса

Обозначение	Содержание
$q_{11,12}$	Взаимодействие нормативно-управляющих документов с справочной информацией
$q_{21,22}$	Взаимодействие общесистемного и прикладного программного обеспечения
$q_{31,32}$	Взаимодействие критериев оценки комплекса и показателей оценки рабочей модели комплекса
$q_{31,33}$	Взаимодействие уровней оценки по показателям

В табл. 3 описаны основные свойства элементов множественной модели интеграционного комплекса.

На вход множества A_1 подается справочный контент виде нормативных документов и приказов предприятий, электронных ресурсов документооборота предприятий, справочной информации по работе с системами хранения и интеграции данных. После опроса пользователей и составления технического задания необходимо принять решение об вносимых изменениях в существующий алгоритм интеграции данных, таким образом, на вход множества A_2 подается проект усовершенство-

ванного алгоритма, а на вход множества A_3 – результаты работы нового интеграционного комплекса, и принимается решение об соответствии результирующего интеграционного комплекса заявленным требованиям.

Таблица 3

Описание свойств объектов

Объект	Свойство	Описание свойства
A_{11}	Z_{11}	Z_{111} =«Научно-техническая литература»; Z_{112} = «Справочная литература»; Z_{113} =«Экономическая литература»
A_{12}	Z_{12}	Z_{121} = «Основы законодательства»; Z_{122} =«Положения и стандарты предприятий»; Z_{123} = «ИТ–процессы»
A_{21}	Z_{21}	Z_{211} = «Операционные системы»; Z_{212} = «Антивирусные программы»; Z_{213} = «Системы учета»; Z_{214} = «Системы программирования»
A_{22}	Z_{22}	Z_{221} = «Комплект офисных приложений»; Z_{222} = «Графические программы»; Z_{223} = «Системы автоматизации бухгалтерского и управленческого учета»; Z_{224} = «Справочно-информационные системы»; Z_{225} = «Системы управления базами данных»
A_{31}	Z_{31}	Z_{311} =«Пользователи»; Z_{312} =«Составленное техническое задание»
A_{32}	Z_{32}	Z_{321} =«Результаты соответствия требованиям ТЗ». Z_{322} =«Своевременность»; Z_{323} =«Коллективность»
A_{33}	Z_{33}	Z_{331} =«Уровни оценки комплекса»

Заключение

На основе теоретико-информационного анализа интеграционного комплекса учетных систем в работе было

- выполнено определение основных объектов процесса;
- выявлен состав объектов рассматриваемого процесса;
- показана структура исследуемых объектов;
- выделены свойства этих объектов;
- определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами.

Наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить математическое моделирование объекта с учетом структурированной информации и определить форму и средства представления модели. Для рассматриваемой проблемы наиболее целесообразно использовать математическое представление при определении уровня выполнения задачи.

Теоретико-множественный анализ проводился по методике, изложенной в работах [2-8].

Библиографический список

1. Бездушный А.Н., Жижченко А.Б., Кулагин М.В., Серебряков В.А. Интегрированная система информационных ресурсов РАН и технология разработки цифровых библиотек. Программирование, 2000, 4, с. 3-14.
2. Логунова О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т].- Пенза, 2009.- 383 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-5/49.
3. Трапезникова А.С., Логунова О.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения.// Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. – Челябинск, Из-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 50 – 54.
4. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
5. Логунова О.С., Стороженко А.А. Результаты онтологического анализа охлаждения непрерывнолитой заготовки // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: Сб. статей II Международ. научн.-техн. конф. – Пенза, 2008. – С. 174 – 179.
6. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Сравнение понятий «компетенция» и «компетентность». // Сборник научных трудов SWorld «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011», Изд-во Одесса, 2011 г. – Том 16 – С. 39-41.
7. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Международ. научн.-практической конф. «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, – С. 160-164.
8. Нургалина Р.Г., Ильина Е.А. Функциональная модель измерения уровня рефлексии // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13) – С. 54-56.

*Руководитель работы к.т.н., доцентом кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Леднов А.В.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

М.А. Капитонова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
alfa.hilda@yandex.ru*

Аннотация

В статье рассмотрен теоретико-множественный анализ составления оптимального плана грузоперевозок, позволяющий минимизировать временные и финансовые затраты на поставку груза путем исследования кратчайших маршрутов между отправителем и получателем.

THE SET-THEORETIC ANALYSIS OF COMPILING THE OPTIMUM CARGO TRANSPORTATION

М.А.Капитонова

Abstract

The article presents a set-theoretical analysis of the optimal transportation plan, which minimizes the time and cost required for the supply of goods by examining the shortest route between the sender and the recipient.

Актуальность работы

В настоящее время коммерческие отношения формируются в условиях высокой конкуренции, неопределенности и неустойчивости рыночной среды. Для того чтобы добиться успеха в предпринимательской деятельности необходимо прибегать к современным высокоэффективным способам и методам управления потоковыми процессами. Наиболее прогрессивным научно-прикладным направлением в данной области является логистика.

Составление оптимизированных маршрутов позволяет точно определить объем грузоперевозок со снабженческо-сбытовых предприятий, а также высвобождает из сфер обращения значительные временные и финансовые ресурсы потребителей.

Важнейшим условием реализации требований логистики является поиск резервов снижения затрат на заготовку, складирование, разгрузку, погрузку и отправку продукции [1].

Цель исследования

Целью исследования является минимизация временных и финансовых затрат на поставку груза путем исследования кратчайших маршрутов между отправителем и получателем, а также создание и внедрение

программного продукта для оптимизации плана загрузки автотранспортных средств и перевозок груза.

В ходе теоретико-информационного анализа системы грузоперевозок были определены подсистемы и взаимосвязи между ними. Результаты построения модели приведены на рис. 1.

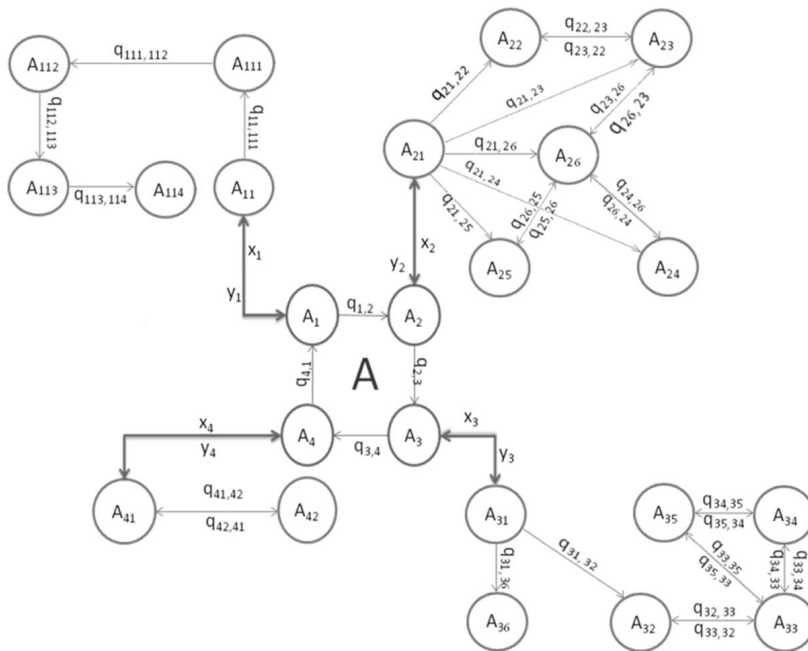


Рис. 1. Объектно-множественная модель системы грузоперевозок

Основными объектами системы грузоперевозок, являются:

- автотранспортное обеспечение грузоперевозок (A_1);
- информационное обеспечение грузоперевозок (A_2);
- математическое обеспечение грузоперевозок (A_3);
- программное обеспечение грузоперевозок (A_4).

Элементы объектно-множественной модели системы грузоперевозок описываются следующим образом:

A_{11} = «Автопарк».

A_{111} = «Выбор автотранспортного средства».

A_{112} = «Отгрузка продукции».

A_{113} = «Транспортировка груза».

A_{114} = «Разгрузка автотранспортного средства».

A_{21} = «Подача заявки отправителем».

A_{22} = «Количество получателей груза».

A_{23} = «Вид груза».

A_{24} = «Количество груза».

A_{25} = «Пункт назначения перевозки».

A_{26} = «Время транспортировки».

A_{31} = «Методика построения графовой модели нахождения кратчайшего пути».

A_{32} = «Граничные условия по финансам».

A_{33} = «Граничные условия по объему груза».

A_{34} = «Граничные условия по габаритам груза».

A_{35} = «Граничные условия по весу груза».

A_{36} = «Граничные условия по времени транспортировки».

A_{41} = «Алгоритм загрузки транспортного средства в соответствии с габаритами»;

A_{42} = «Алгоритм выбора плана перевозки с минимальным расстоянием между пунктами назначения».

Все описанные объекты транспортировки груза взаимодействуют между собой посредством управляющих связей:

Сервисные потоки:

$q_{11,111}$ – выбор машины для перевозки груза из имеющихся в автопарке;

$q_{111,112}$ – выбор машины для погрузки определенного вида груза;

$q_{112,113}$ – транспортировка отгруженного груза;

$q_{113,114}$ – разгрузка перевезенного груза.

Информационные потоки:

$q_{21,22}$ – подача заявки отправителем груза с указанием количества получателей груза;

$q_{22,23}$ – взаимосвязь: каждому получателю предназначен определенный груз;

$q_{23,22}$ – определенный вид груза предназначен для конкретного получателя;

$q_{21,23}$ – подача заявки отправителем груза с указанием вида отправляемого груза;

$q_{21,26}$ – подача заявки отправителем груза с указанием времени доставки груза;

$q_{23,26}$ – взаимосвязь между видом груза и временем его транспортировки;

$q_{21,24}$ – подача заявки отправителем груза с указанием количества отправляемого груза;

$q_{24,26}$ – взаимосвязь между количеством груза и временем его транспортировки;

$q_{21,25}$ – подача заявки отправителем груза с указанием пункта назначения перевозки;

$q_{25,26}$ – взаимосвязь между пунктом назначения перевозки и временем транспортировки груза;

$q_{41,42}$ – взаимодействие алгоритма загрузки транспортного средства в соответствии с его габаритами, габаритами груза и алгоритма выбора плана перевозки с минимальным расстоянием между пунктами назначения;

Q_{42,41} – взаимодействие алгоритма выбора плана перевозки с минимальным расстоянием между пунктами назначения с алгоритмом загрузки транспортного средства в соответствии с габаритами.

Материальные потоки:

Q_{31,32} – взаимосвязь между построением графовой модели нахождения кратчайшего пути и граничными условиями по финансовым ресурсам;

Q_{31,36} – взаимосвязь между построением графовой модели нахождения кратчайшего пути и граничными условиями по времени транспортировки;

Q_{32,33} – взаимосвязь между граничными условиями по финансам и объемом груза;

Q_{33,32} – взаимосвязь между граничными условиями по объему груза и финансам;

Q_{33,34} – взаимосвязь между граничными условиями по объему груза и габаритами груза;

Q_{34,33} – взаимосвязь между граничными условиями по габаритам груза и по объему груза;

Q_{33,35} – взаимосвязь между граничными условиями по объему груза и по весу груза;

Q_{35,33} – взаимосвязь между граничными условиями по весу груза и по объему груза;

Q_{34,35} – взаимосвязь между граничными условиями по габаритам груза и по весу груза;

Q_{35,34} – взаимосвязь между граничными условиями по весу груза и габаритам груза.

Каждый элемент модели характеризуется свойствами. В табл. 1 приведено описание свойств каждого из определенных объектов.

Таблица 1

Описание свойств объектов системы грузоперевозок

Объект	Свойство	Описание свойства
A ₁₁	Z ₁₁	Z ₁₁₁ = «Тягачи MAN TGX»; Z ₁₁₂ = «Рефрижераторы SCHMITZ»; Z ₁₁₃ = «Тентовые прицепы SCHMITZ»
A ₁₁₁	Z ₁₁₁	Z ₁₁₁₁ = «Вид груза»; Z ₁₁₁₂ = «Силовые параметры машины»
A ₁₁₂	Z ₁₁₂	Z ₁₁₂₁ = «Загрузка груза»; Z ₁₁₂₂ = «Фиксация подвижных частей груза»
A ₁₁₃	Z ₁₁₃	Z ₁₁₃₁ = «Сопроводительные документы»; Z ₁₁₃₂ = «Маршрут перевозки»; Z ₁₁₃₃ = «Система GPS-навигации»; Z ₁₁₃₄ = «Сохранность груза»
A ₁₁₄	Z ₁₁₄	Z ₁₁₄₁ = «Выгрузка груза в пункте назначения»; Z ₁₁₄₂ = «Оформление транспортной накладной и путевого листа»

<i>Объект</i>	<i>Свойство</i>	<i>Описание свойства</i>
A ₂₁	Z ₂₁	Z ₂₁₁ = «Заключение договора между отправителем и перевозчиком»; Z ₂₁₂ = «Подтверждение договора транспортной накладной»
A ₂₂	Z ₂₂	Z ₂₂₁ = «Пункты назначения грузов»
A ₂₃	Z ₂₃	Z ₂₃₁ = «Крупногабаритные грузы»; Z ₂₃₂ = «Скоропортящиеся грузы»; Z ₂₃₃ = «Строительные материалы»; Z ₂₃₄ = «Опасные грузы»
A ₂₄	Z ₂₄	Z ₂₄₁ = «Вес груза»; Z ₂₄₂ = «Габариты груза»
A ₂₅	Z ₂₅	Z ₂₅₁ = «Доставка груза до места выгрузки»; Z ₂₅₂ = «Выдача груза грузополучателю»
A ₂₆	Z ₂₆	Z ₂₆₁ = «Расчет километража перевозки»
A ₃₁	Z ₃₁	Z ₃₁₁ = «Ориентированный граф»; Z ₃₁₂ = «Расстояние от фиксированной вершины до всех остальных вершин»; Z ₃₁₃ = «Матрица весов ребер»
A ₃₂	Z ₃₂	Z ₃₂₁ = «Ограничение на цену топлива»; Z ₃₂₂ = «Ограничение на тарифы перевозок»
A ₃₃	Z ₃₃	Z ₃₃₁ = «Объем груза должен быть не более 5 000м ³ »
A ₃₄	Z ₃₄	Z ₃₄₁ = «Длина груза не более 5,8м»; Z ₃₄₂ = «Высота груза не более 3,7м»; Z ₃₄₃ = «Ширина груза не более 2,5м»
A ₃₅	Z ₃₅	Z ₃₅₁ = «Масса груза не более 50т»
A ₃₆	Z ₃₆	Z ₃₆₁ = «Моделирование времени движения на отдельных участках маршрута»; Z ₃₆₂ = «Моделирование времени погрузки и разгрузки»; Z ₃₆₃ = «Моделирование времени плановых и незапланированных простоев»; Z ₃₆₄ = «Моделирование времени перерывов и отдыха»
A ₄₁	Z ₄₁	Z ₄₁₁ = «Указание габаритов кузова машины»; Z ₄₁₂ = «Указание габаритов груза»; Z ₄₁₃ = «Указание количества ящиков, которые нужно разместить в кузове»
A ₄₂	Z ₄₂	Z ₄₂₁ = «СТЕК содержит последовательность вершин, определяющую кратчайший путь»

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, где x_1 – информация о количестве машин в автопарке; x_2 – информация о перевозках груза; x_3 – информация о методах поиска кратчайшего пути с помощью построения графовой модели; x_4 – проект программного продукта оптимизации плана грузоперевозок; y_1 – количество машин в автопарке; y_2 – количество заявок на перевозку груза; y_3 – информация об ограничениях по основным данным, необходимым для построения графовой модели; y_4 – результаты работы и практи-

ческое применение программного продукта оптимизации плана грузоперевозок.

Заключение

Таким образом, наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить математическое моделирование объекта с учетом структурированной информации и определить форму и средства представления модели. Для рассматриваемой проблемы наиболее целесообразно использовать математическое представление в виде графовой модели, в котором вершинами являются пункты назначения груза, а ребрами – расстояние между пунктами назначения.

Библиографический список

1. Гавришев С.Е., Дудкин Е.П., Корнилов С.Н., Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Транспортная логистика: Учеб. пособие. С-Пб.: ПГУПС, 2003. 279 с.

*Руководитель работы к.т.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики
Гутарова В.Д.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОЦЕНКИ МАРЖИНАЛЬНОЙ ПРИБЫЛИ НА ОСНОВЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ

Е.В. Журавлева

*ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Россия, 460018, Оренбургская обл., г. Оренбург, пр. Победы ГСП, д. 13
La-Jane@yandex.ru*

Аннотация

В статье рассмотрены этапы проектирования программного модуля для оценки маржинальной прибыли коммерческих предприятий. Расчет производят по бухгалтерским данным, хранимым в таблицах реляционной базы данных на платформе 1С: Предприятие 8.2.

THE SOFTWARE MODULE EVALUATION BASED ON PROFIT MARGIN 1C: ENTERPRISE

E. V. Zhuravleva

Abstract

The article describes the design phases of the program module to estimate the contribution margin businesses. Calculation is based on accounting data stored in relational database tables on the 1C: Enterprise 8.2.

Актуальность работы

Расчет маржинальной прибыли предприятия является важным этапом в процессе стратегического планирования [1]. Расчет производят, как правило, по ретроспективным и текущим данным о затратах, объемах производства, полученной выручке. Основной формулой для расчета маржинальной прибыли является:

$$M = S - V, \quad (1)$$

где M – маржинальная прибыль (доход) предприятия, руб.; S – выручка от реализации товара (услуг), руб.; V – переменные затраты на производство товаров (оказание услуг), руб.

Для расчета маржинальной прибыли на единицу товара применяется формула (2):

$$M_i = \frac{S_i - V_i}{Q_i}, \quad (2)$$

где Q_i – количество произведенного товара i -го вида, шт.;

И, соответственно, маржинальная прибыль по всем видам производимых товаров (оказываемых услуг) можно представить в виде формулы (3):

$$M_i = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - V_i)}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (3)$$

Данные формулы расчета маржинальной прибыли применимы для коммерческих предприятий – налоговых резидентов РФ. Полученные величины позволяют построить график изменения маржинальной прибыли предприятия во времени.

Основная проблема

В практике сложилась ситуация когда руководство предприятия не может спрогнозировать план производства и затраты. Известный заранее тренд маржинальной прибыли, рассчитанный на основе ретроспективных данных бухгалтерского учета, позволил бы решить данную проблему.

Цели и задачи работы

Целью работы является повышение эффективности функционирования предприятия за счет прогнозирования маржинальной прибыли на основе бухгалтерских данных. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- выбор ERP-системы бухгалтерского учета, на основе данных которой производят расчет;
- отбор данных, необходимых для оценки;
- проектирование программного модуля для оценки маржинальной прибыли.
- оценка эффективности функционирования модельного предприятия с учетом использования разработанного программного модуля.

Реализация поставленных задач

1. Выбор ERP-системы бухгалтерского учета для оценки маржинальной прибыли

Система, являющаяся основой для оценки маржинальной прибыли предприятия – это типовые программы 1С: Предприятие 8.2.

В настоящее время коммерческие предприятия, заботящиеся о сохранении своей конфиденциальной бухгалтерской и налоговой информации, выбирают ERP-системы.

Самые известные производители ERP-систем:

- SAP AG – системы SAP/R3;
- Фирма 1С – платформа и программы 1С: Предприятие;
- Oracle Corporation – продукты E-Business Suite, PeopleSoft, JD Edwards;
- Microsoft – продукты GP, NAV, SL;
- Корпорация «Галактика» – программный комплекс «Галактика».

Как показал анализ, на практикесредние и крупныепредприятиивыбирают программные продукты российских производителей ERP-систем: 1С или Галактика.

Продукты группы SAP AG выбирают крупные организации, например ОАО «Газпром» и т.п., так как внедрение данной системы дорогостоящее мероприятие, а также на рынке представлено ограниченное количество специалистов, обслуживающих данную систему и находящихся физически в России.

Продукты таких производителей, как Oracle, Microsoft, Корпорация «Галактика» в целом занимают около 20 % на рынке ERP-систем. Согласно рис. 1, часто выбираемой ERP-системой являются программные продукты на платформе 1С.

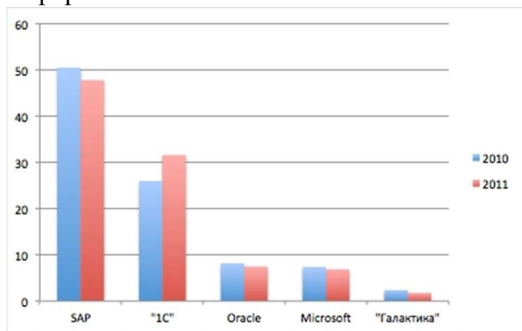


Рис. 1. Производители ERP-систем на российском рынке, %

Кроме того, количество специалистов, включая профессиональных программистов, обслуживающих данные программные продукты возрастает с каждым годом.

Так как, программы, разработанные фирмой «1С», широко используют средние предприятия, то было принято решение разработать программный модуль для платформы 1С: Предприятие 8.

2. Отбор данных необходимых для оценки

При расчете маржинальной прибыли на первом этапе необходимо произвести деление затрат на:

- постоянные – они не зависят от объема производимой продукции (аренда оборудования, помещений, затраты на оплату труда административно-управленческому персоналу и т.п.);
- переменные – это затраты связанные с производством продукции (материалы, амортизация оборудования, оплата труда).

На втором этапе данные для оценки отбираются из таблиц реляционной БД. Часто используемыми на практике программами бухгалтерского учета на платформе 1С: Предприятие 8.2 являются:

- «Бухгалтерия предприятия» версии 2.0 – в 2013 году запланирован перевод пользователей этой программы на версию 3.0, в которой будет реализован новый интерфейс, возможность работать множеству пользователей совместно в режиме облачного сервера 1С;
- Управление производственным предприятием (УПП);
- Управление небольшой фирмой (УНФ).

Необходимая информация для оценки отбирается из информационных баз программ путем запроса к соответствующим регистрам сведений, накопления, журналу операций и документам.

После выбора информации происходит её передача математический блок программного модуля и собственно и происходит расчёт заданных показателей.

3. Проектирование программного модуля для оценки маржинальной прибыли

Разрабатываемый программный модуль (ПМ) представляет собой две программы:

- 1) Внешняя обработка для программ 1С: Предприятие 8.2. – она подключается к типовым программам 1С. Он получает данные из реляционной базы, упаковывает и выгружает в виде внешних файлов для второго модуля;
- 2) Расчетный модуль – в нём заложен алгоритм расчёта маржинальной прибыли предприятия на основе методов классификации и прогнозирования системы DataMining.

Структура ПМ представлена на рисунке 2. Этот и другие рисунки подготовлены в CASE-средстве AllFusionProcessModeler, версия 7 [3].

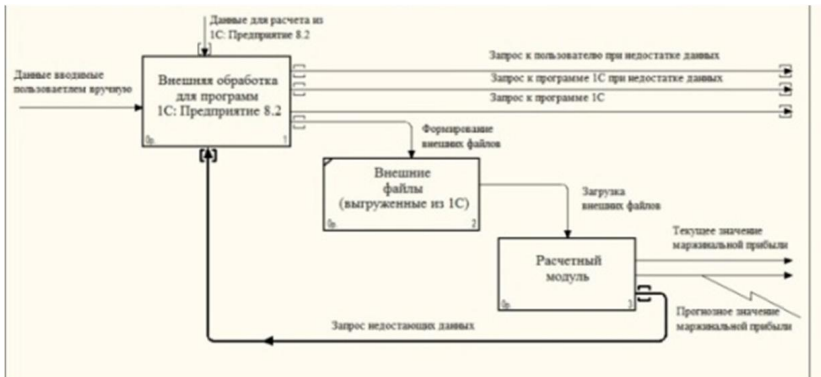


Рис.2. Структура программного модуля

Структура внешняя обработка для 1С и расчетного модуля представлены на рисунках 3 и 4.

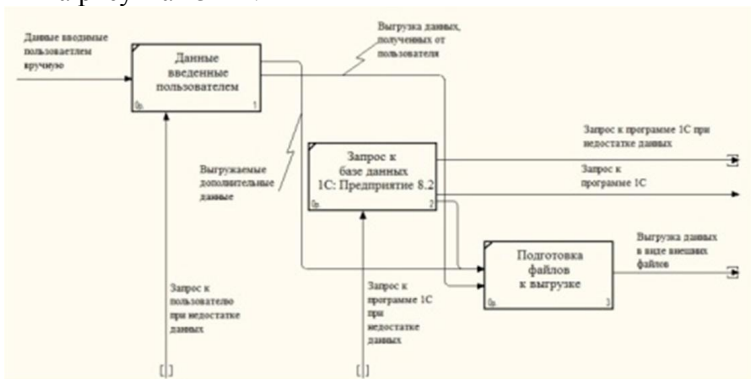


Рис. 3. Внешняя обработка для 1С

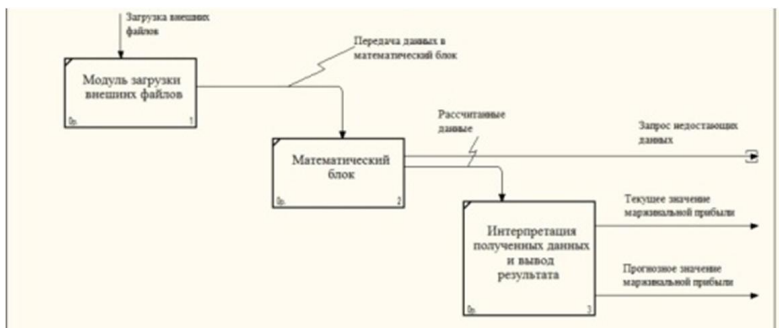


Рис.4. Расчетный модуль

Математический блок, как основная часть расчетного модуля (рис. 4) представляет собой совокупность методов DataMining:

- 1) методы классификации – необходимы для разделения затрат на постоянные и переменные в данных полученных из таблиц 1С. Здесь используется метод k-ближайшего соседа и кластерный анализ;
- 2) методы прогнозирования – они нужны для создания тренда маржинальной прибыли. Используется обучающаяся нейронная сеть третьего порядка.

Заключение

Таким образом, разрабатываемый программный модуль позволит на основе имеющихся данных бухгалтерского учета, осуществляемого в типовых программах 1С: Предприятие 8.2, рассчитывать текущую и будущую маржинальную прибыль. Перспектива расширения функциональности модуля лежит в независимости его архитектурного решения от платформы 1С.

Библиографический список

1. Маленков, Ю. А. Стратегический менеджмент / Учебник. – М.: Проспект, 2011. – 224 с.;
2. Доля «1С» на российском рынке ERP-систем в 2011 г. значительно выросла [Электронный ресурс].- http://www.cnews.ru/top/2012/07/17/dolya_1s_na_rossiyskom_rynke_erpssystem_v_2011_g;
3. Маклаков, С. В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / Учеб. пособие. - М.: Диалог-МИФИ, 2007. - 400с.

*Руководитель работы д.т.н.,
доцент кафедры программного
обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем А.Ю. Волова
Дата представления работы: 24.12.2012*

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

А.С.Трапезникова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
nastenka_t_s@mail.ru*

Аннотация

В работе рассматривается проблема водообеспечения городского населения. В качестве основного недостатка существующей системы указывается отсутствие научно-обоснованного решения о способах отключения потребителей при возникновении аварийных ситуаций. Выполненный онтологический анализ позволил определить все ресурсы для интеллектуальной поддержки принятия решений о способах отключения потребителей от системы водоснабжения.

ONTOLOGICAL ANALYSIS AND FUNCTIONAL MODELING OF WATER SUPPLY URBAN POPULATION

Abstract

The problem of the water supply to the urban population. The main disadvantages of the stated lack of evidence-based decisions about how to disable the consumers in case of emergency. Ontologic analysis made it possible to determine all the resources for intelligent decision support on how to turn off the water supply to consumers.

При исследовании сложных систем и производств, каким является система водоснабжения г. Магнитогорска, существенную роль играют методы системного анализа, совокупность которых позволяет формализовать многие проблем как задачи принятия решений. Результатом системного анализа является, как правило, выбор альтернативы, параметров конструкции, системы, структуры систем управления и т.п.

В последние годы объектом пристального внимания в области искусственного интеллекта являются онтологии. Их создают, используют и изучают. Их используют при разработке программных средств (в том числе систем, основанных на знаниях) как часть результата деятельности аналитика. Они обеспечивают повторную используемость информации и обеспечивают уточнение смысла терминов, с помощью которых передается некоторая информация. На их основе (с их помощью) могут формироваться базы знаний для решения различных интеллектуальных систем, в частности, экспертных систем.

В настоящее время довольно актуальной является проблема теоретического обоснования сетей водоснабжения городского населения и их математического моделирования в различных предметных областях. Решение указанных проблем возможно при проведении онтологического анализа предметной области с точки зрения ее функционирования и формализации.

В результате проведения онтологических исследований по стандарту IDEF1 было получено:

- 1) словарь основных терминов, которые необходимо использовать при построении функциональной и математической модели сетей;
- 2) диаграммы строгой классификации объектов предметной области для отображения логических правил взаимодействия этих объектов;
- 3) диаграмма состояния основного объекта (подача воды – использование воды) при переходе в различные состояния в ходе процесса водопотребления.

На рис. 1 приведена диаграмма строгой классификации основных объектов для сетей водоснабжения г. Магнитогорска.



Рис. 1. Диаграмма строгой классификации основных объектов для сетей водоснабжения г. Магнитогорск

Следует отметить, что полная диаграмма выбранной предметной области является гораздо обширнее. На рис. 1.4 включен механизм для логической систематизации знаний, накопленных при изучении сетей водоснабжения.

В ходе водоснабжения вода передается по основным путям, которые реализованы в сетях городского водоснабжения МП Трест «Водоканал». К таким основным технологическим операциям следует отнести:

- выкачивание воды из скважин;
- заполнение резервуаров водой;
- обработка воды на 10 и 17 насосных станциях;
- вода по трубам доходит до потребителей.

Последовательность технологических этапов и состояний сетей водоснабжения приведено на рис. 2.

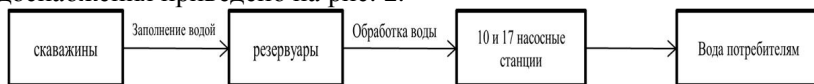


Рис. 2. Диаграмма состояния сетей водоснабжения

Разработка онтологии предметной области позволила получить классификационную структуру, которая положила основу функционального моделирования процесса водоснабжения. На рис. 3 приведена контекстная диаграмма верхнего уровня для проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г. Магнитогорска». На рис. 4 – 7 приведены родительские и дочерние диаграммы проекта.

Заключение

Таким образом, в ходе онтологического и функционального моделирования предметной области:

- 1) выделены классы объектов и атомарные элементы, которые должны быть использованы при решении задачи оптимизации водопотребления;
- 2) определены взаимосвязи между этими объектами, которые определяют выбор управляющих параметров при водопотреблении;
- 3) теоретически обоснован порядок исследований процесса водоснабжения и водоотведения г. Магнитогорска с точки зрения повышения эффективности работы АДС.

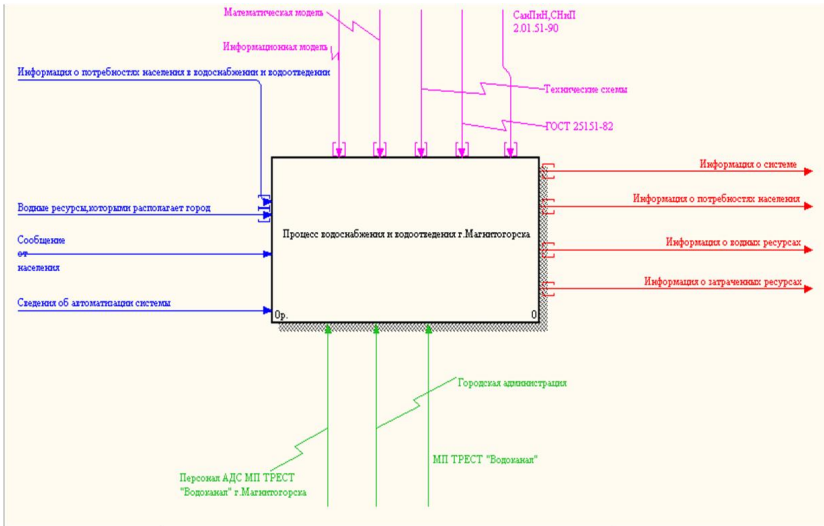


Рис. 1.3. Контекстная диаграмма А0 верхнего уровня для проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г.Магнитогорска»

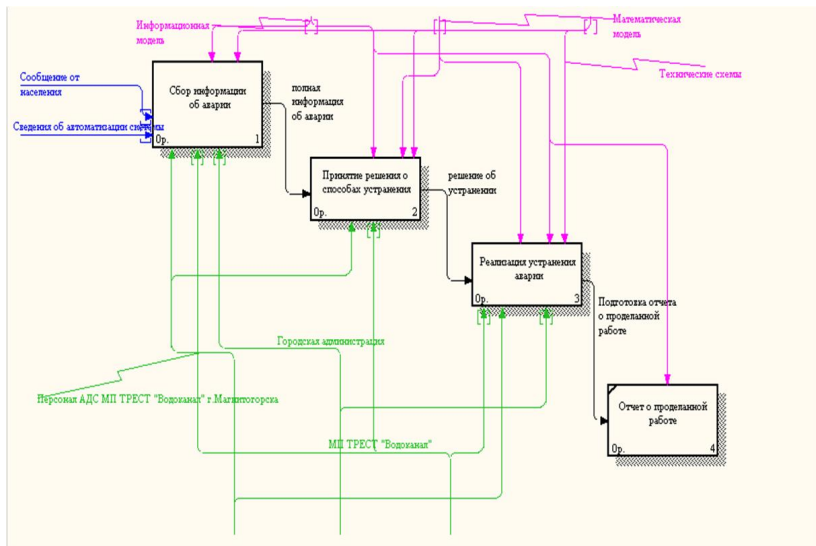


Рис. 1.4. Диаграмма декомпозиции функциональной модели проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г.Магнитогорска» (основные этапы работы)

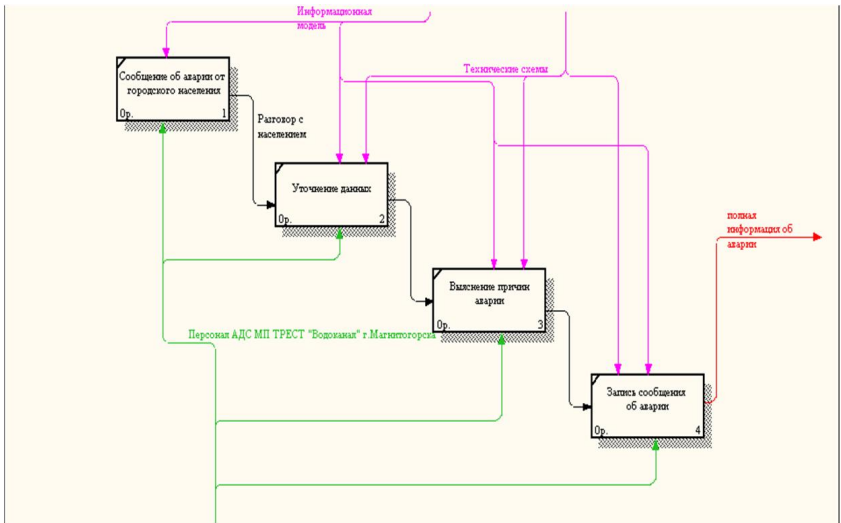


Рис. 1.5. Дочерняя диаграмма функциональной модели проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г.Магнитогорска» (этап сбора информации об аварии в водопроводных сетях)

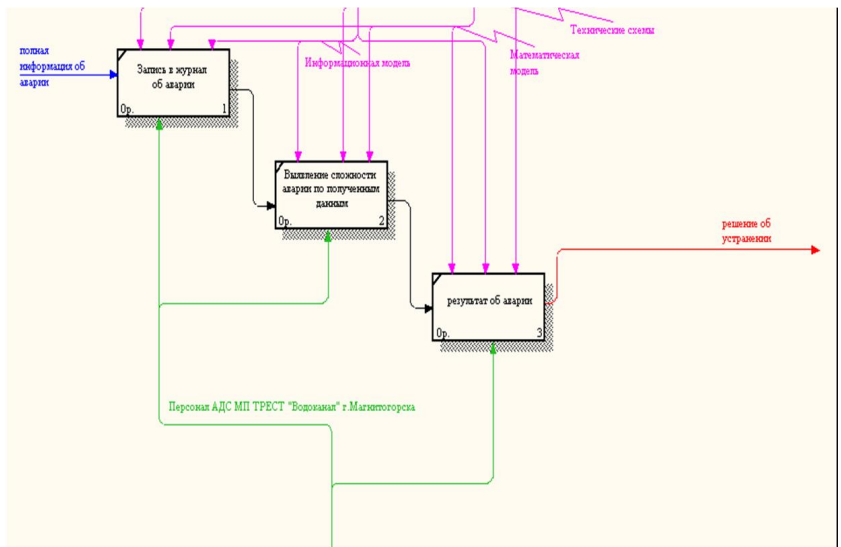


Рис. 1.6. Дочерняя диаграмма функциональной модели проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г.Магнитогорска» (этап принятия решения об устранении аварии в сетях водоснабжения)

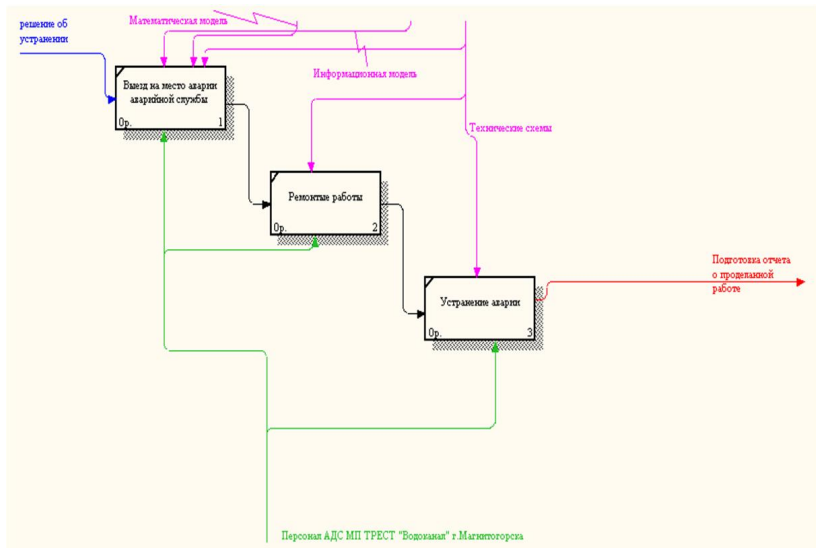


Рис. 1.7. Дочерняя диаграмма функциональной модели проекта «Процесс водоснабжения и водоотведения г. Магнитогорска» (этап реализации устранения аварии)

Библиографический список

1. Трапезникова А.С, Логунова О.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения // ИТиС-2012 Информационные технологии и системы – Банное : Челябин.гос.ун-т, 2012. – С. 50 – 54.

Руководитель работы д.т.н., профессор кафедры вычислительной техники и прикладной математики Логунова О. С.

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ТОКОПОВОДА РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ К ПОДОВОМУ ЭЛЕКТРОДУ

А.Д. Яковлев

*ФБГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
alexmagn@mail.ru*

Аннотация

Одним из способов по повышению качества стали, выплавляемой в ДППТ является использование кондукционного электромагнитного перемешивания распла-

ва. В качестве внешних магнитных полей, используются магнитные поля, возникающие вокруг токоподвода сложной формы к подовому электроду. Проведен теоретико-множественный анализ поведения магнитного поля вблизи токоподвода различной конфигурации к подовому электроду.

SET-THEORETIC ANALYSIS OF BEHAVIOR THE MAGNETIC FIELD NEAR A CURRENT LEAD OF DIFFERENT CONFIGURATIONS TO BOTTOM ELECTRODE

A.D. Yakovlev

Abstract

One way to improve the quality of steel produced in electric arc furnaces DC conductive is the use of electromagnetic stirring of the melt. As the external magnetic fields, magnetic fields generated around the current supply to the complex shape of the bottom electrode. Conducted a set-theoretic analysis of the behavior of the magnetic field near the current supply to the different configuration of the bottom electrode.

Актуальность работы

В настоящее время в литейных цехах машиностроительных предприятий в качестве плавильных агрегатов широко используются электродуговые печи постоянного тока (ДППТ). Повышение качества получаемого в ДППТ металла может быть достигнуто за счёт использования кондукционного электромагнитного перемешивания расплава. Одним из способов создания магнитного поля в ванне расплава является использование токоподвода специальной формы к подовому электроду. Для практического использования данного способа перемешивания важно иметь математическую модель магнитного поля, создаваемого подовым электродом различных конфигураций. Для корректного построения этой модели, прежде всего, требуется провести теоретико-множественный анализ.

Целью работы является проведение теоретико-множественного анализа для создания модели поведения магнитного поля в ДППТ при различной конфигурации подового электрода.

Результаты реализации

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- Провести изучение конструкции токоподвода к подовому электроду (определение основных определений и суждений, литературный обзор, математическое описание множественного представления и приведение примеров применения этой теории при решении задачи математического моделирования магнитных полей в ДППТ);
- Провести анализ и построение модели магнитных полей вокруг токоподвода, выполненного в виде токоподводов различной формы (математи-

- ческий анализ и составление модели магнитных полей вокруг одного витка; составление модели магнитных полей вокруг спирали Архимеда).
- Построить классификацию требований к производству стали в ДППТ, получить информацию о состоянии металла в ванне расплава на основе математического моделирования и построение расширенного списка прямых и косвенных критериев для управления процессом рафинирования стали (классифицирование требований к производству стали в ДППТ, построить список прямых критериев для управления процессом рафинирования и дегазации; построение списка косвенных критериев для управления процессом рафинирования; и дегазации);
 - Разработать алгоритмы и программное обеспечение для математического моделирования магнитного поля в ДППТ при различной конфигурации подового электрода (разработка программного модуля для математического моделирования магнитного поля в ДППТ вокруг токоподвода, выполненного в виде одного витка; математического моделирования магнитного поля в ДППТ вокруг токоподвода, выполненного в виде спирального витка);
 - Усовершенствовать программу управления процессами рафинирования, дегазации и повышения качества выплавляемых металлов на предприятиях, использующих ДППТ (учёт влияния на металл магнитного поля, создаваемого токоподводом; выработка рекомендаций по проектированию токоподводов оптимальной формы).

На рис. 1 приведено схематическое изображение дерева задач исследования.

Теоретико-множественный анализ

Для решения поставленных задач был проведён теоретико-множественный анализ объекта исследования.

В объекте исследования: A были выделены 4 основных множества $\{A_1, A_2, A_3, A_4\}$, где:

A_1 =«Оборудование дуговой печи постоянного тока»;

A_2 =«Информационное обеспечение»;

A_3 =«Математическое обеспечение»;

A_4 =«Программное обеспечение».

Все описанные объекты образовательного процесса взаимодействуют между собой посредством управляющих связей, представленных в табл. 2.

Подмножество A_1 (оборудование) содержит следующие элементы:

A_{11} =«Источник питания постоянного тока».

A_{12} =«Токоподвод».

A_{13} =«Шина токоподвода».

A_{14} =«Шихта».

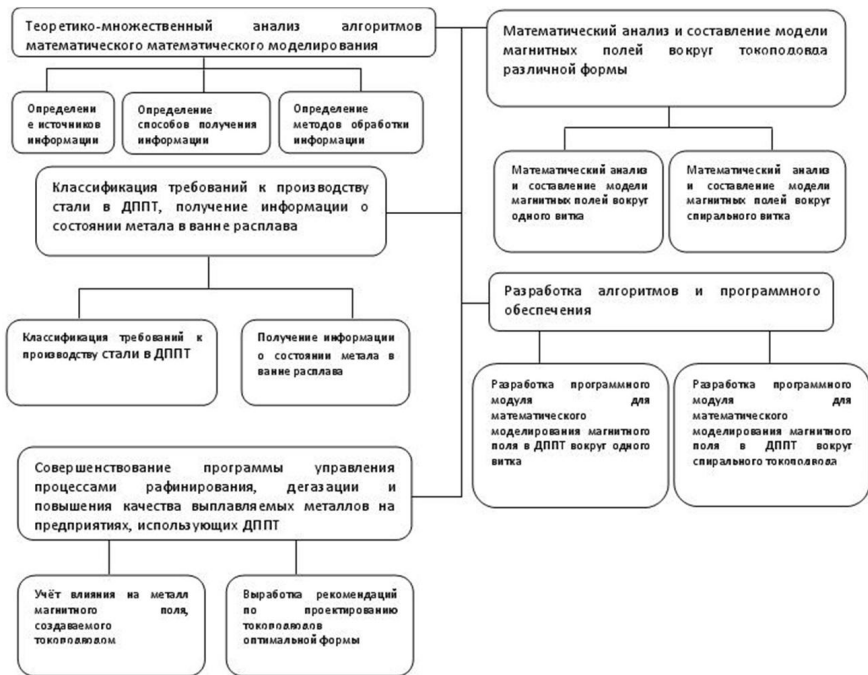


Рис. 1. Дерево задач исследования

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами интеграционного комплекса

Обозначение	Содержание
q_{11}	Взаимодействие оборудования с информационным обеспечением
$q_{21,22}$	Поступление информации из информационного обеспечения к математическому
$q_{31,32}$	Создание программного продукта на основе математической модели

Нами были выделены основные связи в подмножестве оборудования: $q_{11,13}$ = «Отрицательный полюс соединяется с катодом», $q_{12,13}$ = «Положительный полюс присоединен к шине токоподвода », $q_{13,16}$ = «Шина токоподвода соединена с токоподводом», $q_{14,16}$ = «Кольцевая часть кладки соединена с токоподводом», $q_{16,15}$ = «Магнитное поле токоподвода влияет на шихту»;

Так же нами были выделены основные свойства данного элемента Z_{111} = «Тип источника», Z_{112} = «Напряжение источника», Z_{113} = «Сила тока источника», Z_{131} = «Длина шины», Z_{121} = «Длина», Z_{122} = «Тип», Z_{123} = «Форма», Z_{124} = «Радиус витка», Z_{132} = «Толщина шины »,

Z_{141} =«Количество угара», Z_{142} =«Количество примесей», Z_{153} =«Масса», Z_{154} =«Состав компонентов».

Аналогично нами были выделены основные взаимосвязи и основные свойства трёх других подмножеств.

Для основного объекта A определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, x_1 – данные, подаваемые на оборудование, x_2 – информационные запросы; x_3 – параметры, подаваемые в математическую модель; x_4 – математические расчеты, полученные в мат модели, y_1 – данные с оборудования; y_2 – результаты получения информации по запросам; y_3 – результаты математических расчетов, y_4 – графики и значения напряжённости магнитных полей.

По результатам теоретико-множественного анализа была составлена множественная модель исследования, представленная на рис. 2.

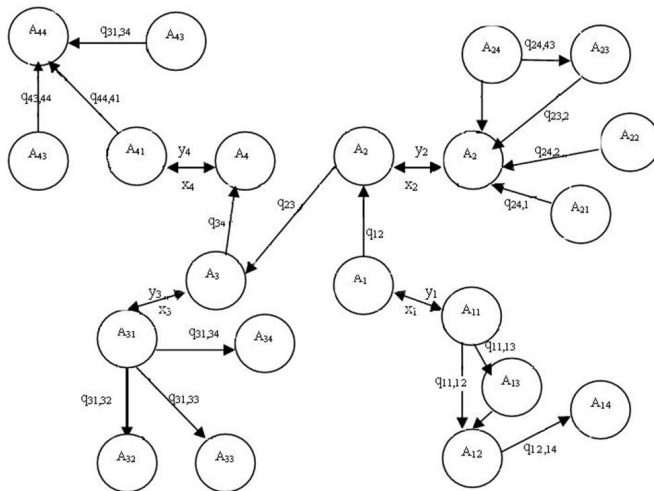


Рис.2. Множественная модель исследования

Заключение

Таким образом, в результате теоретико-множественного анализа, в работе поставлены следующие задачи: провести изучение конструкции токоподвода к подовому электроду, построить модели магнитных полей вокруг токоподвода, построить классификации требований к производству стали в ДППТ, разработать алгоритмы и программное обеспечение для математического моделирования магнитного поля в ДППТ, усовершенствовать программу управления процессами рафинирования, дегазации и повышения качества выплавляемых металлов на предприятиях, использующих ДППТ.

По результатам теоретико-множественного анализа была составлена множественная модель исследования. Теоретико-

множественный анализ проводился по методике, изложенной в работах [3-9].

Библиографический список

1. Калашников С.Г. Электрические и магнитные поля. / С.Г. Калашников – М., 1970.
2. Ячиков И.М., Портнова И.В. Оценка эффективности электровихревого и кондукционного воздействия на расплав в ванне ДППТ // Теория и практика тепловых процессов в металлургии: Сб. докладов международной научно-практической конф. 18 – 21 сентября 2012. – Екатеринбург: УрФУ, 2012.. – С. 415 – 420.
3. Логунова О.С. Повышение эффективности АСУ ТП непрерывной разливки стали : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.06 / О.С. Логунова; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т].- Пенза, 2009.- 383 с.: ил. РГБ ОД, 71 10-5/49.
4. Трапезникова А.С., Логунова О.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения. // Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. – Челябинск, Из-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 50 – 54.
5. Логунова О.С. Системный подход к исследованию информационных потоков в управлении качеством непрерывнолитой заготовки. // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 6. – С. 56 – 62.
6. Логунова О.С., Стороженко А.А. Результаты онтологического анализа охлаждения непрерывнолитой заготовки // Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем: Сб. статей II Международ. научн.-техн. конф. – Пенза, 2008. – С. 174 – 179.
7. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Сравнение понятий «компетенция» и «компетентность». // Сборник научных трудов SWorld «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2011», Изд-во Одесса, 2011 г. – Том 16 – С. 39-41.
8. Каприлевская З.Г., Ильина Е.А. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника». // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Международ. научн.-практической конф. «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, С. 160-164.
9. Нургалина Р.Г., Ильина Е.А. Функциональная модель измерения уровня рефлексии. // Вестник магистратуры, 2012, № 9-10 (12-13) – С. 54-56.

*Руководитель работы д.т.н.,
член-корреспондент Академии инженерных наук им.
А.М. Прохорова, профессор кафедры вычислительной
техники и прикладной математики Ячиков И.М.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Н.З. Кунафина

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Россия, 460018, Оренбургская обл., г. Оренбург, ГСП, пр. Победы, д. 13
knz-po4ta@yandex.ru

Аннотация

В настоящее время сложилось направление исследования процессов проектирования и построения решений в области электронной коммерции. Актуальными являются исследования в области ряда специфических технических и технологических проблем, связанных построением рекомендательной системы. Возникает проблема повышения эффективности разработки сайтов электронной коммерции за счет унификации функционала системы управления контентом.

TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN DEVELOPING E-COMMERCE

N.Z.Kunafina

Abstract

At present there line of research of the design and construction of solutions for e-commerce. Are relevant research in a number of specific technical and technological problems associated construction advisory system. There is the problem of increasing the effectiveness of e-commerce development by unifying functional content management system.

Электронная коммерция в настоящее время занимает одно из первых мест по темпам развития практически во всех отраслях бизнеса. Многие разработчики утверждают, что построить прибыльный Web-сайт не так уж и сложно. Однако в действительности создание хорошего коммерческого сайта является одной из сложнейших задач потому как работа коммерческого Web-сайта не ограничивается взаимодействием с пользователем, также приходится учитывать всевозможные аспекты управления магазином. Правильный выбор средств для управления коммерческим Web-сайтом столь же важен, как и выбор средств для построения интерфейса пользователя.

Цель работы – повышение эффективности разработки сайтов электронной коммерции за счет унификации функционала системы управления контентом.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач анализа, к ним относятся: критериальный анализ существующих систем управления контентом, анализ основных особенностей и возможностей электронного бизнеса, анализ функций и параметров интернет – проектов и эффективности применительно к ним, анализ существующих методов построения рекомендательных систем; а также задачи проектирования: выбор моду-

лей системы управления контентом с учетом особенностей предметной области, разработка настраиваемой структуры системы управления сайтами, обеспечивающей унификацию функционала, разработка расширения рекомендательной системы.

При выборе технического решения основными факторами являются запросы владельца интернет - магазина и предполагаемые объемы оборота, объемы продаж, посещаемость, ассортимент товаров, навыки обслуживающего систему персонала и многие другие.

Среди существующих систем, ориентированных на работу в сфере электронной коммерции следует выделить коробочные, свободно распространяемые и индивидуальные решения.

«Коробочное» решение представляет собой CMS для массового пользователя. Его стоимость включает в себя не только дистрибутив самой системы, но и дополнительные услуги (техническую поддержку или обучение специалистов). Примерами могут служить продукты «1С-Битрикс», NetCat, UMI.CMS [1]. Такие продукты удобно использовать в случае реализации проектов с крупными бюджетами, компания планирует впоследствии расширять свой веб-сайт, добавляя новые функциональные возможности, сервисы, изменяя дизайн и логику существующих разделов. Эффективность от «коробочной» CMS достигается за счет того, что компания, приобретая подобное решение, получает комплекс дополнительных услуг, в том числе по внедрению и поддержке продукта, что позволяет снизить расходы. Тем не менее данный тип систем управления контентом имеет свои недостатки. Во-первых, такие CMS предъявляют высокие требования к хостинг-провайдеру, во-вторых, конечный пользователь (компания) не может самостоятельно изменять или дорабатывать CMS и вынужден, таким образом, обращаться к веб-студиям – партнерам разработчика системы [1].

Вывод: «коробочные» решения лучше всего применять из расчета долгосрочных перспектив использования CMS и партнерских отношений с компанией, осуществляющей ее внедрение [3].

Индивидуальная разработка CMS отличается тем, что полностью ориентирована на заказчика, это не типовое решение для массового пользователя. Однако необходимо учитывать, что подобные системы (примеры: RBCContents от РБКСофт, Trinet CMS от TRINET) редко разрабатывают «с нуля» – у веб - студии существует определенная среда разработки, на основе которой собирают решения для тех или иных клиентов. Другой недостаток подобных решений – большая вероятность возникновения ошибок, поскольку продукты создаются группой разработчиков, которые не сталкиваются с реальными условиями работы своей системы и не могут оперативно проводить консультации по устранению сбоев в CMS.

Свободно распространяемая CMS – это обычно дистрибутив (например: Drupal, Joomla, TYPO3), загружаемый с сайта разработчика и преимущественно бесплатный. Плюсы такого решения – экономия на покупке лицензий на продукт, а также на дополнительных разработках. Кроме того, свободно распространяемые CMS редко используют высокопроизводительные серверы, что позволяет найти более доступный хостинг, или разместить на собственных ресурсах [1].

Достоинства и недостатки перечисленных выше систем представлены в таблице 1.

Таблица 1

Анализ систем электронной коммерции

<i>Наименование системы</i>	<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
1С-Битрикс, UMI CMS	<ul style="list-style-type: none"> - Гибкость - Открытый исходный код - Профессиональная поддержка компании разработчика 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая стоимость - Дорогое и затратное по времени внедрение - Перегружены большим количеством функций, которые нужны далеко не всем сайтам - Дорогое обслуживание
Joomla+ VirtueMart	<ul style="list-style-type: none"> - Бесплатная лицензия - Гибкость - Открытый исходный код - Минимальный набор инструментов при начальной установке 	<ul style="list-style-type: none"> - Для добавления нестандартных функций необходимо вмешательство специалиста
Drupal+ Ubercart	<ul style="list-style-type: none"> - Бесплатная лицензия - Открытый исходный код 	<ul style="list-style-type: none"> - Сложные в использовании и настройки - Сложные и трудные для понимания панели администрирования
osCommerce	<ul style="list-style-type: none"> - Бесплатная лицензия - Многоязычность - Активное сообщество - Большой набор уже встроенных модулей 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие поддержки шаблонов для изменения дизайна сайта - Отсутствие поддержки
PHPShop	<ul style="list-style-type: none"> - Произвольная настройка набора свойств товаров - Поддержка массовой загрузки (экспорта/импорта) ассортимента, базы покупателей 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокая стоимость - Дорогое и затратное по времени внедрение

Таким образом, при наличии достаточно большого числа систем для создания интернет - магазина, в каждой из них были выявлены неко-

торые недостатки для реализации системы управления сайтом в сфере электронных продаж.

Даже выбирая CMS для создания интернет-магазина самым тщательным образом, в результате не возможно получить ответа, какая из систем лучшая.

При разработке системы необходимо хорошо понимать полную цепочку электронной коммерции; разобраться, где начинаются и заканчиваются операции через Интернет и где на смену им приходит более традиционная офисная технология. Для этого обратимся к диаграмме, представленной на рисунке 1. Слева изображены блоки изображают действия пользователя, а справа – действия, к которым пользователь не имеет прямого отношения.

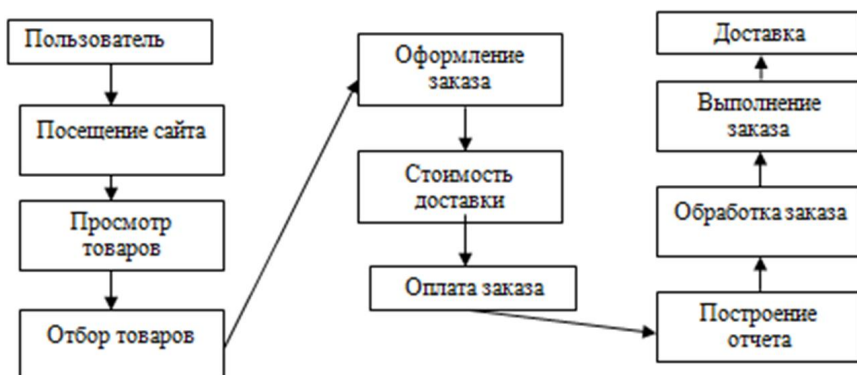


Рис. 1. Фазы электронной коммерции

Актуальными являются исследования в области ряда специфических технических и технологических проблем, связанных построением рекомендательной системы, позволяющей предложить клиенту в реальном времени продукты, которые вероятно его заинтересуют. Применение рекомендательных систем распространяется в последнее время на стационарную и розничную торговлю, справочные центры, поиск по программному обеспечению, научным статьям. Это применение характеризуется предоставлением рекомендаций пользователям автоматически на основании уже совершенных действий (покупок, выставленных рейтингов, статистики посещений) и приемом от них обратной связи (заказы в магазинах, переход по ссылкам). Рекомендательные системы являются одним из важных разделов интеллектуального анализа данных.

Для проектирования расширений, дополнительных модулей, позволяющих расширить функционал системы необходимо изучить структуру модулей рассматриваемой системы.

В целях безопасности, Joomla спроектирована так, что имеет только две точки входа. Обращение к области сайта и области администриро-

вания всегда начинается через обращение к файлу index.php и administrator/index.php соответственно [5].

Существует 5 типов расширений:

1. Компоненты.
2. Модули.
3. Шаблоны.
4. Плагины.
5. Локализации (языки).

На рисунке 2 представлены модули в Joomla.

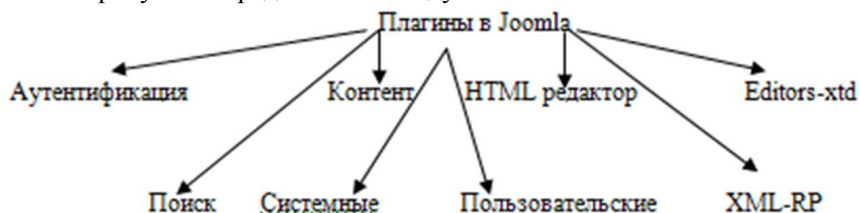


Рис. 2. Модули в Joomla

Доступны следующие стандартные модули Joomla:

1. Advertisement (mod_banners) – рекламный модуль.
2. Archive – список календарных месяцев, которые содержат архивные материалы. (выключен по-умолчанию).
3. Banners (mod_banners) – используется для отображения баннеров.
4. Breadcrumbs (mod_breadcrumbs) – навигационная строка/Путь на сайте/Хлебные крошки. Отображает строку вида Раздел => Категория => Статья.
5. Example Pages (mod_mainmenu) – Отображает меню.
6. Feed Display (mod_feed) – Модуль отображает RSS-ленту новостей.
7. Footer (mod_footer) – Показывает «подвал» сайта, информацию об авторских правах.
8. Latest News (mod_latestnews) – список последних опубликованных материалов.
9. Login Form (mod_login) – форма входа на сайт.
10. Main Menu (mod_mainmenu) – Отображает главное меню.
11. Newsflash (mod_newsflash) – Отображает произвольный материал из активной категории.
12. Polls (mod_poll) – Используется для организации голосований на сайте.
13. Popular (mod_mostread) – Показывает популярные статьи – статьи, которые просматривались чаще, чем остальные.
14. Random Image – Отображает произвольную картинку из указанного вами каталога.

15. Related Items – Модуль отображает другие материалы, которые похожи на текущий отображаемый материал (выключен по-умолчанию).
16. Resources (mod_mainmenu) – Меню. Отображает меню.
17. Search (mod_search) – Показывает форму поиска по сайту.
18. Sections (mod_sections) – Отображает список разделов из БД.
19. Statistics (mod_sections) – Отображает статистику сайта. По умолчанию отключен. Его включение может создать дополнительную нагрузку на сервер баз данных.
20. Syndication (syndicate) – С помощью этого модуля посетители сайта могут подписываться на новости сайта в формате RSS.
21. Top Menu (mod_mainmenu) – Отображает верхнее меню.
22. User Menu (mod_mainmenu) – Отображает пользовательское меню.
23. Who's Online (mod_whosonline) – Отображает активных пользователей, т. е. пользователей, находящихся в данный момент на сайте.
24. Wrapper (mod_wrapper) – Позволяет отобразить во фреймеURL с другого сайта [5].

Базовые плагины Joomla делятся на 8 категорий:

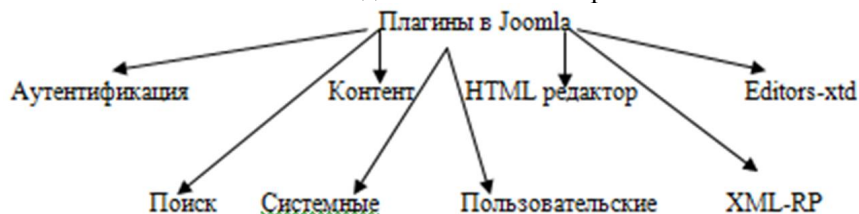


Рис. 3. Плагины в Joomla

Электронная коммерция включает не только операции покупки и продажи, она обеспечивает полный замкнутый цикл, представленный на рис.4, который включает элементы создания спроса на товары, распространение, услуги на послепродажное обслуживание и автоматизацию взаимодействия между продавцом и потребителем [3].

В общем случае основные функции Интернет-магазина Joomla+ VirtueMart – это информационное обслуживание покупателя, обработка заказов, проведение платежей. Как было упомянуто выше, программный комплекс управления Интернет-магазином позволяет формировать и интерфейс с покупателем, и функциональные возможности Интернет-магазина, исходя из потребностей компании. Но в данном случае не предусмотрен сбор и анализ различной статистической информации.

Владелец виртуального магазина должен иметь возможность получать полную информацию о посетителях web-сайта и строить в соответствии с ней систему маркетинга. В связи с чем актуальной становится разработка модуля, позволяющего не только собрать для анализа максимум статистической информации, но и оперативно ее использовать.

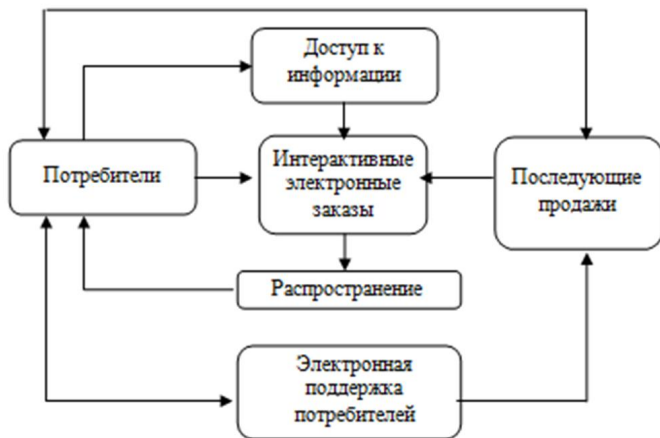


Рис. 4. Цикл электронной коммерции

Перспективной на данный момент является разработка расширения, позволяющего пользователю получить информацию о рекомендуемых группах товаров, что позволит повысить эффективность функционирования интернет-магазина.

За последние годы был совершен значительный прогресс в развитии электронной коммерции. Были также предложены различные алгоритмы выработки рекомендаций. Некоторые системы нашли практическое применение в коммерческой индустрии. Тем не менее, несмотря на прогресс, для более эффективной работы в большом списке приложений современное поколение рекомендательных систем требует дальнейших улучшений, которые должны сделать работу рекомендательных систем более эффективной.

Библиографический список

1. Трофимова, М.В. Анализ систем управления: учебное пособие для вузов / М.В. Трофимова. – Ставрополь: Сев-Кав ГТУ, 2009. – С. 56.
2. Веллинг, Л. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL / Л. Веллинг, Л. Томсон. – М.: Вильямс, 2010. – С. 848.
3. Балабанов И.Т. Электронная коммерция – СПб: Питер, 2001. – С. 32.
4. Данько Т. П., Дьяконова Л. П., Завьялова Н. Б., Сагино-ва О. В. и др. Электронный маркетинг: Учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2003. – С. 21.
5. Бэрри Норт, Joomla. Практическое руководство / Бэрри Норт, 2008. – С. 10.

*Руководитель работы д.т.н., доцент кафедры
программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем А.Ю. Владова.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД

С.В. Константинов

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
Fam53@yandex.ru*

Аннотация

В статье рассмотрен теоретико-множественный анализ процесса флотации медно-цинковых руд, позволяющий минимизировать временные и финансовые затраты на повышения качества обогащения сульфидных руд.

THE SET-THEORETIC ANALYSIS OPTIMIZATION OF FLOTATION OF COPPER-ZINC ORE

S. V. Konstantinov

Abstract

This article describes the set-theoretic analysis of the flotation of copper-zinc ore, which minimizes the time and cost to improve the quality of the enrichment of sulphide ores.

Актуальность работы

В настоящее время флотация является основным и определяющим процессом обогащения медно-цинковых руд. Совершенствование и оптимизация флотационного процесса на действующих фабриках является основным резервом повышения извлечения металлов и комплексного использования сырья.

Большинство уральских фабрик перерабатывает медно-цинковые руды с получением медного концентрата, содержащего около 15,0 % меди, что, безусловно, экономически невыгодно для последующего металлургического передела.

Решение задач повышения извлечения ценных компонентов и увеличение объемов переработки, в значительной мере связано с совершенствованием способов обработки пульпы перед флотацией.

Цель исследования

Целью исследования является повышение эффективности управления непрерывной переработке сложного сульфидного сырья по схеме коллективно-селективной флотации доизмельчение коллективного, грубых медного, цинкового, пиритного концентратов и концентрата первой

медной перечистки позволяет поднять извлечение металлов до уровня проектных показателей.

В ходе теоретико-информационного анализа системы процесса флотации сульфидного сырья были определены подсистемы и взаимосвязи между ними. Результаты построения модели приведены на рис. 1.

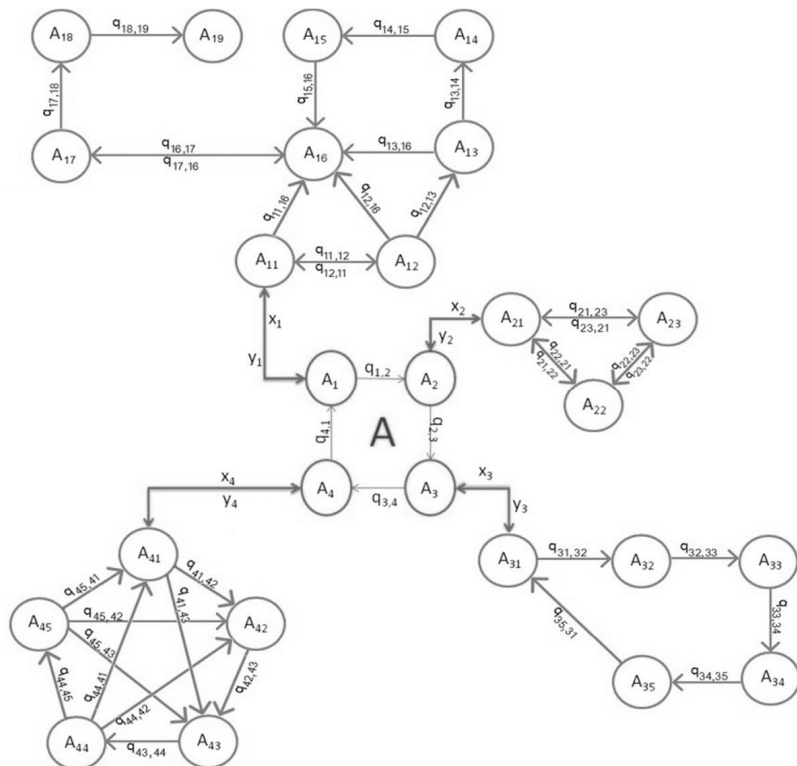


Рис. 1. Объектно-множественная модель системы грузоперевозок

Основными объектами системы грузоперевозок, являются:

- оборудование АСУ ТП машины по обогащению медно-цинковой руды (A_1);
- информационное обеспечение процесса флотации (A_2);
- математическое обеспечение процесса флотации (A_3);
- программное обеспечение процесса флотации (A_4).

Элементы объектно-множественной модели системы грузоперевозок описываются следующим образом:

A_{11} = «Питатели».

A_{12} = «Дробилки».

A_{13} = «Мельницы».

- A_{14} = «Грохоты».
 A_{15} = «Гидроциклоны».
 A_{16} = «Флотомашинa».
 A_{17} = «Магнитный сепаратор».
 A_{18} = «Электрический сепаратор».
 A_{19} = «Лабораторное оборудование».
 A_{21} = «АСАК1».
 A_{22} = «АСАК2».
 A_{23} = «АСАК3».
 A_{41} = «Программа АСАК»;
 A_{42} = «Программа для оптимизации процесса флотации».
 A_{43} = «Модуль оптимизации отделения медно-цинковой руды от пульпы».
 A_{44} = «Модуль прогнозирования качества обработки пульпы».
 A_{45} = «Модуль оценки качества обработки пульпы».

Все описанные объекты процесса флотации сульфидного сырья взаимодействуют между собой посредством управляющих связей:

Механические потоки:

- $q_{11,12}$ – Первичное раздробление руды и превращение ее в пульпу;
 $q_{12,11}$ – Подача питания на дробилки;
 $q_{11,16}$ – Обработка руды на флотомашине;
 $q_{12,16}$ – Подача пульпы во флотомашину;
 $q_{12,13}$ – Вторичная обработка пульпы;
 $q_{13,16}$ – Подача классифицированной пульпы во флотомашину
 $q_{13,14}$ – Классификация пульпы;
 $q_{16,17}$ – Отделение медно-цинковой руды;
 $q_{17,16}$ – Отделение медно-цинковой руды;
 $q_{31,32}$ – Скорость подачи руды.

Информационные потоки

- $q_{14,15}$ – Подача воды для обработки пульпы;
 $q_{15,16}$ – Количество воды и время обработки руды;
 $q_{17,18}$ – Количество энергии, подаваемой для обработки процесса флотации;
 $q_{18,19}$ – Данные со всех приборов;
 $q_{21,22}$ – Данные с датчиков при поступлении руды;
 $q_{22,21}$ – Передача данных по циклу процесса флотации;
 $q_{22,23}$ – Данные после классификации руды;
 $q_{23,22}$ – Данные для обработки руды;
 $q_{21,23}$ – Данные после обработки руды;
 $q_{23,21}$ – Повторение цикла обработки руды;
 $q_{32,33}$ – Подсчет количества времени для обработки руды;
 $q_{33,34}$ – Подсчет количества химического состава для обработки руды;

- $q_{34,35}$ – Количество медно-цинковой руды, полученное после обработки на флотомашине;
 $q_{35,31}$ – Обработка остатков руды;
 $q_{41,42}$ – Данные, полученные со всех датчиков;
 $q_{41,43}$ – Оптимизация отделения медно-цинковой руды от пульпы;
 $q_{42,43}$ – Прогнозирование качества обработки руды;
 $q_{43,44}$ – Процент соответствия прогнозирования качества обработки пульпы;
 $q_{44,42}$ – Оптимизация процесса флотации;
 $q_{44,41}$ – Подсчет данных для процесса флотации;
 $q_{44,45}$ – Процент корректности обработки пульпы;
 $q_{45,43}$ – Данные, полученные с датчиков при выходе готовой руды;
 $q_{45,42}$ – Данные для оптимизации качества процесса флотации;
 $q_{45,41}$ – Информация о качестве руды после процесса флотации.

Каждый элемент модели характеризуется свойствами. В табл. 1 приведено описание свойств каждого из определенных объектов.

Таблица 1

Описание свойств объектов системы грузоперевозок

Объект	Свойство	Описание свойства
A_{11}	Z_{11}	Z_{111} = Элементы питания Z_{112} = Электрические щиты Z_{113} = Кабели
A_{12}	Z_{12}	Z_{121} = Трёхстадийное дробление руды Z_{122} = Двухстадийное (I, III секции) шаровое измельчение Z_{123} = Трёхстадийное (II секция) шаровое измельчение
A_{13}	Z_{13}	Z_{131} = Разгрузка первой стадии Z_{132} = Разгрузка второй стадии
A_{14}	Z_{14}	Z_{141} = Интенсивность Z_{142} = Размер сетки
A_{15}	Z_{15}	Z_{151} = Спираль
A_{16}	Z_{16}	Z_{161} = Размер ванны
A_{17}	Z_{17}	Z_{171} = Вытягивание частиц полезной руды
A_{18}	Z_{18}	Z_{181} = Регулирование тока
A_{19}	Z_{19}	Z_{191} = Датчики измерения показателей
A_{21}	Z_{21}	Z_{211} = Пробы ОТК
A_{22}	Z_{22}	Z_{221} = Пробы ОТК
A_{23}	Z_{23}	Z_{231} = Пробы ОТК
A_{31}	Z_{31}	Z_{311} = График движения пульпы Z_{312} = Расчет времени до поступления в ванну Z_{313} = Матрица скорости загрузки
A_{32}	Z_{32}	Z_{321} = Гранулы метрической составляющей

Объект	Свойство	Описание свойства
		Z ₃₂₂ = Плотность пульпы
A ₃₃	Z ₃₃	Z ₃₃₁ = Общие характеристики пульпы
A ₃₄	Z ₃₄	Z ₃₄₁ = Общие характеристики пульпы Z ₃₄₂ = Мощность флотомашин
A ₃₅	Z ₃₅	Z ₃₅₁ = Флотомашин
A ₄₁	Z ₄₁	Z ₄₁₁ = Скорость передачи данных Z ₄₁₂ = Распределенная структура ПО Z ₄₁₃ = Автоматическое преобразование единиц для задания управляющих установок
A ₄₂	Z ₄₂	Z ₄₂₁ = Переменные ввода-вывода данных Z ₄₂₂ = Собранные данные преобразованы в инженерные единицы
A ₄₃	Z ₄₃	Z ₄₃₁ = Переменные, составляющие характеристику пульпы
A ₄₄	Z ₄₄	Z ₄₄₁ = Построение математической модели качества обработки пульпы
A ₄₅	Z ₄₅	Z ₄₅₁ = Сравнение математической модели с выходным потоком процесса флотации

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, где x_1 – информация о состоянии флотомашин, x_2 – информация о входных данных на АСАК, x_3 – информация о методах оптимизации эффективности управления процесса флотации, x_4 – проект программного продукта оптимизации эффективного управления процессом флотации, y_1 – количество ванн, y_2 – количество сигналов, поступающих на сервера АСАК, y_3 – информация об ограничениях для построения оптимальной модели управления процессом флотации, y_4 – результаты работы и практическое применение программного продукта оптимизации эффективного управления процессом флотации.

Таким образом, на основе теоретико-множественного анализа системы оптимизации эффективности управления процессом флотации в работе выполнено определение основных объектов системы, выявлена их структура, свойства и определены все возможные взаимодействия между ними. Наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить математическое моделирование объекта с учетом структурированной информации и определить форму и средства представления модели. Для рассматриваемой проблемы наиболее целесообразно использования установки программного модуля и оборудованием для обеспечения наиболее эффективного управления процесса флотации медно-цинковой руды.

Библиографический список

1. Технология обогащения руд цветных металлов [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н. К. Алгебраистова, А. А. Кондратьева. – Электрон. дан.
2. Конюх В.Л. Компьютерная автоматизация в промышленности. – М.: Бестселлер, 2005. – 250 с.
3. Автоматизация обогатительных фабрик: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 121 с.

*Руководитель работы к.т.н., доцент кафедры
вычислительной техники и прикладной математики*

Леднов А.В.

Дата представления работы: 24.12.2012

ОБ АДАПТИВНОМ ОБУЧЕНИИ В LMS MOODLE

Т. А. Степаненко

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,*

Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38

Аннотация

В статье рассмотрена адаптивная технология, заключающаяся в обучении приемам самостоятельной работы, самоконтроля, приемам исследовательской деятельности; в максимальной адаптации учебного процесса к индивидуальным особенностям студентов.

STUDYING IN THE ADAPTIVE LMS MOODLE

Т. А. Stepanenko

Abstract

The article considers the adaptive technology is to teach methods of independent work, self-control, methods of research, the greatest adaptation of the educational process to the individual needs of students.

Актуальность работы

В настоящее время, когда темп жизни диктует свои условия, широко распространен дистанционный вид обучения, реализуемый специфическими средствами Интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность.

В соответствии с ограниченным временем и необходимостью развития уровня образования возникает потребность в новых образовательных технологиях, позволяющих реализовывать индивидуальные траектории обучения.

Что делает учебный процесс, индивидуальным, адаптивным?

Во-первых, наличие учебного материала разного уровня сложности (обычно, простого, среднего, высокого) Этим обеспечивается соб-

ственно адаптивное учение. Во-вторых, наличие контролирующих вопросов разного уровня сложности. Они обеспечивают адаптивный контроль. В сумме это дает адаптивное обучение.

На данный момент для организации дистанционного обучения широко используются LMS (Learning Management System – система управления обучением), позволяющие организовать сетевую среду дистанционного электронного обучения, которая включает в себя средства подготовки и доставки образовательного контента, а также средства управления учебным процессом. Одним из вариантов Learning Management System является пакет Moodle – представляющий собой систему управления содержимым сайта, специально разработанный для создания качественных online-курсов преподавателями.

Заключение

Адаптация в LMS Moodle заключается в конструировании оптимального для конкретного пользователя набора учебных элементов. Применительно к системам e-learning растет потребность в средствах персонализации электронных учебных курсов.

Вопросы персонализации обучения в среде LMS представляют интерес еще и в связи с тем, что использование технологий дистанционного обучения ставит перед дистанционным педагогом сложную задачу – осуществлять коммуникации с учетом индивидуальных способностей и уровня подготовки обучаемых на расстоянии без очного контакта.

Библиографический список

1. Живенков А. Н., Иванова О. Г. Реализация информационной адаптивной системы обучения на базе LMS Moodle / Вестник БГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии, 2010 С. 88 – 92.
2. Ильина Е. А. Проектные решения для разработки программного модуля математической обработки результатов тестирования / Е. А. Ильина, Ю. Б. Кухта и др. // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – ч. II. – С.234-241.
3. Ильина Е. А. Технология тестирования знаний студентов с использованием системы Moodle / Е. А. Ильина, Л. Г. Егорова и др. // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. трудов. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – ч. III. – С. 166-172.

*Руководитель работы канд. пед. наук, доцент
кафедры вычислительной техники и прикладной
математики ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
Ильина Е.А.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ТЕОРЕТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДУГ В МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ ДУГОВЫХ ПЕЧАХ

Ю.Ю. Хромых

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
hromyh_yuliya@mail.ru*

Аннотация

Проведен теоретико-информационный анализ положения электрических дуг постоянного и переменного тока в многоэлектродных дуговых печах. Выполнено определение основных объектов системы, определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами, выявлен состав объектов рассматриваемой системы, показана структура исследуемых объектов.

INFORMATION THEORY ANALYSIS OF THE POSITION OF ELECTRIC ARCS IN THE [MNGOELEKTRODNYKH] ARC FURNACES

YU.YU. Khromykh

Abstract

Information theory analysis of electric arcs of AC and DC in multi-electrode arc furnaces was conduct. Certain basic system objects were determined, possible interactions between the analyzed object were identified, objects composition of the system was found, the structure of the objects was shown.

Актуальность работы

Одним из основных путей повышения эффективности работы современных металлургических агрегатов являются разработка теории технологических процессов, методов управления ими, а также создание соответствующего математического, алгоритмического и программного обеспечения.

Целью исследования является повышение эффективности работы дуговой сталеплавильной печи путем теоретического обоснования и исследования оптимальных режимов взаимодействия наклонных электрических дуг, создания и внедрения программных модулей математического моделирования, оптимизации их работы.

Реализация решения задачи

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- теоретико-информационный анализ дуговых сталеплавильных печей и технологического процесса выплавки стали для определения источников, способов получения и методов обработки информации;
- математическое моделирование положения электрических дуг при их электромагнитном взаимодействии в многоэлектродных дуговых печах, разработка алгоритмов;
- разработка программного обеспечения для наглядного отображения результатов моделирования взаимодействия наклонных электрических дуг в условиях многоэлектродной дуговой печи;
- проведение вычислительного эксперимента на основе полученной математической модели и разработанного программного обеспечения.

Описание объектов, используемых на рис. 1 и входящих в модель, приведено в табл. 1.

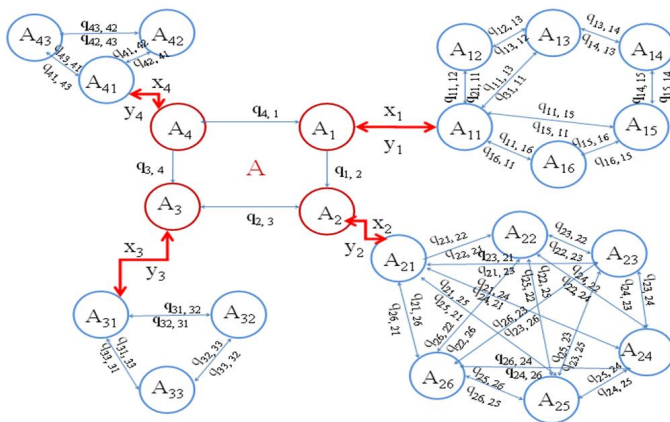


Рис. 1. Объектно-множественная модель объекта исследования

Таблица 1

Описание элементов объектно-множественной модели объекта исследования

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
A ₁	A ₁₁	Свод	
	A ₁₂	Кожух печи	
	A ₁₃	Система водоподвода	
	A ₁₄	Токоподвод	
	A ₁₅	Электродержатели	
	A ₁₆	Графитированные электроды	
A ₂	A ₂₁	Напряженность магнитного поля в точке	
	A ₂₂	Полная электромагнитная сила, действующая на элемент	

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
	A ₂₃	Уравнение для оси столба дуги	
	A ₂₄	Сила, действующая на элемент дуги	
	A ₂₅	Параметры дуг	
	A ₂₆	Допущения, принятые в математической модели	
A ₃	A ₃₁	Модуль ввода данных	
	A ₃₂	Расчетный модуль	
	A ₃₃	Модуль вывода результатов моделирования графическим методом	
A ₄	A ₄₁	Параметры многоэлектродной печи	
	A ₄₂	Параметры расплава	
	A ₄₃	Параметры электрических дуг	

Все описанные объекты взаимодействуют между собой посредством управляющих связей, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами

Обозначение	Содержание
q _{11,12}	Взаимодействие свода и кожуха печи
q _{12,11}	Взаимодействие кожуха печи и свода
q _{11,13}	Взаимодействие свода и системы водоподвода
q _{13,11}	Взаимодействие системы водоподвода и свода
q _{11,15}	Взаимодействие свода и электрододержателей
q _{15,11}	Взаимодействие электрододержателей и свода
q _{11,16}	Взаимодействие свода и графитированных электродов
q _{16,11}	Взаимодействие графитированных электродов и свода
q _{12,13}	Взаимодействие кожуха печи и токоподвода
q _{13,12}	Взаимодействие токоподвода и кожуха печи
q _{13,14}	Взаимодействие системы водоподвода и токоподвода
q _{14,13}	Взаимодействие токоподвода и системы водоподвода
q _{14,15}	Взаимодействие токоподвода и электрододержателей
q _{15,14}	Взаимодействие электрододержателей и токоподвода
q _{15,16}	Взаимодействие электрододержателей и графитированных электродов
q _{16,15}	Взаимодействие графитированных электродов и электрододержателей
q _{21,22}	Взаимодействие напряженности магнитного поля в точке и полной электромагнитной силы, действующей на элемент
q _{22,21}	Взаимодействие полной электромагнитной силы, действующей на элемент и напряженности магнитного поля в точке
q _{21,23}	Взаимодействие напряженности магнитного поля в точке и уравнения для оси столба дуги
q _{23,21}	Взаимодействие уравнения для оси столба дуги и напряженности магнитного поля в точке

Обозначение	Содержание
Q _{21,24}	Взаимодействие напряженности магнитного поля в точке и силы, действующей на элемент дуги
Q _{24,21}	Взаимодействие силы, действующей на элемент дуги и напряженности магнитного поля в точке
Q _{21,25}	Взаимодействие напряженности магнитного поля в точке и параметров дуг
Q _{25,21}	Взаимодействие параметров дуг и напряженности магнитного поля в точке
Q _{21,26}	Взаимодействие напряженности магнитного поля в точке и допущений, принятых в математической модели
Q _{26,21}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и напряженности магнитного поля в точке
Q _{22,23}	Взаимодействие полной электромагнитной силы, действующей на элемент и уравнения для оси столба дуги
Q _{23,22}	Взаимодействие уравнения для оси столба дуги и полной электромагнитной силы, действующей на элемент
Q _{22,24}	Взаимодействие полной электромагнитной силы, действующей на элемент и силы, действующей на элемент дуги
Q _{24,22}	Взаимодействие силы, действующей на элемент дуги и полной электромагнитной силы, действующей на элемент
Q _{22,25}	Взаимодействие полной электромагнитной силы, действующей на элемент и параметров дуг
Q _{25,22}	Взаимодействие параметров дуг и полной электромагнитной силы, действующей на элемент
Q _{22,26}	Взаимодействие полной электромагнитной силы, действующей на элемент и допущений, принятых в математической модели
Q _{26,22}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и полной электромагнитной силы, действующей на элемент
Q _{23,24}	Взаимодействие уравнения для оси столба дуги и силы, действующей на элемент дуги
Q _{24,23}	Взаимодействие силы, действующей на элемент дуги и уравнения для оси столба дуги
Q _{23,25}	Взаимодействие уравнения для оси столба дуги и параметров дуг
Q _{25,23}	Взаимодействие параметров дуг и уравнения для оси столба дуги
Q _{23,26}	Взаимодействие уравнения для оси столба дуги и допущений, принятых в математической модели
Q _{26,23}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и уравнения для оси столба дуги
Q _{24,25}	Взаимодействие силы, действующей на элемент дуги и параметров дуг
Q _{25,24}	Взаимодействие параметров дуг и силы, действующей на элемент дуги
Q _{24,26}	Взаимодействие силы, действующей на элемент дуги и допущений, принятых в математической модели
Q _{26,24}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и

Обозначение	Содержание
	силы, действующей на элемент дуги
Q _{25,26}	Взаимодействие параметров дуг и допущений, принятых в математической модели
Q _{26,25}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и параметров дуг
Q _{26,25}	Взаимодействие допущений, принятых в математической модели и параметров дуг
Q _{31,32}	Взаимодействие модуля ввода данных и модуля расчета
Q _{32,33}	Взаимодействие модуля расчета и модуля ввода данных
Q _{31,33}	Взаимодействие модуля ввода данных и модуля вывода результатов моделирования графическим методом
Q _{33,31}	Взаимодействие модуля вывода результатов моделирования графическим методом и модуля ввода данных
Q _{32,33}	Взаимодействие модуля расчета и модуля вывода результатов моделирования графическим методом
Q _{33,32}	Взаимодействие модуля вывода результатов моделирования графическим методом и модуля расчета
Q _{41,42}	Взаимодействие параметров многоэлектродной печи и параметров расплава
Q _{42,41}	Взаимодействие параметров расплава и параметров многоэлектродной печи
Q _{41,43}	Взаимодействие параметров многоэлектродной печи и параметров электрических дуг
Q _{43,41}	Взаимодействие параметров электрических дуг и параметров многоэлектродной печи
Q _{42,43}	Взаимодействие параметров расплава и параметров электрических дуг
Q _{43,42}	Взаимодействие параметров электрических дуги параметров расплава

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, где x_1 – информация о многоэлектродной дуговой печи; x_2 – информация о математической модели; x_3 – информация о программных модулях; x_4 – информация о взаимодействии электрических дуг; y_1 – параметры многоэлектродной дуговой печи; y_2 – результат математического моделирования; y_3 – результат работы программных модулей; y_4 – результат взаимодействия электрических дуг.

Заключение

Таким образом, на основе теоретико-информационного анализа положения электрических дуг постоянного и переменного тока в многоэлектродных дуговых печах в работе:

- выполнено определение основных объектов системы;
- определены возможные взаимодействия между анализируемыми объектами;

- выявлен состав объектов рассматриваемой системы;
- показана структура исследуемых объектов.

Наличие полной информации о структуре исследуемого объекта позволяет выполнить математическое моделирование объекта с учетом структурированной информации и определить форму и средства представления модели. Для рассматриваемой проблемы наиболее целесообразно использовать создание и построение алгоритмов реализации математической модели.

Библиографический список

1. Хромых Ю.Ю. Математическое моделирование теплового излучения наклонных электрических дуг на поверхность ванны ДСП Ю. Ю. Хромых, И. М. Ячиков // Научное сообщество студентов XXI столетия: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2011. – С. 845 – 853.
2. Ячиков И.М., Костылева Е.М. Положение электрических дуг при их электромагнитном взаимодействии в многоэлектродных дуговых печах// Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. конф. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2012. – С. 36-38.

*Руководитель работы д.т.н.,
член-корреспондент Академии инженерных наук им.
А.М. Прохорова, профессор кафедры вычислительной
техники и прикладной математики Ячиков И.М.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Е.С. Майорова, Е.С. Огнева

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
vintagemickey12@gmail.com*

Аннотация

На современном этапе общественного развития российская система образования находится в процессе внедрения информационных технологий в процесс обучения. Одним из способов является использование систем дистанционного обучения (СДО) в высших учебных заведениях. В статье был проведен анализ электронного журнала «Высшее образование в России» за последние 10 лет по вопросу использования СДО. На основе результатов исследования был построен график динамики использования трех направлений: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), СДО и электронное обучение (e-Learning).

Abstract

At the present stage of social developing Russian system of education is in process of introducing information technologies in learning process. One way is using Systems of Distance Learning (SDL) in the universities. In the article magazine «Vysshee obrazovanie v Rossii» for last 10 years was analyzed by question about using SDL. Based on results was plotted the dynamic of using three fields: Information and Communication Technologies (ICT), SDL and e-Learning.

Актуальность

Актуальность дистанционного обучения в России обусловлена рядом факторов: большая территория, научно-технические центры находятся в крупных городах, формирование новых потребностей населения по отношению к содержанию и технологиям образования, развитие рыночной экономики и др. Развитие дистанционного обучения в России позволит не только обеспечить населению нашей страны доступ к качественному образованию, но и даст России возможность завоевать определенное место на мировом рынке образовательных услуг [1, 2].

Основная часть

В настоящее время традиционная система обучения стала недостаточно эффективной в связи с ростом объема и сложности изучаемого материала. Это потребовало внедрения новых технологий, основанных на использовании современных технических средств (компьютер, телефон, планшетный компьютер и т.д.).

Для удовлетворения социального заказа на подготовку и переподготовку более высококвалифицированных кадров, а также самостоятельную работу студентов требуются новые технологии обучения, основанные на использовании интернет-технологий, одной из которых является система дистанционного обучения (СДО).

Так, в Федеральном законе Российской Федерации от 28 февраля 2012 г. N 11-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «Об образовании» под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В России дистанционное обучение начало развиваться с 1988 года – Советско-американский проект «Школьная электронная почта» [3]. С каждым годом число университетов, использующих СДО, увеличивается. В настоящее время разработано большое количество систем для внедрения дистанционного обучения [4, 5]. Изучив электронный журнал «Высшее образование в России» за последние 10 лет по вопросу использования систем дистанционного обучения, нами был проведен анализ исполь-

зования систем дистанционного обучения (СДО). Предоставим график динамики публикаций по вопросу использования СДО.

Из диаграммы видно, что в начале 2000-х годов наблюдается резкий рост интереса к ДО и применения технологии электронного обучения e-Learning. Начиная с 2005 года наблюдается рост заинтересованности к ИКТ. На сегодняшний день мы видим равномерную динамику применения всех трех направлений.

Заключение

Проведя анализ использования систем дистанционного обучения в образовании, можно говорить об их активном развитии и быстром внедрении в учебный процесс студентов, позволяя тем самым получать максимум учебного материала, необходимого в процессе обучения.

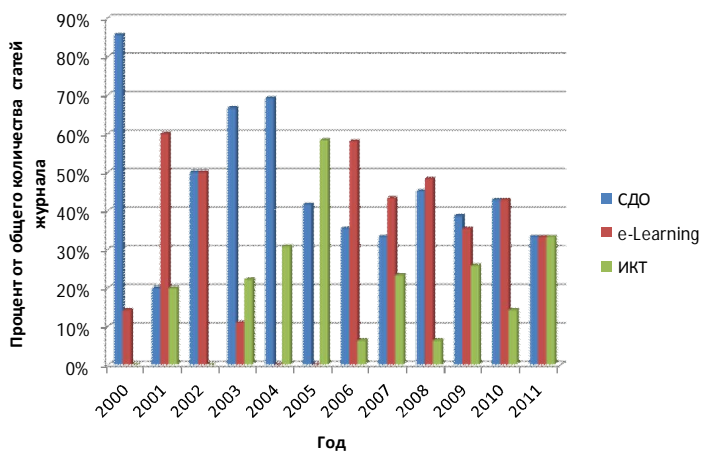


Рис. 1. Динамика применения дистанционных образовательных технологий

Используемые источники

1. Ильина Е.А., Сичная М.А. Об использовании LMS Moodle в системе высшего образования // Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы : сб. научн. тр. по материалам Междунар. заочн. научн.-практ. конф-ии в 7 частях. Часть 5 ; М-во образования и науки Рос. Федерации. Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – С. 67–69.
2. Логунова О.С., Королева В.В., Ячиков И.М. Система профессионального образования в России: проблемы и перспективы развития: монография. – Новосибирск: Из-во «СИБПРИНТ», 2011. – Кн. 2. – С. 50 – 81.
3. Организация дистанционного обучения с помощью современных ИКТ : метод. рекомендации / сост. С. А. Нестерова. – 1-е изд., доп. – Новокуйбышевск, 2009. – 32 с.

4. Акманова З.С. Использование новых информационных технологий как условие, обеспечивающее эффективную реализацию модели непрерывного математического образования студентов технического вуза // Применение новых технологий в образовании: Сб.тр. 15-й Международ. конф. – Троицк, 2004. – С.16-19.
5. Акманова З.С. Компьютерное тестирование по математике // Инновационные процессы в системе университетского образования: социально – гуманитарный аспект: Сб.науч. трудов междунар. науч.-методич. конф. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. – С.110-113.

*Руководитель работы канд. пед. наук, доцент
кафедры вычислительной техники и прикладной
математики Ильина Е.А.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В КРИПТОГРАФИИ

Р.Р. Бастанов, Т.А. Бастанова

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
roman.bastanov@gmail.com*

Аннотация

В статье рассматриваются основные проблемы применения алгоритмов криптографии и биометрических технологий и выгодные возможности их совместного использования.

APPLICATION BIOMETRICS IN CRYPTOGRAPHY

Р.Р. Бастанов, Т.А. Бастанова

Abstract

The paper discusses the main problems of cryptography algorithms and biometric technology and profitable opportunities of using them together.

Актуальность

Информация в современном мире может иметь огромную ценность, может быть малозначимой. Так или иначе, она играет основную роль в жизни человека. Утечка, искажение, отказ в передаче информации часто приводит к катастрофическим последствиям. Проблема защиты информации волновала человеческий ум с древних времен.

В течение прошлых двух десятилетий компьютеры и компьютерные сети произвели революцию в использовании информации. Информация теперь распределена. Люди при наличии полномочий могут передавать информацию и искать ее на расстоянии. Теперь не достаточно того, что информация должна быть конфиденциальной, когда она сохраняется

в компьютере. Должен также существовать способ поддержки конфиденциальности, когда эта информация передается от одного компьютера к другому.

Криптография

Наукой, изучающей математические методы защиты информации путем ее преобразования, является криптология. Криптология разделяется на два направления криптографию и криптоанализ. Криптография изучает методы преобразования информации, обеспечивающие ее конфиденциальность и аутентичность. Криптоанализ, наоборот, объединяет математические методы для нарушения конфиденциальности и аутентичности информации.

Современные компьютеры также стали основным инструментом для криптографии, который позволил решить проблему защиты информации. На сегодняшний день криптография применяется повсеместно там, где используются компьютеры и компьютерные сети. Существует множество криптографических алгоритмов защиты информации многие, из которых являются стандартами, как для защиты государства, так и для использования в повседневной жизни.

Биометрия

Биометрия – это наука, изучающая биологические и поведенческие характеристики человека. Биометрические технологии используют биологическую и (или) поведенческую информацию для идентификации личности или психоэмоционального состояния человека, а под биометрическими данными понимаются любые данные, характеризующие какое-то биометрическое свойство, например, данные датчиков или данные изображения.

Человеческие характеристики хороши тем, что их трудно подделать. Трудно оставить фальшивый отпечаток пальца при помощи своего собственного или сделать радужную оболочку своего глаза похожей на другую. В отличие от бумажных идентификаторов (паспорт, водительские права, удостоверение личности), от пароля или персонального идентификационного номера (ПИН), биометрические характеристики не могут быть забыты или потеряны. Характеристики являются уникальными для каждого человека.

Во второй половине XX века в связи с появлением новых технических возможностей биометрия нашла свое применение в самых различных областях информационных технологий; в первую очередь такими областями стали: системы управления доступом; системы голосования; проекты гражданской идентификации.

Основные проблемы криптографии

В основе всех криптографических алгоритмов существует такое понятие как «ключ». Ключ – это информация, которая используется в алгоритме преобразования целевой информации. Доступ к целевой информации осуществляется с помощью ключа и обратного преобразования.

Ключ для обеих операций должен быть полностью идентичным. Утеря ключа или разглашение приведет к невозможности получения информации или к нарушению ее конфиденциальности.

Современные ключи это: пароли; хэш-суммы; сертификаты; электронно-цифровые подписи (ЭЦП). Ключ так же становится информацией, которую следует защищать и при этом должен быть неизменным. Фактически они беззащитны, а применение к ним алгоритмов криптографии ведет за собой создание новых ключей.

Зачастую злоумышленникам проще и быстрее завладеть ключом, чем прибегать к криптоанализу. Именно компрометация ключа остается основной проблемой применения криптографии. Тяжело проследить неправомерное использование скомпрометированного ключа, а смена ключа в некоторых случаях может быть большой проблемой.

Основные проблемы биометрии

Существующее применение биометрических технологий целиком и полностью основывается на алгоритме верификации. Алгоритм верификации производит попарное сравнение имеющихся и предоставленных биометрических данных. Результатом верификации есть либо «Опознан», либо «Не опознан» с указанной долей вероятности.

В результате при использовании биометрических данных необходимо организовывать центр верификации, в котором будет храниться банк биометрических данных. И который будет производить верификацию.

На примере получения доступа различных пользователей к серверу приложений, если вместо пароля использовать биометрические данные, то возникает необходимость хранить эти данные всех пользователей. Если пользователей много, очевидно, что для верификации придется использовать дополнительный сервер – сервер верификации.

Все это ведет к усложнению систем использующих биометрические технологии: биометрические данные необходимо хранить; для процесса верификации данные нужно передать на сервер верификации; процесс сравнения может быть достаточно трудоемким.

Внедрение систем использующих биометрические данные само по себе является проблемой: увеличение числа пользователей такой системы ведет к нарастанию объема используемых данных; для выполнения верификации требуется более мощные компьютеры; в результате передачи биометрических данных увеличивается нагрузка на сеть.

Помимо существующих методов, для злоумышленников появляются новые вектора атаки на такие системы: атака на сервер верификации; перехват передачи биометрических данных.

Проблема применения биометрических данных в криптографии

На стыке биометрии и криптографии сформировалось научное направление, названное «биокриптография». Одним из основных направлений современной биокриптографии являются исследования в области применения биометрических данных в криптографических алгоритмах.

Очевидно, что биометрические данные человека лучше всего подходят в качестве ключа для алгоритмов криптографии, но для этого ключ – биометрические данные должны быть идентичны на этапах преобразования информации, что пока не достижимо.

Это обусловлено тем, что на сегодняшний день нет алгоритма четкого воспроизведения биометрических данных. Например, на разных сканерах отпечатков пальцев полученное цифровое изображение будет разным, и даже на одном и том же сканере при повторном сканировании вероятность получения такого же изображения практически равна нулю.

Заключение

Создание алгоритмов, основанных на биометрии и криптографии, позволит разработать системы, в которых отсутствуют недостатки обоих направлений.

С точки зрения криптографии алгоритм позволит применять хеш-функции к биометрическим данным, которые могут быть использованы в качестве ключей для криптографических алгоритмов либо материала для генерации таких ключей. Такой ключ невозможно забыть, потерять или скопировать.

Для биометрии это позволит избежать использования центра верификации и передачи биометрических данных третьей стороне, а значит, приведет к улучшению защищенности и простоты внедрения систем использующих биометрические технологии. Это позволит еще более широко применять биометрические системы.

Фактически такой алгоритм позволит использовать биометрические данные там, где используется криптографические алгоритмы защиты информации. Применение функций расширения ключа позволит защитить биометрические данные человека на любых этапах их использования. А содержание такого алгоритма в строгой секретности как, например А8 шифрование в GSM сетях, позволит гарантировать сохранность биометрических данных человека.

Библиографический список

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа. – М. : Техносфера, 2006. – 1072 с.

2. Гудков, В. Ю. Методы первой и второй обработки дактилоскопических изображений : монография / В. Ю. Гудков. -Миасс: Геотур, 2009. – 237 с.
3. Яне, Б. Цифровая обработка изображений ; пер. с англ. / Б. Яне. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
4. Гончаров С. М. Этапы генерации уникальных ключевых последовательностей на основе папиллярного узора отпечатков пальцев / С.М. Гончаров, А.А. Суховой // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 1 (21), ч. 1. – С. 97–99.
5. Bolle, R. M. Guide to biometrics / R. M. Bolle [et al.]. N.-Y. : Springer-Verlag, 2004. – 368 с.
6. Maltoni, D. Handbook of fingerprint recognition / D. Maltoni [et al.]. N.-Y. :Springer-Verlag, 2009. – 494 с.

*Руководитель работы канд. техн. наук, доцент
кафедры вычислительной техники и прикладной
математики ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
Калитаев А.Н.*

Дата представления работы: 24.12.2012

К ВОПРОСУ О ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДЕФЕКТОВ В ПРОКАТНЫХ ВАЛКАХ

О.С. Мацко

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,
Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38
o.s.matsko@gmail.com*

Аннотация

В работе авторы приводят описание разработанной установки автоматической диагностики стального прокатного вала ультразвуковым методом. Сформулированы цели и задачи исследования по разработке математического и программного обеспечения для управления процессом ультразвукового сканирования. Обоснована актуальность исследования данного направления.

ON THE DIAGNOSTICS AND PREDICTION OF DEFECTS IN ROLLING ROLLS

О.С. Matsko

Abstract

In this paper the authors present a description of the developed plant of automatic diagnostics steel forming roll ultrasonic method. Set out the aims and objectives of the research on the development of mathematical and software to control the ultrasound scan. The urgency of research in this direction.

Актуальность исследования

Важной проблемой при создании прокатных станов является изготовление высококачественных рабочих валков. Их производство состоит из ряда технологических этапов, каждый из которых определенным образом влияет на прочность и твердость готового изделия. Стремление производителей повысить твердость бочки валка, приводит к охрупчиванию рабочего слоя и формированию значительных остаточных напряжений. Практика производства и эксплуатации прокатных валков показывает что, недостатки изготовления в первую очередь влияют на прочность валков как до начала эксплуатации, так и после. Более опасными, с точки зрения разрушения являются внутренние дефекты.

Для своевременного обнаружения недостатков изготовления в технологическом процессе предусмотрены различные виды пооперационного и итогового контроля качества валков. Наиболее эффективными методами контроля дефектов, находящихся на больших расстояниях от поверхности, являются акустические методы. Их анализ показал [1], что наиболее приемлемым для оценки качества валка в целом, а также контроля за наличием дефектов (например, трещин) является ультразвуковой (эхо-) метод в струйном исполнении. Применение данного метода позволяет достаточно просто обнаруживать имеющиеся в прокатном валке дефекты.

Установка диагностики валка

Для обнаружения рабочих валков, склонных к выкрашиванию и отслоению, была разработана, сконструирована и изготовлена ультразвуковая установка, схема которой приведена на рис. 1 [2].

Эта установка позволяет осуществлять автоматическую диагностику качества рабочих валков, выявлять валки, склонные к выкрошиванию и отслоению закаленного слоя, методом ультразвукового сканирования всего объема металла.

Ультразвуковое сканирование валка осуществляется с помощью УЗК преобразователя со специализированной УЗК платой PICUS 10, подключенной к персональному компьютеру модели IBM PC PIII 1000. К этой плате подключен ультразвуковой преобразователь фирмы PANAMETRICS V309 5МГц, который возбуждает и принимает ультразвуковые сигналы в направлении оси валка. С помощью рычага и серьги он прижимается к валку. Для обеспечения акустического контакта в зону между поверхностью валка и преобразователем под давлением подается вода.

Для определения местоположения каретки относительно валка используются два концевых выключателя и датчик оборотов валка, сигнал с которых вводится в компьютер. Частота вращения валка и скорость движения каретки стабилизированы и их значения введены в программу, ко-

торая по времени процесса обследования рассчитывает положение каретки относительно вала и угол его поворота.

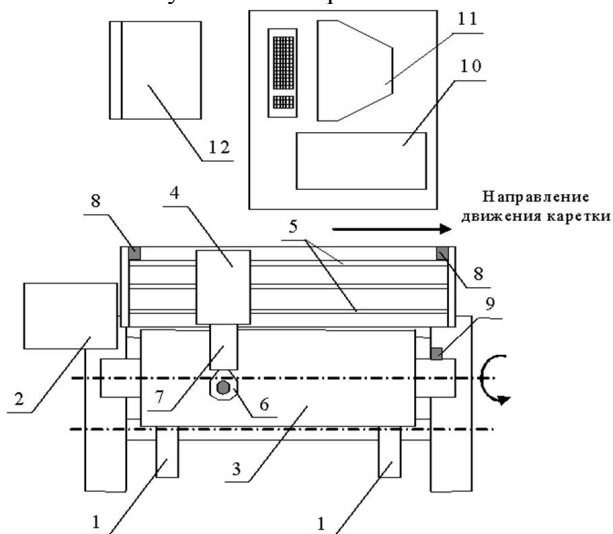


Рис. 1. Установка диагностики вала:

- 1 – ролик опорный; 2 – привод вала; 3 – валок; 4 – каретка;
 5 – направляющие штанги; 6 – сержа с УЗК преобразователем;
 7 – рычаг; 8 – левый и правый концевые выключатели;
 9 – датчик оборотов вала; 10 – системный блок с ультразвуковой платой;
 11 – монитор; 12 – место оператора

В процессе ультразвукового сканирования вала для определения крайнего положения каретки используются левый и правый концевой выключатели, сигналы с которых по кабелю поступают через параллельный порт в компьютер. Сканирование начинается с левого крайнего положения каретки, оно движется в правую сторону. В момент начала движения отключается левый концевой выключатель, по окончании сканирования срабатывает правый.

Цель и задачи исследования

Учитывая характеристики разработанной установки, была поставлена цель научного исследования: повышение эффективности диагностики стальных прокатных валков путем теоретического обоснования и исследования процесса ультразвукового контроля, создания и внедрения программных модулей математического моделирования, человеко-машинной подсистемы оценки и прогнозирования качества прокатных валков.

Для достижения поставленной цели был выделен ряд задач. На рис. 2 представлено дерево цели и задач исследования.

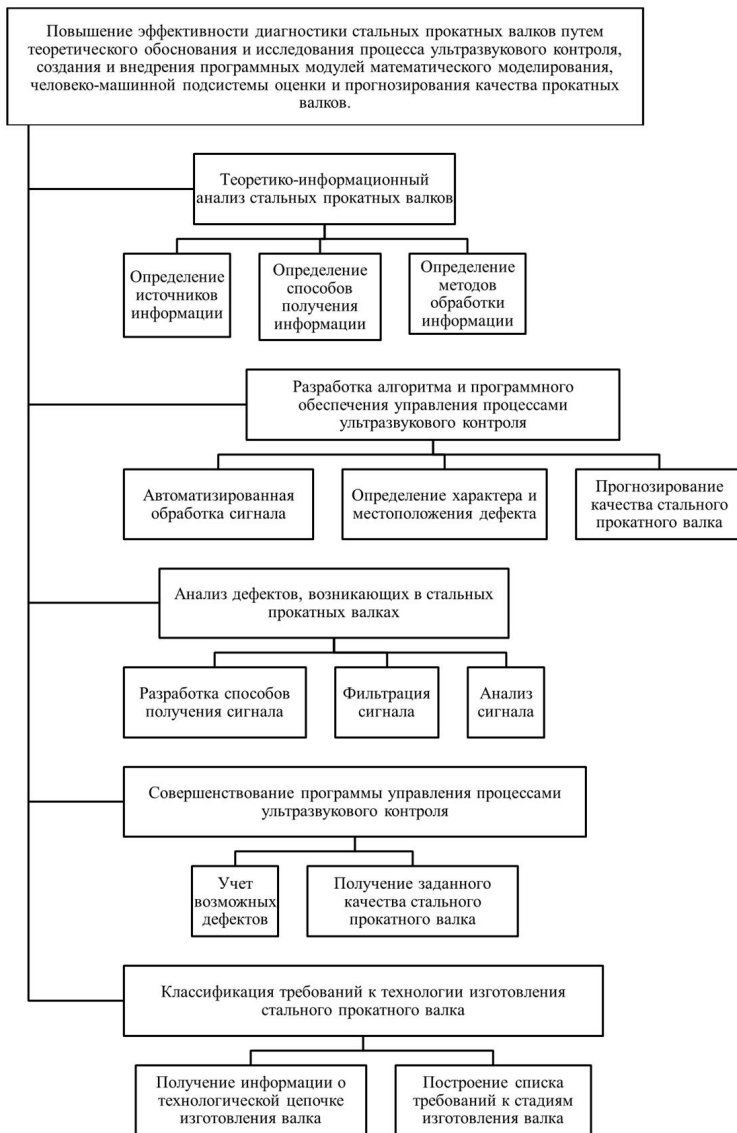


Рис. 2. Дерево цели и задач исследования

Заключение

Таким образом, в работе приведено описание установки автоматической диагностики валка ультразвуковым методом. Были сформулированы цели и задачи исследования по разработке математического и программного обеспечения для управления процессом ультразвукового сканирования.

Библиографический список

1. Программное обеспечение для диагностики дефектов / К.Н. Вдовин, Л.Г. Егорова, А.В. Давыдов [и др.] // Программные продукты и системы. – 2011. – № 2. – С. 138 – 142.
2. Пат. 119119 Российская Федерация, МПК G 01 N 29/04. Установка для автоматического ультразвукового контроля крупногабаритных изделий / Вдовин К.Н., Егорова Л.Г., Армизонов В.А. [и др.]; заявитель и патенто-обладатель ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – № 2012111768/28; заявл. 27.03.12; опубл. 10.08.12, Бюл. № 22.

*Руководитель работы канд. техн. наук,
доцент кафедры вычислительной техники
и прикладной математики Егорова Л.Г.
Дата представления работы: 24.11.2012*

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СРАВНЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Хасенова, Г.Р. Сагитова, Ю.Б. Магафурова, А.С. Савочкина

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»*

azs@mail.ru

Аннотация

В данной статье описывается критерий Макнамара, позволяющий сравнивать педагогические объекты по изменению частоты его свойства. Данный критерий предназначен для проверки статистических гипотез.

Abstract

This article describes the criteria Maknamara to compare pedagogical objects by changing the frequency characteristics. This criterion is designed to test statistical hypotheses.

Актуальность исследования

В большинстве педагогических исследований используются связанные выборки [1, 3]. Простейший пример – исследование, в котором одни и те же субъекты испытываются как до воздействия экспериментальной переменной, так и после него. Наибольший интерес вызывает изменение от «до» к «после». Так, психолога может интересовать сравнительная эффективность различных методов обучения, изменение уровня развития определенного личностного свойства после соответствующих воспитательных воздействий, улучшение результатов деятельности после тренировки навыков и т.д. При проведении исследований по схеме «до – после» ответы обычно связаны с дихотомическими категориями типа «да – нет», «согласен – не согласен», «за – против». Разумеется, ответы испытуемых «до» и «после» могут различаться. При использовании критерия

Макнамара типичная ненаправленная нулевая гипотеза состоит в том, что в генеральной совокупности доля тех, кто изменяет положительный ответ на отрицательный равна доле изменяющих отрицательный ответ на положительный. Критерий Макнамара – является аналогом параметрического критерия Стьюдента и непараметрического критерия Уилкоксона, применяется для анализа связанных измерений в случае изменения реакции с помощью дихотомической переменной [2]. По результатам такого исследования строится результирующая таблица 2x2 (табл. 1):

Таблица 1

Вид результирующей таблицы

ДО/ПОСЛЕ	0	1	Всего
1	A	B	A + B
0	C	D	C + D
Всего	A + C	B + D	N

В клетках A и D представлены изменения от ДО к ПОСЛЕ, причем в клетке A изменения благоприятных результатов на неблагоприятные, а в клетке D – наоборот. Нулевая гипотеза состоит в том, что в генеральной совокупности доля тех, кто изменяет благоприятную реакцию на неблагоприятную в результате воздействия, равна доле тех, кто изменяет реакцию в обратном порядке. Объем выборки N определяется как сумма частот в диагональных клетках A и D. Для проверки гипотезы в случае с $N > 50$ рассчитывается статистика Хи-квадрат. И если рассчитанное значение статистики превосходит критическое значение (рассчитанное исходя из объема выборки N и уровня значимости), нулевая гипотеза отвергается.

Решение первой задачи исследования

Студентами первого курса химико-металлургического факультета просмотрен цикл из трех передач о вреде алкоголя. Затем определялась эффективность этого цикла. Для этого студентам ДО и ПОСЛЕ проведения цикла предлагалось ответить на вопрос: «Как вы относитесь к алкоголю (положительно – 1, отрицательно – 0)?». Результаты опроса студентов приведены в табл. 2.

Зададим уровень значимости $p = 0,01$ (1%). $N = 58 > 50$. Значение статистики Хи-квадрат (вычисленное по упрощенной формуле): Хи-квадрат = $\{(|26 - 32| - 1) * (|26 - 32| - 1)\} / (26 + 32) = 0,43$. А критическое значение, рассчитанное по заданному уровню значимости равно 6,63. Поскольку рассчитанное значение критерия меньше критического табличного, мы не можем отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий между показателями ДО и ПОСЛЕ на выбранном уровне значимости. Таким образом, мы приходим к выводу об эффективности разработанного цикла передач о вреде алкоголя.

Результаты опроса студентов первого курса

ДО/ПОСЛЕ	0	1	Всего
1	26	30	56
0	38	32	70
Всего	64	62	126

Решение второй задачи исследования

Нами оценивалось влияние вводной дисциплины по специальности «Педагогическое образование» на отношение студентов к этой специальности. До начала прослушивания курса случайным образом анкетировалось 20 студентов, которые отвечали на вопросы «Нравится ли Вам выбранная специальность?». Состояние «нравится» обозначалось «1», «не нравится» – «0». Формируется вектор:

$$X = \{1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1\}.$$

После прослушивания курса, анкетироваются те же студенты, и формируется вектор Y:

$$Y = \{1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1\}.$$

Формируем векторы S_1 и S_2 :

$$S_1 = \{0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0\},$$

$$S_2 = \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0\}.$$

Вычисляем $Q_1 = \sum_{i=1}^{20} S1_i = 9$ и $Q_2 = \sum_{i=1}^{20} S2_i = 3$. Проверяем условия $Q_1 = Q_2$ и $Q_1 + Q_2 \leq 5$. В нашем случае эти условия не выполняются. Следовательно, критерий Макнамара применим. Продолжаем вычисления. Формируем нулевую гипотезу:

H_0 : $P(x=0 \wedge y=1) = P(x=1 \wedge y=0)$ – вводный курс не влияет на отношение студентов к избранной специальности. Альтернативная гипотеза H_1 имеет вид:

H_1 : $P(x=0 \wedge y=1) \neq P(x=1 \wedge y=0)$ – вводный курс меняет отношение студентов к избранной специальности.

Находим $T_{набл.}$. Так как $Q_1 + Q_2 \leq 20$, то $T_{набл.} = \min(Q_1, Q_2) = 3$. Выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Для $T_{набл.} = 3$ и $n = Q_1 + Q_2 = 12$ им $\alpha_{набл.} = 0,073$. Устанавливаем, что $\alpha/2 = 0,025 < 0,073$ и делаем вывод, что нулевая гипотеза H_0 должно быть отклонена, следовательно, необходимо принять альтернативную гипотезу H_1 . В связи с тем, что $Q_1 > Q_2$ приходим к выводу, что значение измеряемого свойства возросло, т.е. вводный курс способствует формированию у студентов положительного отношения к избранной специальности. Обратим внимание, что это заключение сделано с вероятностью $\alpha = 0,95$.

Решение третьей задачи исследования

При обучении в университете мы заинтересовались вопросом: какая форма контроля знаний студентов, устный или письменный зачет, точнее определяет объективность выставления оценок [3]. Для обеспече-

ния случайности и достоверности исследований принимались следующие меры. В обоих случаях использовались одни и те же билеты, которые студенты случайным образом выбирали как в первом, так и во втором случаях. По своей сложности вопросы всех билетов были примерно одинаковы. В обоих случаях выставлялись оценки: «зачтено» – 1, «не зачтено» – 0. В исследовании участвовало 50 студентов.

По описанной выше методике формируются векторы X, Y, S_1 и S_2 и вычисляются значения $Q_1 = \sum_{i=1}^{50} S_1 i$ и $Q_2 = \sum_{i=1}^{50} S_2 i$. После обработки анкетных данных оказалось, что $Q_1=21$, а $Q_2=4$. Формируем нулевую гипотезу: H_0 – «оценивание студентов в устной и письменной форме равноценно»; $H_0: P(x=0 \wedge y=1) = P(x=1 \wedge y=0)$. Альтернативная гипотеза H_1 предполагает не равноценность оценивания студентов, т.е. $H_1: P(x=0 \wedge y=1) \neq P(x=1 \wedge y=0)$. Так как $Q_1 \neq Q_2$ и $Q_1 + Q_2 > 5$, приходим к заключению о применимости критерия Макнамара. Так как $Q_1 + Q_2 = 25 > 20$, то вычисляем $T_{\text{набл}}$, по формуле

$$T_{\text{набл}} = \frac{(Q_1 - Q_2)^2}{Q_1 + Q_2} = 11,56$$

Задаемся уровнем значимости $\alpha_1 = 0,005$ и находим $\alpha = \alpha_{1/2} = 0,0025$. По таблице находим $T_{\text{крит}} = 5,024$. Так как $T_{\text{набл}} = 11,56 > T_{\text{крит}} = 5,024$, то гипотеза H_0 отклоняется. Так как $Q_1 > Q_2$, то имеет место возрастание измеряемого свойства, то есть письменный зачет позволяет получить более высокие результаты, чем устный.

Библиографический список

1. Акманова З.С. Основные направления исследования проблемы развития математической культуры обучающихся //Материалы 69-ой научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» – Магнитогорск: Изд-во МГТУ им.Г.И.Носова, 2011.-С.52-54.
2. Акманова З.С. Развитие математической культуры студентов университета в процессе профессиональной подготовки: дис. ... канд.пед.наук / З.С.Акманова; Магнитогорск.гос.ун-т. – Магнитогорск, 2005. – 145с.
3. Ильина Е. А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы : дис. ... канд. пед. наук / Е. А. Ильина; Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010. – 191 с.

*Руководитель работы канд. пед. наук, доцент
кафедры математики ФГБОУ ВПО «МГТУ
им. Г.И. Носова», Акманова З.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИРОВЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В СПОРТЕ МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

Л.А.Горбачева, Ю. М. Кизякова, Ю.Е.Кирьянова, С. И. Чухраев

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

azs@mail.ru

Аннотация

В статье ставится задача выявить специфические различия в динамике развития рекордных достижений мужчин и женщин и технологии их установления с учетом специфики половых различий.

Abstract

The paper seeks to identify specific differences in the dynamics of the record of achievements of men and women and their establishment of technology-specific sex differences.

Актуальность

Зарождение и развитие спорта как феномена культуры уходит своими корнями в далекое прошлое. Уже на первых этапах возникновения и развития спорта существовало разделение полов во время выступления в соревнованиях. В дальнейшем данное противоречие не только не сгладилось, но и значительно углубилось. До первой половины XIX века спорт оставался делом мужским, что было обусловлено, прежде всего, культурно-социальными причинами. Во второй половине XIX столетия в некоторых странах Западной Европы возникают феминистические движения, которые не могли обойти вниманием вид деятельности, который так ярко репрезентовал гендерное неравенство, догматически определял «естественные» мужские и женские занятия, декларировал мужское превосходство, основывающееся на соматических, физиологических, функциональных различиях мужчин и женщин [2].

История развития женского спорта

Женщины стремятся освоить традиционно «мужскую» спортивную сферу. Однако в связи с гендерными предрассудками процесс интеграции женщин в международное спортивное движение был медленным и трудным, о чем свидетельствует история участия женщин в соревнованиях – олимпийских играх, чемпионатах мира, Европы и национальных чемпионатах. Известно, что впервые женщины приняли участие в соревнованиях на играх II Олимпиады в Париже в 1900 году в количестве 10 человек (5,02 % от общего числа участников состязаний), и выступали только в двух видах спорта – гольф и теннис (Д.С. Бакал, 2008). Официальный допуск к соревнованиям спортсменки получили в 1908 году, когда Олимпийская ассоциация Великобритании под свою ответственность

расширило женскую программу до трех видов: стрельба из лука, теннис и фигурное катание. Среди 2034 участников соревнований было уже 96 женщин, то есть в 9,6 раза больше, чем на предыдущей Олимпиаде.

Включение видов спорта и отдельных спортивных дисциплин в программу игр Олимпиад, в которых разыгрывались медали среди женщин, привело не только к увеличению участниц Олимпийских игр, но и способствовало зрелищности, яркости состязаний и росту спортивного мастерства, появлению разных точек зрения на влияние занятий спортом на женский организм и обоснованность деления видов спорта на мужские и женские. Анализ эволюции женской программы с 1896 по 2012 годы выявил значительное увеличение количество видов спорта и дисциплин в программе летних олимпийских игр. Результаты исследований, проводимых учеными, свидетельствуют, что существенное значение в увеличении участия женщин в программе игр Олимпиады оказали следующие факторы: расширение социальных прав женщин в сфере политики, образования, выборе профессии и, в том числе, спорте; заинтересованность международных спортивных федераций и НОК в большем представительстве своих видов спорта на играх Олимпиады; изменение социальной политики многих государств к женскому спорту; допуск к участию в соревнованиях спортсменов без учета их пола; высокий уровень спортивных достижений в олимпийских видах спорта представительниц определенных стран способствует повышению их престижа в мире [3].

Сравнительный анализ

В ходе изучения научной литературы нами установлено, что уровень диморфных различий современных рекордных достижений в плавании зависит от способа плавания, длины дистанции и дорожки бассейна. Из всех способов незначительные различия в уровне рекордных достижений выявлены при плавании вольным стилем и брассом, а наибольшие – при плавании баттерфляем, на спине, в эстафете 4 × 100 вольным стилем. Установлено уменьшение различий в мировых достижениях мужчин и женщин при плавании вольным стилем по мере увеличения дистанции: на дистанциях 1500, 400, 800 м они составляют 7,77; 8,67 и 9,29 %, соответственно, а на 50 и 100 м – 13,49 и 11 %. Сравнение темпов прироста мировых рекордов пловцов обоего пола свидетельствует, что у женщин данные показатели выше, чем у мужчин, за исключением плавания на спине, брассом (200 м) и комплексного плавания (400 м). Оценка степени половых различий во времени сохранения мировых рекордов позволила установить более быстрое улучшение женщинами своих достижений в плавании вольным стилем на 1500 м: у мужчин последний рекорд удерживается 9,6 лет, а у женщин – 3,7 года. В других способах плавания независимо от длины дистанции различия отсутствуют или выражены слабо [4].

Несмотря на то, что во многих видах легкой атлетики женщины стали выступать в соревнованиях позже мужчин, показатели прироста их рекордов превышают мужские. Наибольшая скорость роста рекордных достижений женщин по сравнению с мужчинами наблюдается в метании диска, копья, толкании ядра, метании молота (рис.1).

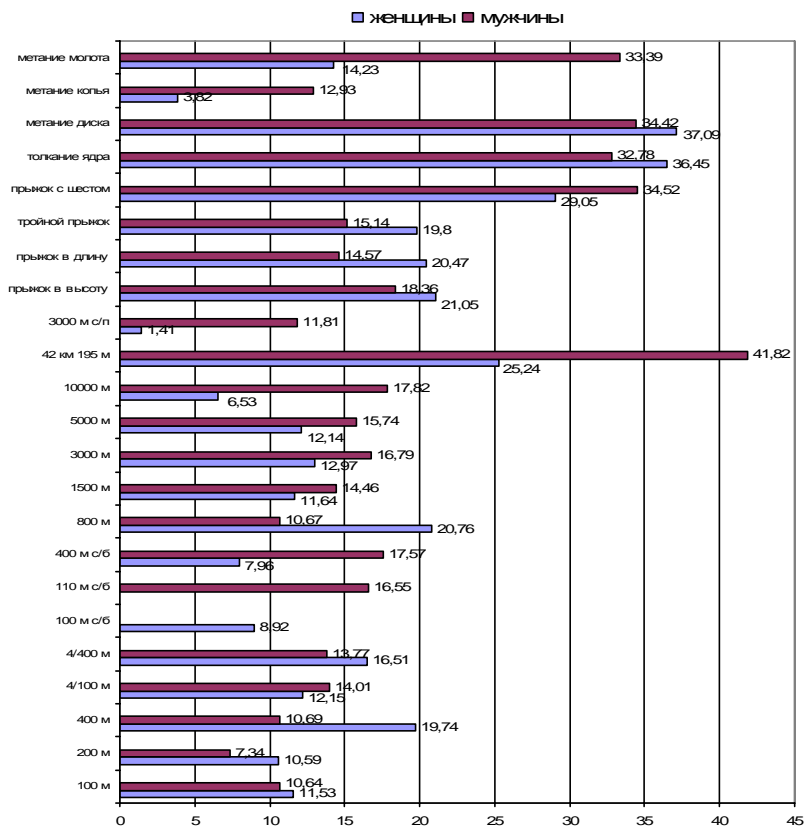


Рис.1. Сравнительный анализ рекордных достижений в легкой атлетике среди мужчин и женщин

Исходя из данных табл. 1, можно заключить, что разница результатов между мужчинами и женщинами за 13 лет сократилась на 1,01 %. Так же мы видим незначительное улучшение достижений как у мужчин так и у женщин. Как отмечено учеными, сокращение отставания у женщин и улучшение результатов у обоих полов связано с развитием в области фармакологической поддержки спортсменов и изобретением более совершенных тренировочных программ [5].

Таблица 1

Сравнительный анализ в приросте мировых рекордов среди мужчин и женщин

Год установления мирового рекорда	Упражнения	Мужчины	Женщины	Разница	
				кг	%
1998	Рывок	158	122	36	22.79
	Толчок	195	153	42	21.54
	Двоеборье	350	275	75	21.43
Средние значения				51	21.91
2011	Рывок	165	128	37	22.43
	Толчок	198	158	40	20.21
	Двоеборье	358	286	72	20.12
Средние значения				49.6	20.92

Результаты самостоятельного исследования

Для исследования мотивов занятий спортом нами было проведено анкетирование среди женщин. При этом использованы методические рекомендации для проведения анкетирования, описанные в работах [1, 6]. Результаты анкетирования показали, что основным мотивом занятий спортом во всех группах обследуемых женщин является желание добиться высоких результатов (таблица 2). Большинство квалифицированных спортсменок, не желает менять свой вид спорта на другой, так как данная профессиональная деятельность приносит им удовлетворение.

Таблица 2

Результаты анкетирования №1

Варианты ответов	3р.(n=12)	2р.(n=15)	1р.(n=13)	КМС(n=11)
Не желают менять вид спорта на другой	58,1	57,7	59,6	60,2
Данный вид спорта не для женщин	7,4	5,7	4,1	6,3
Спорт для меня все	43,7	49,3	51,1	54
Трудно оценить свой выбор	14,8	5,7	22,4	-
Сожалуют о своем решении заниматься спортом	7,4	8,6	12,2	6,3
Все равно, занимались бы спортом или нет	-	2,8	-	-
Спортивная карьера неудачная	53,7	-	49,1	-
Все впереди	-	25,6	-	17,3
Получили от спорта все	22,2	25,2	30,6	35,7
Затруднились ответить	11,1	11,5	20,4	12,5

Внешние данные важны для любой женщины. Как показали результаты исследования, большинство женщин считают, что спорт для них все; сожалеют о своем решении заниматься спортом 7,4 % среди

спортсменок 3разряда., 8,6 % – 2разряда, 12,2 % – 1разряда. И 6,3 % – кандидатов в мастера спорта.

Многие из них отмечают, что занятия спортом способствовали формированию, прежде всего, стремления к лидерству, целеустремленности, собранности, дисциплинированности, коммуникабельности, воли. Однако незначительное число опрошенных указали, что в процессе занятий избранным видом спорта у них ярко проявились и такие черты характера, как агрессивность и жестокость (табл. 3).

Таблица 3

Результаты анкетирования №2

Личностные характеристики	3разряд.	2разряд.	1разряд.	КМС
Агрессивность	14,8	-	-	6,3
Жестокость	11,1	-	8,2	-
Грубость	-	-	-	-
Целеустремленность	43,2	45,1	48,2	47,9
Собранность	29	35,1	32	34,3
Дисциплинированность	29	29,4	26,2	24,5
Стремление к лидерству	34,3	47,1	42,9	50
Коммуникабельность	29	24,8	31,2	29,6
Железная воля	14,8	22,8	6,1	18,7
Другие качества	7,4	14,3	-	12,5

Библиографический список

1. Акманова, З.С. Об актуальности исследования проблемы развития математической мобильности студентов технического университета / З.С. Акманова, Е.И. Захаркина // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. - 2011.- №1.- С.30-32.
2. Грец, И.А. Рекордные спортивные достижения женщин в аспекте полового диморфизма: монография / И.А. Грец; Смоленская гос. Акад. Физ. Культуры. – Смоленск: [б.и.], 2011. – 167 с.
3. Грец, И.А. Актуальные проблемы повышения спортивного мастерства: методические рекомендации / Г.Н. Грец, С.А. Корневский, Ю.Д. Кузьменко, И.А. Грец; Смоленский гос. Ин-т физ. Культуры. – Смоленск: [б.и.], 2000. – 17 с.
4. Грец, И.А. Современный женский спорт: проблемы и перспективы: учебное пособие / Е.П. Врублевский, И.А. Грец; Смоленская гос. Акад. Физ. Культуры. – Смоленск: [б.и.], 2006. –147 с.
5. Грец, И.А. Содержание физкультурно-оздоровительных занятий по мини-футболу с женщинами 30-40 лет / И.А. Грец, И.М. Силованова // Ученые записки университета П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 6 (40). – С. 28-32.
6. Ильина, Е. А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы : дис. ... канд.

пед. наук / Е. А. Ильина; Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010.
– 191 с.

*Руководитель работы канд. пед. наук, доцент
кафедры математики ФГБОУ ВПО «МГТУ
им. Г.И. Носова», Акманова З.С.*

Дата представления работы: 24.12.2012

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ТОРГОВОГО ПРЕДСТАВИТЕЛЯ

С.В. Стадник

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»*

*Россия, 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38
qlikwer@mail.ru **Аннотация***

Аннотация

В работе предложено и описано мобильное программное обеспечение для автоматизации деятельности торгового представителя. Данное программное обеспечение позволяет формировать маршрут посещений клиентов, распределять эти посещения по дням недели, видеть остатки готовой продукции на складе, на их основе создавать и передавать в организацию заказы на поставку продукции клиентам.

SOFTWARE TO AUTOMATE THE SALES REPRESENTATIVES

S. V. Stadnik

Abstract

Proposed in this paper and described mobile software for automation of the sales representative. This software allows you to create a route customer visits, to distribute these visits by day of the week, see the remains of the finished products in stock, based on them to create and transmit orders to the organization of the supply of products to customers.

Актуальность работы

На современном этапе развития сферы торговли основным способом увеличения производительности труда торговых представителей, является оптимизация движения по маршруту между торговыми точками, осведомленность торгового представителя об остатках готовой продукции на складах и своевременная передача заказов от клиентов в организацию, поставляющую продукцию на рынок

Основные проблемы

Актуальность сведений о текущих запасах готовой продукции на складах компании, предоставляющей продукцию на рынок, является одной из основных проблем торговой индустрии. Зная точные остатки про-

дукции, торговый представитель может акцентировать свои продажи на определенных типах и объемах продукции, следовательно, формировать ассортимент в торговой точке в соответствии с требованиями организации-дистрибьютора и пожеланиями клиента.

Следующей по значимости идет проблема составления оптимального маршрута движения торгового представителя по точкам продаж. Он формируется на основе анализа таких факторов, как географическое положение торговой точки, способа и расписания оплаты заказов, дня недели, приближения праздников или иных мероприятий, способных повлиять на объемы продаж.

Существует еще одна достаточно серьезная проблема - своевременность передачи заявок, собранных в течение рабочего дня торговым представителем. Данная проблема в меньшей степени касается поставщиков, обслуживающих небольшую территорию, на которой возможно быстрое перемещение торгового представителя с маршрута движения по торговым точкам к офисам продаж. Если же речь идет о крупных поставщиках, обслуживающих города, а зачастую и целые области, имеющих региональное делегирование полномочий, таких как отслеживание дебиторской задолженности, то оперативность обмена информацией между офисом продаж и отдельно взятым торговым представителем приобретает критический характер.

Решение задачи

Для решения данных проблем был разработан мобильный программный комплекс «Mirage». В качестве мобильной платформы был выбран мобильный терминал Motorola MC75 (рис. 1), данный аппарат выполнен в ударопрочном, влагозащищенном корпусе, имеет встроенный сканер штрих-кодов, что позволяет проводить инвентаризацию торгового оборудования, быстрое снятие остатков готовой продукции в торговой точке.

Программный комплекс «Mirage» представляет собой набор средств для редактирования маршрута посещения торговых точек, получения информации об актуальных остатках на складе, своевременной отправки заявок в офис продаж, снятия остатков готовой продукции в торговой точке и проведения инвентаризации торгового оборудования. Торговый представитель получает актуальную информацию об остатках готовой продукции на складе (рис. 2).



Рис. 1 Мобильный терминал Motorola MC75

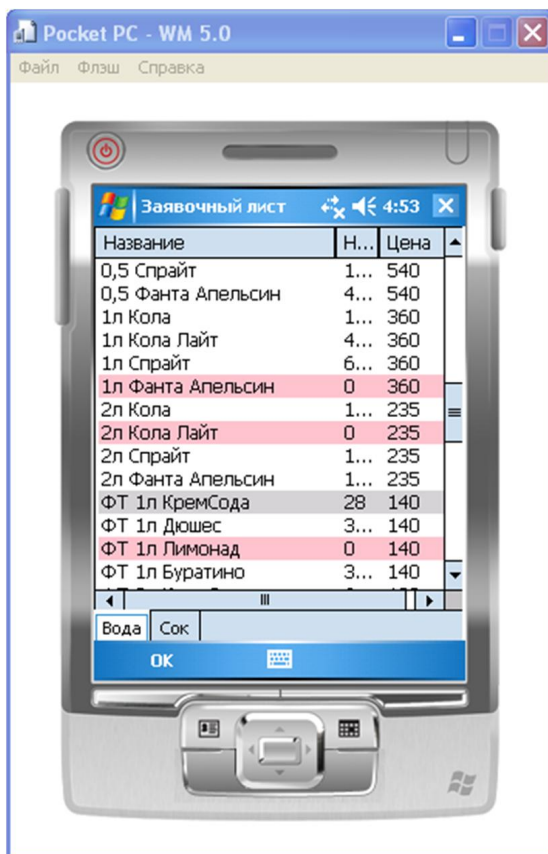


Рис. 2 Обзор доступной готовой продукции

На основании данной информации, пожеланий клиента, приоритетов компании торговый агент формирует заявку на поставку готовой продукции (рис. 3). На данном этапе агенту известна информация о заказе, количество заказанной продукции, ее стоимость и перечень всех наименований с указанием количества продукции каждого вида, так же отображается информация об отсутствующей продукции на складе



Рис. 3 Окно формирования заявки на поставку продукции

Для удобства работы торгового представителя существует возможность просмотреть результаты работы за текущий рабочий день, в данном отчете предоставляется информация о количестве заказанной готовой продукции по категориям продукции, так же агент может добавить комментарии для офиса продаж.

Заключение

Программный комплекс «Mirage» может быть использован для автоматизации работы торгового агента, его применение поможет оптимизировать и упростить работу, связанную со сбором заявок на поставку готовой продукции, проведения инвентаризации торгового оборудования и снятия остатков продукции в точках продаж

Библиографический список

1. Дьяконов, В. Мобильные компьютеры, вычисления и телекоммуникации. – СПб.: Солон-Пресс, 2002. – 656 с.
2. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных. – СПб.: КОРОНА принт, 2002. – 672 с.
3. Пауэрс Л., Снелл М. Microsoft Visual Studio 2008. – СПб: БХВ-Петербург, 2009. – 1200 с.

*Руководитель работы канд. техн. наук, доцент
кафедры вычислительной техники и прикладной
математики ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
Егорова Л.Г.*

Дата представления работы: 24.12.2012

СОДЕРЖАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЫ.....	8
<i>П.И. Каландаров, Г.И. Икрамов, Б.П. Искандаров</i>	
К вопросу проектирования технологии гидрооблагораживания для повышения качества базовых масел	9
<i>П.И. Каландаров, М.С. Коренков</i>	
О модели инновационной технологии геотермально-бинарной электростанции для электроснабжения и геотермальной воды хозяйств в горных и сельских местностях.....	16
<i>В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный</i>	
Разработка нейронной сети АРТ с параметром сходства, симметричным относительно компонент 0 и 1 входных векторов и позволяющей определять несколько решений	24
<i>П.П. Макарычев</i>	
Дискретно-событийное моделирование производственных систем на основе описания в виде сетей Петри	35
<i>В.А. Акатьев, Л.В. Волкова</i>	
Оценка сходимости моделей избыточного давления взрыва газовоздушной смеси	41
<i>В.А. Акатьев, Г.С. Назаров, Л.В. Волкова</i>	
Моделирование траектории сканирования внутренней цилиндрической поверхности.....	46
<i>И.В. Червенчук</i>	
Автоматизация предварительной обработки статистической информации.....	52
<i>Л.В. Смирнова</i>	
К вопросу о математической модели восстановления гладких потенциалов в обратной задаче Дирихле для 2-мерного и 3-мерного случаев.....	57
<i>И.Д. Новицкий, С.В. Пехтерев, В.В. Павлов, С.Ю. Леонов, И.В. Павлов, О.С. Логунова</i>	
Прогнозирование значений технологических показателей работы ДСП при повышенном содержании чугуна в металлозавалке	66
<i>Т.П. Ларина, К.Н. Вдовин, И.М. Ячиков</i>	
Моделирование гидравлической работы медных кристаллизаторов	74
<i>И.М. Ячиков, Е.М. Костылева, С.Ю. Леонов</i>	
Моделирование формы двух параллельно горящих дуг при их электромагнитном взаимодействии.....	83

<i>И.М. Ячиков, Р.Ю. Заляутдинов</i>	
Моделирование температурного поля в промежуточной емкости электронно-лучевой печи.....	88
<i>С. А. Муртазина</i>	
Алгоритм локализации языков Арнольда двухпараметрических динамических систем.....	100
<i>Ю.В. Кочержинская, И.Е. Прохоров</i>	
Прогнозирование свойств высокотемпературных металлургических расплавов с использованием средств вычислительной техники.....	103
<i>О.С. Мацко, Л.Г. Егорова, С.Ю. Леонов</i>	
Теоретико-множественный анализ процесса ультразвуковой диагностики стальных прокатных валков.....	108
<i>А. Р. Гуфранов</i>	
Приближенное построение множеств синхронизации в задачах нелинейной динамики.....	114
<i>Н. Р. Исанбаева</i>	
Приближенное построение периодических решений ограниченной эллиптической задачи трех тел.....	117
<i>С.Ю. Шамаев, А.М. Черноусова</i>	
Информационные модели гибкой производственной системы.....	120
<i>М.Г. Юмагулов, Э.С. Суюндукова</i>	
Задача о субгармонических колебаниях уравнения Дуффинга.....	125
<i>Л.С. Ибрагимова</i>	
Синхронизация субгармонических колебаний уравнения Матье.	129
<i>Г.Р. Абушахмина</i>	
Об одном алгоритме приближенного решения задачи о возмущении кратного собственного значения линейного оператора.	133
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ	
В ПРОМЫШЛЕННОЙ СФЕРЕ.....	136
<i>С.В. Конарев, Б.А. Изотов</i>	
Внедрение PDM системы «TEAM CENTER ENGINEERING» с учетом специфики разработки и производства изделий на ОАО «ПО «Стрела».....	137
<i>В.В. Лавров, Н.А. Спирин, А.А. Бурыкин, А.В. Краснобаев</i>	
Технология и средства разработки программного обеспечения информационно-моделирующих систем для решения технологических задач доменного производства	147
<i>А.Д. Проскурин, В.А. Лысов, О.В. Шевченко</i>	
Информационное и программное обеспечение вероятностно- статистической модели многоместных технологических операций многопозиционного автоматического контроля.....	152

<i>С.Н. Мельков</i>	
Разработка системы восстановления трехмерной сцены для навигации автономного бпла на основе одной видеокамеры	160
<i>И.И. Мацко, О.С. Логунова</i>	
Модуль интеллектуальной поддержки АСУ производством непрерывнолитой заготовки	165
<i>Л.Г. Егорова, Ю.Б. Кухта, М.В. Гуков</i>	
Математическое моделирование тепловых процессов в прокатном валке	171
<i>П.П. Полецков, Ю.Б. Кухта, Л.Г. Егорова, Б.П. Искандаров</i>	
Принцип реализации программных модулей вычислительной системы управления качеством при производстве тонколистового проката	179
<i>И.М. Ячиков, И.В. Портнова, З.Ю. Залютдинов</i>	
Моделирование поведения магнитного поля в ванне ДППТ при разных конструкциях токоподвода к подовому электроду.....	183
<i>Т.А. Бастанов, Р.Р. Бастанов, А.Н. Калитаев</i>	
Составление плана загрузки производственных мощностей предприятия ОАО «Уральские камни» на основе теории расписания	191
<i>А.В. Трушков, О.С. Логунова, С.Ю. Леонов</i>	
Применение термографии в сталелитейном производстве	196
<i>А.А.Шпилько, С.А. Линьков</i>	
Мехатронная система с микропроцессорным управлением для исследования характеристик шагового двигателя.....	201
НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	206
<i>В.В. Лавров</i>	
Создание Web-сайта преподавателя вуза	207
<i>А.Ю. Владова</i>	
Организация работы научного коллектива в облаке	211
<i>Б.А. Изотов, Б.А. Портников</i>	
Пути повышения эффективности дистанционных технологий в подготовке ИТ специалиста в вузе.....	215
<i>Б.А. Изотов, Б.А. Портников</i>	
Пути повышения эффективности мультимедиа технологий в образовании.....	220
<i>Б.А. Изотов, Б.А. Портников</i>	
Пути повышения эффективности информационных технологий в образовательном процессе	224

<i>Б.А. Изотов, Б.А. Портников</i>	
Пути повышения эффективности учебного процесса на основе передовых информационных технологий обучения.....	228
<i>Ф.З. Хисаметдинов, Л.И. Сунарзулова</i>	
Математическое моделирование инвестиционного портфеля	233
<i>З.Г. Каприлевкая, Е.А. Ильина</i>	
Способ оценки профессиональных компетенций выпускников-бакалавров ВУЗов по направлению 230100 – Информатика и вычислительная техника ..	237
<i>Р.И. Завалишин, Т.В. Гаибова</i>	
Алгоритм формирования обобщенного показателя эффективности научно-исследовательской деятельности кафедры вуза	245
<i>Р.Г. Нургалина, Е.А. Ильина</i>	
Принятие решений при измерении уровня рефлексии в системе дистанционного обучения.....	250
<i>Л.В. Смирнова, С.С. Смирнова</i>	
Изучение основ методов принятия решений как средство осуществления будущей проектной деятельности учащихся.....	256
<i>Т. А. Степаненко, М. Ю. Зарубин, Е. А. Ильина</i>	
Теоретико-множественный анализ интеллектуальной системы адаптивного обучения.....	269
<i>Е.М. Разинкина, Е.И. Разинкин</i>	
Обеспечение интероперабельности в области электронной коммерции на основе модуля обмена данными XML.....	276
<i>О.С. Логунова, Е.А. Ильина</i>	
Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа.....	281
АТМОСФЕРА СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ.....	292
<i>В.А. Иекель, В.Д. Проскурин</i>	
Методы параллельного инжиниринга	293
<i>В. Г. Свиткин</i>	
Разработка программного обеспечения для расчета потерь теплоты через плоскую многослойную стенку.....	298
<i>И.А. Гурин</i>	
Разработка программного обеспечения теплотехнического расчета конвективного котла-утилизатора	303
<i>Е.С. Огнева, Е.С. Майорова</i>	
Мобильное обучение на примере работы приложения mTouch.....	308
<i>Р.Р. Мухаметшин</i>	
Разработка программного обеспечения для расчета теплового баланса электрической сушильной печи	314

<i>Д.В. Свалов, Д.С. Яковлева</i>	
Разработка системы компьютерного представления знаний для семантического анализа текстов на естественном языке	319
<i>М.У. Арстымбаева</i>	
О структуре терминологического словаря	324
<i>З.Г. Каприлевкая</i>	
Теоретико-множественный анализ модели мониторинга развития компетенции выпускников вуза по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника»	328
<i>Ю.В. Щеблева</i>	
Теоретико-множественный анализ интеграционного комплекса учетных систем зависимых обществ и головного предприятия.....	332
<i>М.А. Капитонова</i>	
Теоретико-множественный анализ составления оптимального плана грузоперевозок	338
<i>Е.В. Журавлева</i>	
Программный модуль оценки маржинальной прибыли на основе 1С: Предприятие	343
<i>А.С. Трапезникова</i>	
Онтологический анализ и функциональное моделирование сетей водоснабжения городского населения.....	348
<i>А.Д. Яковлев</i>	
Теоретико-множественный анализ поведения магнитного поля вблизи токоподвода различной конфигурации к подовому электроду.....	353
<i>Н.З. Кунафина</i>	
Технологические решения для построения систем электронной коммерции	359
<i>С.В. Константинов</i>	
Теоретико-множественный анализ оптимизации процесса флотации медно-цинковых руд	366
<i>Т. А. Степаненко</i>	
Об адаптивном обучении в LMS Moodle.....	371
<i>Ю.Ю. Хромых</i>	
Теоретико-информационный анализ положения электрических дуг в многоэлектродных дуговых печах	373
<i>Е.С. Майорова, Е.С.Огнева</i>	
Использование дистанционных образовательных технологий в высшей школе.....	378
<i>Р.Р. Бастанов, Т.А. Бастанова</i>	
Возможности применения биометрических данных в криптографии	381

<i>О.С. Мацко</i>	
К вопросу о диагностики и прогнозировании дефектов в прокатных валках	385
<i>А.А. Хасенова, Г.Р. Сагитова, Ю.Б. Магафурова, А.С. Савочкина</i>	
Математические методы сравнения педагогических объектов.....	389
<i>Л.А.Горбачева, Ю. М. Кизякова, Ю.Е.Кириянова, С. И. Чухраев</i>	
Математический анализ мировых достижений в спорте мужчин и женщин	393
<i>С.В. Стадник</i>	
Программное обеспечение для автоматизации работы торгового представителя.....	398

Научное издание

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ
И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРАХ

Международный сборник научных трудов

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 14.01.2013. Рег. № 148-12. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 25,50. Тираж 100 экз. Заказ 10.



Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Полиграфический участок ФГБОУ ВПО «МГТУ»