

Содержание

ВЫПУСКНЫЕ ДОКЛАДЫ МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ	3
<i>Акманова З.С.</i> Информационное и математическое обеспечение системы управления качеством математической подготовки в техническом вузе.....	3
<i>Ильина Е.А.</i> Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы «Обучение и Тестирование»	12
РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЦСЕМИНАРА	21
<i>Величко О.А.</i> Методика разработки системы прогнозирования результатов приемной кампании вуза и способ проведения рекламной кампании университета	21
<i>Востриков А.В.</i> Математическая и компьютерная модель теплового состояния узлов трения на станах холодной прокатки	25
<i>Воробьев А.В.</i> Теоретико-множественный анализ результатов мониторинга состояний терминалов банковской системы.....	31
<i>Лакиенко С.В.</i> Исследование несинусоидальности напряжения при работе вентильных преобразователей различных типов и мощности.....	35
<i>Махмудова С.Н., Шабанов А.А.</i> Реализация задачи принятия решений в ранжировании карьерных экскаваторов, имеющих оценки по нескольким критериям.....	42
<i>Михайлова У.В., Михайлов Е.А.</i> Аналитический обзор систем управления и методов программирования роботов	48
<i>Попов С.Н.</i> Анализ и оценка существующих программных средств, используемых для создания библиографии.....	55
<i>Окжос К.М.</i> Структура информационной среды научного журнала	62
<i>Торчинская И.В.</i> Теоретико-множественный анализ процесса планирования закупок товарно-материальных ценностей.....	64
<i>Королева В.В.</i> Разработка структурно-функциональной модели профессионально-направленного образования	70
<i>Апет А.А.</i> Разработка системы раннего детектирования продольных трещин в районе погружного стакана на МНЛЗ с вертикальным участком	77
<i>Васильев М.И.</i> Энергосберегающее нечеткое управление давлением в рабочем пространстве нагревательных печей	81
<i>Васильев И.И., Богданов Н.В., Сорока Г.А., Сапёров С.Н.</i> Моделирование систем автоматической оптимизации управления производством бензола из каменноугольной смолы для достижения максимального выхода годного.....	90
<i>Миков А.Ю.</i> Результаты предпроектного обследования для распознавания и классификации поверхностных дефектов холоднокатаного проката на основе нечетких нейронных сетей	94
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	101
<i>Максимов М.А.</i> Программные средства обработки изображений сыпучих материалов	101
<i>Арефьева Д.Я.</i> Наукометрические показатели в деятельности ученого	102

Contents

GRADUATION REPORTS OF MASTER'S THESES.....	3
<i>Akmanova Z.S.</i> Information and software for the quality management system of mathematical training in technical universities.....	3
<i>Ilina E.A.</i> Organization of independent school students using automated training systems "Learning and Testing"	12
RESULTS SPECIAL SEMINAR	21
<i>Velichko O.A.</i> Method of predicting system development results admission campaign higher and method of advertising's campaign university.....	21
<i>Vostrikov A.V.</i> Mathematical and computer models of friction units thermal state for cold rolling mill	25
<i>Vorobyev A.V.</i> The set-theoretic analysis results of monitoring states banking system terminals	32
<i>Lakienko S.V.</i> Study of non-sinusoidal voltage in the converter of various capacities	35
<i>Makhmudova S.N., Shabanov A.A.</i> Implementation of decision making problems in the ranking of mining excavators with estimates based on several criteria	42
<i>Mikhailova U.V., Mikhailov E.A.</i> Analytical review of control systems and methods robot programming.....	48
<i>Popov S.N.</i> Analysis and evaluation of existing software used to create a bibliography	55
<i>Okhjos K.M.</i> Structure of the information environment of the scientific magazine.....	62
<i>Torchinskaja I.V.</i> Set-theory analysis of planning state and municipal procurement of the material assets	64
<i>Koroleva V.V.</i> Development of the structural-functional model of professional-directed education.....	70
<i>Apet A.A.</i> Longitude cracks early detection system development for continuous casting machines with a vertical section.....	77
<i>Vasiliev M.I.</i> Energy efficient fuzzy control pressure in the working space heating furnaces.....	82
<i>Parsunkin B.N., Vasilyev I.I., Bogdanov N.V., Soroka G.A., Sapyorov S.N.</i> Simulation of system of automatic optimization management which specializes in the production of benzole from coal tar to get a maximum benzole yield	91
<i>Mikov A.Y.</i> Results of the pre inspection for recognition and classification of surface defects of cold-rolled based on fuzzy neural networks.....	94

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

Дорогие друзья!

Мы рады приветствовать Вас на страницах выпуска «*Ab ovo ...*», что с латыни означает «*С самого начала ...*». Название для журнала выбрано не случайно и не потому, что это первое издание. Мы считаем что, именно в магистратуре складываются первые самостоятельные научные измышления молодых ученых, именно здесь закладываются основы и потенциал будущим научных работ.

Опыт издания и подготовки научных сборников показал, что магистерские работы имеют свою структуру, обладают элементами новизны, как с теоретической, так и практической точки зрения. Однако этим работам рано соперничать с исследованиями опытных, состоявшихся ученых.

Интерес, проявленный к подготовке и изданию журнала, проявился у многих магистрантов, студентов и их руководителей. Однако идея журнала состоит в том, чтобы показать лучший опыт работы магистрантов и студентов по различным направлениям магистратуры в ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». В результате этого, в журнале представлены выпускные доклады магистрантов и результаты, полученные ими в ходе научно-исследовательской работы и изложенные на спецсеминарах, а также краткие сообщения. Именно поэтому сложилось три раздела:

- выпускные доклады магистерских диссертаций;
- результаты спецсеминара;
- краткие сообщения.

В журнале представлены работы магистрантов, обучающихся на кафедрах ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»: вычислительная техника и программирование, автоматизированные системы в управлении, электроники микроэлектроники, электроснабжения промышленных предприятий.

Мы просим опытных ученых строго не судить о работах начинающих ученых. 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!

Итак «*Ab ovo ...*»!

Д-р техн. наук Логунова О.С.

ВЫПУСКНЫЕ ДОКЛАДЫ МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

GRADUATION REPORTS OF MASTER'S THESES

УДК 519-74; 378.1

ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Акманова З.С.

Аннотация. Теоретическая значимость результатов исследования заключается в разработке информационного и математического обеспечения системы управления качеством математической подготовки студентов на основе компетентностного и процессного подходов, построения эффективных алгоритмов управления процессами планирования, формирования и контроля заданных компетенций выпускника вуза.

Ключевые слова: управление, качество образования, математическая подготовка, сетевое моделирование, классы эквивалентности, математическая компетентность, компетентностный подход.

INFORMATION AND SOFTWARE FOR THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF MATHEMATICAL TRAINING IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Akmanova Z.S.

Abstract. The theoretical significance of the research lies in the development of information and software systems quality management mathematical expression of tactical training of students on the basis of competence and process approaches, efficient algorithms for the management processes of planning, formation and control of specified competencies of the graduate.

Keywords: management, quality of education, mathematical education, network modeling, equivalence classes, mathematical competence, competence approach.

Проблема управления качеством математической подготовки студентов технического университета

В большинстве образовательных стандартов нового поколения в области техники и технологии в качестве одного из видов деятельности, к которым должны быть подготовлены выпускники, указывается научно-исследовательская деятельность. Готовность выпускника к научно-исследовательской деятельности предполагает владение современной математической культурой, обеспечивающей оперативную актуализацию личностных качеств на основе владения специальными математическими знаниями и умениями, обоснованного выбора и оптимизации в случае многовариантности решений; готовность использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов, владения навыками использования методов моделирования, оценки прогнозирования и оптимизации технологических процессов [0, 5]. В свою очередь, переход на образовательные стандарты нового поколения обуславливает необходимость организации математической подготовки студентов в рамках компетентностного подхода и индивидуализации процесса обучения, что возможно лишь при целенаправленном проведении математической подготовки в русле достижения общего интегрального результата освоения основной образовательной программы с заданным уровнем освоения заявленных компетенций выпускника. Индивидуализация же образования в силу личностно зависимой природы компетенций требует разработки механизмов управления индивидуальными образовательными траекториями: формирование математических компетенций с учетом как требуемого уровня их освоения (гарантированного качества математической подготовки), так и индивидуальных запросов и возможностей студента.

Информационная модель управления качеством математической подготовки в техническом университете

Под математической подготовкой студентов технического университета будем понимать обучение студентов дисциплинам математического цикла в рамках определенного направления подготовки или специальности технического профиля [0]. Приступая к построению нашего понятия мы учли, что одним из основных методологических принципов является системный подход, сущность которого заключается в том, что относительно самостоя-

тельные компоненты рассматриваются не изолированно, а в их взаимосвязи, в системе с другими. При системном подходе математическая подготовка (обучение математике) рассматривается как педагогическая система, представляющая собой совокупность следующих взаимосвязанных компонентов: цели образования, субъекты педагогического процесса (в нашем случае это преподаватель и студенты), методы и формы педагогического процесса и материальная база (средства). Система S – это непустое конечное множество A элементов с заданным множеством R отношений между элементами множества A (и внешней средой), объединенных свойством P «целостности» системы, которая обеспечивает функционирование системы S в пространстве-времени для преодоления противоречия, определяемого этой целью [0].

Рассматривая различные подходы к понятиям «профессиональная подготовка», «предметная подготовка» и «математическая подготовка», принятые в педагогических исследованиях, мы выделим динамический элемент – процесс (формирование, развитие, взаимодействие и т.д.); материальные (преподаватель, студент и т.д.) и идеальные элементы (знания, умения, компетенции и т.д.). При этом под процессом, с точки зрения синергетического подхода, понимается последовательная смена состояний $L_i (i = 1, 2, \dots n)$ системы S .

Для формулировки определения понятия «управление качеством математической подготовки» через ближайший род и видовое отличие на теоретико-множественном языке нам необходимо указать три компонента: P – цель построения системы S ; A – множество элементов системы S ; R – множество отношений между элементами множества A (или внешней средой), т.е. «управление качеством математической подготовки» – это упорядоченная тройка (P, A, R) . По нашему мнению, термин «система управления качеством математической подготовки» более точен, чем термин «управление качеством математической подготовки» [8].

Элементы множеств P, A, R определены в подходах к определению понятия математическая подготовка: P – цели управления качеством математической подготовки, множество A – элементы системы S , т.е. $A = \{Pi, T, Sb\}$, где в качестве материальных элементов присутствуют студент Pi , преподаватель – T , а в качестве идеального элемента фигурирует предмет «математика» – Sb ; в множество R отношений включим методы управления математической подготовкой M , средства управления математической подготовкой Sr , формы управления математической подготовкой F студентов технического университета и т.д., т.е. $R = \{M, Sr, F, \dots\}$. В соответствии с заданной целью (целями) P система математической подготовки S будет функционировать в пространстве-времени, изменяя свое состояние Li . Таким образом, под системой математической подготовки будем понимать упорядоченную тройку $S = (P, A, R)$ (Рис. 1).

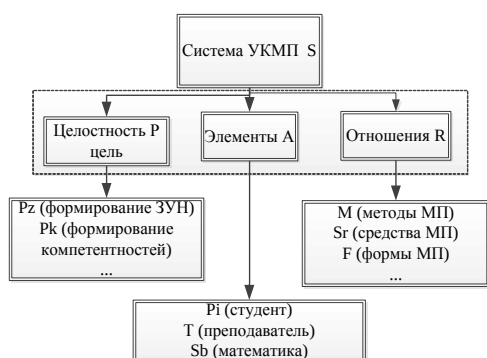


Рис. 1. Структурная схема понятия «система управления качеством математической подготовки студентов университета»

Используя определение понятий «модель» и «математическая подготовка» как соответствующих систем, сформулируем определение понятия «модель управления качеством математической подготовки» как системы, в которой элементами A, R, P являются следующие множества $A = \{mPi, mT, mSb\}$, $R = \{mM, mSr, mF, \dots\}$, $P = \{Pz; Pk, \dots\}$, где mPi – модель студента, mT – модель преподавателя, mSb – модель учебного предмета «математика» (модель курса «математика»); mM – модель методов управления качеством математической подготовки, mSr – средства управления качеством математической

подготовки, mF – модель форм организации математической подготовки студентов, $P = \{Pz; Pk, Pm, \dots\}$ – цели управления качеством математической подготовки.

На основе такого определения понятия модель управления качеством математической подготовки появляется естественным образом возможность классификации моделей управления качеством математической подготовки: в качестве основания классификации выбирается один из компонентов (A , R или P) или их набор.

Сформулируем определение понятия «модель управления качеством математической подготовки студентов технического университета».

Определяя элементы множеств $A=\{mPi, mT, mSb\}$, $R=\{mM, Sr, mF.\}$ и $P=\{Pz; Pk, ---\}$ применительно к модели математической подготовки студентов технического университета, получаем следующую модель (Рис. 2).

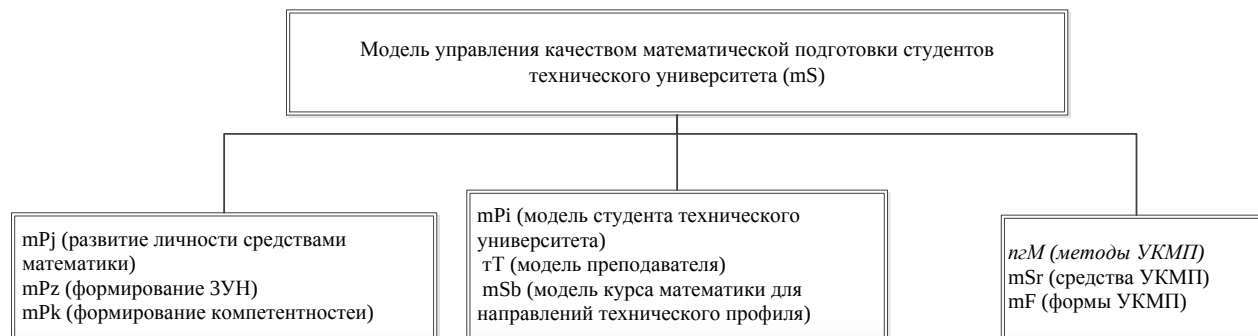


Рис. 2. Структурная схема понятия «модель управления качеством математической подготовки студентов технического университета»

Как следует из определения модели, для ее разработки требуется описание модели студента mPi , модели курса математики mSb , модели преподавателя mT – это, фактически, определяет направления исследования любой модели управления качеством математической подготовки. Полагаем, что модели методов управления качеством математической подготовки mM , форм организации учебного процесса mF , средств управления качеством математической подготовки mSr и т.д. существуют и выбираются преподавателем в соответствии с конкретными условиями и целями осуществления данной подготовки.

Аналогичное замечание можно сделать и относительно целей Pn , сформулированных к математической подготовки. Далее, в зависимости от целей, объекта, предмета и задач научного исследования конкретизируется состав моделей mT , mPi , mSb , образующих множество A . Например, модель студента можно представить в виде: $mPi = \{Pie, Pir, Pip\}$, где Pie – описание типологических характеристик (личностные и компетентностные модели студента). Будем полагать, что кроме личностных характеристик студента, характеризующего его онтологический статус, включены типологические характеристики студента как модели соответствующих характеристик человека, склонного к естественнонаучной деятельности; Pir – отношения между типологическими характеристиками студента (структура личности ученика); Pip – цели (целевые установки) студента [0]. Также будем полагать, что деятельность по работе с математическими моделями (студента как обучающегося этой деятельности) является ведущей деятельностью в модели математической подготовки.

Модель преподавателя представляется в виде: $mT = \{Te, Tr, Tp\}$, где Te – типологические характеристики преподавателя как личности и профессионала; Tr , – отношения между типологическими характеристиками преподавателя (структура личности преподавателя), Tp – цели (целевые установки) преподавателя.

Учебный предмет «математика» реализуется через модель курса математики

$$mSb = \{Sbs, Sbi, Sbp\},$$

где Sbs – содержание математической подготовки для профилей технического направления; Sbi – отношения между компонентами содержания математической подготовки; Sbp – цель (методические цели), для достижения которых разрабатывается модель предмета.

Под качеством математической подготовки будем понимать сбалансированное соответствие математического обучения (как процесса и результата) целям, требованиям, нормам (стандартам), условиям в рамках реализуемой образовательной программы.

Математическая подготовка в рамках компетентностного подхода должна представлять собой быть создана такую систему качества, включающую следующие основные критерии обучения: формирование ключевых компетенций в математической области; формирование общекультурных компетенций выпускника; учет взаимосвязи изучаемого материала с другими предметными областями в рамках учебного плана; внедрение прогрессивных форм организации образовательного процесса; использование новых информационных технологий; соответствие учебно-методического материала современному мировому уровню; использование активных методов обучения и контроля [0].

Для достижения перечисленных критериев качества математического обучения необходима новая модель организации учебного процесса (рис. 3).

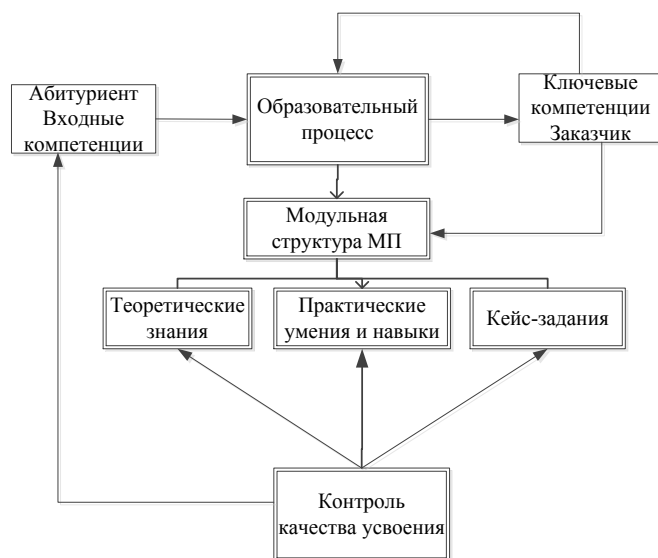


Рис. 3. Структурная схема математического образовательного процесса

В соответствии с заказом на подготовку будущих специалистов формулируются ключевые предметные компетенции (общекультурные и профессиональные), которые должны быть сформированы в ходе изучения данной дисциплины. В качестве заказчика в данном случае могут выступать государство, задающее ГОСы на подготовку специалистов по отдельным направлениям; выпускающие кафедры, формирующие учебные планы профессиональной подготовки; предприятия и организации, заинтересованные в переподготовке специалистов в данной области. В начале обучения необходимо проводить контроль входных компетенций у обучаемых для возможности выработки индивидуальной траектории математического обучения.

Дисциплина разбивается на модули, состоящие из теоретических знаний, практических умений и навыков, проектных заданий. В каждом модуле формируются составляющие профессиональных компетенций, соответствующих отдельным темам и разделам курса, а также последовательно осуществляется профессиональная подготовка по предмету в целом. На каждом этапе должна выполняться проверка качества усвоения предмета и проводиться своевременная корректировка процесса обучения. Для этого необходима разработка инновационной образовательной среды, которая обеспечивает развитие и контроль уже приобретенных профессиональных компетенций, а также одновременно формирует общекультурные компетенции личности в рамках изучения данной дисциплины.

Задача обновления математического обучения на компетентностной основе должна быть решена путем усиления практической направленности образовательного процесса при сохранении его фундаментальности. При разработке современных программ обучения в различных математических областях и образовательных технологий обучения необходимо предусматривать формирование не только профессиональных компетенций (предметно-специализированных знаний, умений и навыков), но и общекультурных (универсальных) компетенций, являющихся неотъемлемой составляющей компетентностного портрета будущего специалиста. Очевидно, что в рамках конкретного математического обучения можно сформировать только некоторые из них.

Компетентностная модель математического обучения должна быть составной частью иерархии целей и результатов освоения ООП по данному направлению и уровню подготовки. С этой целью необходимы: построение проекции компетентностной модели выпускника на данную предметную область и определение компетенций, в формировании которых уча-

ствуется дисциплина (предметная область); формулировка интегральных математических компетенций; исследование их актуальности, построение иерархии целей и модульных результатов математического обучения, позволяющих осуществлять качество математической подготовки на всех этапах предметного обучения.

Компетенции математической подготовки занимают важное место и являются актуальными для формирования компетентности будущего специалиста в области техники и технологии.

Если проанализировать смысловое содержание всех выделенных компетенций, в формировании которых могут участвовать математические дисциплины, то их (с ориентацией на ФГОС ВПО в области техники и технологии) можно обобщить следующим образом:

Общекультурная компетенция: владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

Инструментальная компетенция (в различных стандартах отнесенная к общекультурным или общепрофессиональным): владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией; способность использовать современные информационные технологии в профессиональной деятельности.

Профессиональная компетенция (обобщающая все компетенции, относимые к проектно-конструкторской деятельности): готовность к научно-исследовательской деятельности.

Сформулированные компетенции можно считать универсальными с точки зрения математической подготовки в любом из направлений подготовки в области техники и технологии.

Перейдем к построению структуры компетентностной модели математической подготовки.

Как было определено выше, к числу компетенций, в формировании которых участвуют дисциплины математической подготовки в области техники и технологии, можно отнести следующие (рис. 4): готовность к научно-исследовательской деятельности (УНД); владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией и способность использовать современные информационные технологии в профессиональной деятельности (УИК) и владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (УОК). Построим проекции данных компетенций на область математической подготовки.

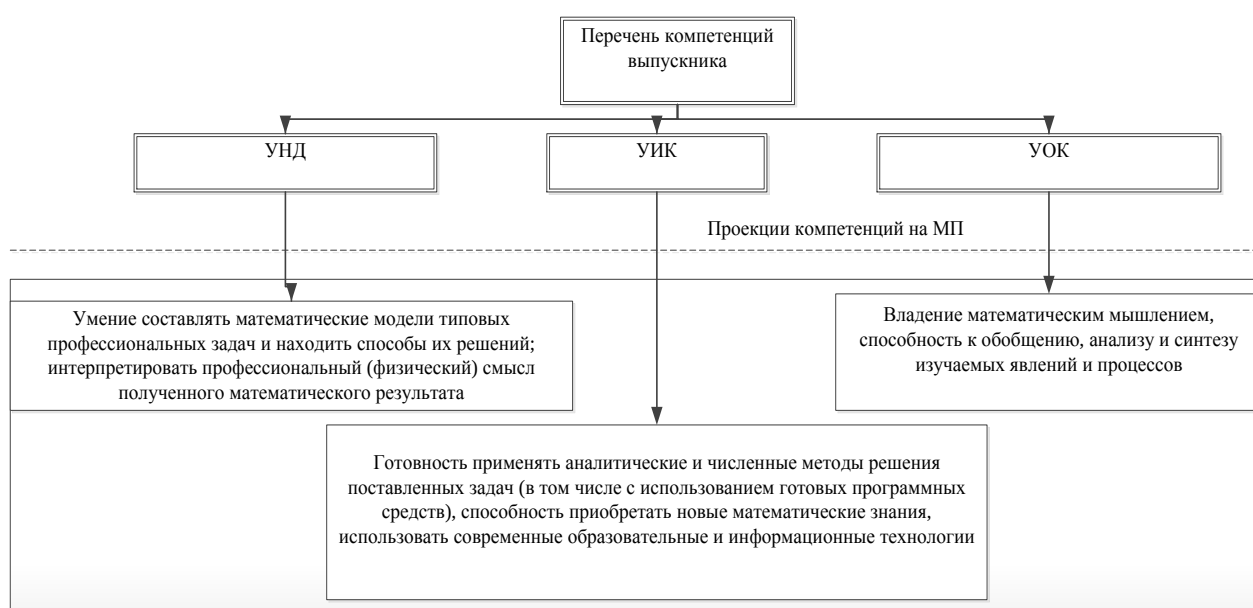


Рисунок 4 – Информационная модель математической подготовки студентов с позиции компетентностного подхода

Первая приведенная компетенция является основой профессиональной компетентности работника научно-исследовательской организации. Она формируется в рамках полного освоения ООП из области техники и технологии, где выпускники должны быть подготовлены к научно-исследовательской деятельности. В рамках базовой МП у студентов формируется способность к применению на практике, в том числе умение составлять математические модели типовых профессиональных задач и находить способы их решений; интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата.

Вторая компетенция УИК характеризует современную инструментальную подготовку будущего специалиста.

Ее сформированность в рамках математической подготовки означает готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач (в том числе с использованием готовых программных средств), способность приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Присутствие последней обусловлено особой спецификой данной предметной области, выделяющейся необходимостью развития у обучаемого особого математического мышления и оперирования иными по сравнению с другими предметными областями базовыми математическими элементами. Часть этой компетенции, получаемой как ее проекции на область МП, может быть сформулирована как владение математическим мышлением, способность к обобщению, анализу и синтезу изучаемых явлений и процессов.

Теперь необходимо сформулировать, достижение каких результатов образования означают наличие у обучаемых запланированных компетенций после освоения математических дисциплин.

1. Способность к применению на практике, в том числе умение составлять математические модели типовых профессиональных задач и находить способы их решений; интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата.

2. Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач (в том числе с использованием готовых программных средств), способность приобретать новые математические знания, использовать современные образовательные и информационные технологии.

3. Владение математическим мышлением, способность к обобщению, анализу и синтезу изучаемых явлений и процессов [6, 7].

Приведенная «рамочная конструкция» характеризует проектируемый результат математической подготовки как набор требуемых математических компетенций, осваиваемых студентом в ходе изучения математических дисциплин, и планируемых результатов обучения, которые необходимо контролировать в ходе математической подготовки.

В качестве вариантов освоения математики в вузе предложены шесть возможных предметных компетентностных моделей, представленных в таблице. Для характеристики уровня освоения предметных компетенций, соответствующих конкретной математической компетентностной модели (МКМ), используется комплексная оценка с помощью следующих параметров: глубины освоения предметной области; уровня освоения знаний; характеристик умений и владений. Глубина освоения предметной области имеет четыре уровня сложности. Уровни развития знаниевых компонентов компетенций разделяются от деятельности по воспроизведению до требований к установлению новых связей и достраивания системы новыми связями. Уровни умений подразделяются от ученического до продуктивного – эвристического или творческого типа. Уровни владений характеризуются от низшего – фрагментарного владения основами курса и опытом выполнения ученических проектов – до креативного, предполагающего свободу владения материалом курса и творческим подходом к выполнению проектов.

Низший уровень развития компетенций считается пороговым и соответствует МКМ1. По мере увеличения номера компетентностной модели возрастает уровень освоения математических компетенций. Наивысшая МКМ6 соответствует креативному уровню освоения математических компетенций.

Таблица

Варианты математических компетентностных моделей

№ МКМ	Уровень освоения математических компетенций	Характеристика компетентности			
		Глубина освоения	Знания	Умения	Владения
1	Пороговый	1ус	Обеспечивают деятельность по воспроизведению	Уровень освоения ученический	Фрагментарное владение основами курса и опыт выполнения ученических заданий
2	Удовлетворительный	2ус	Обеспечивают деятельность по воспроизведению	Уровень освоения ученический	Фрагментарное владение основами курса и опыт выполнения заданий под руководством
3	Средний	3ус	Применяются в ситуациях, аналогичных обучающим	Уровень освоения алгоритмический	Владение основами курса и опыт выполнения заданий под руководством
4	Повышенный	3ус	Используются в задачах, требующих установление новых связей	Уровень освоения алгоритмический	Владение основами курса и самостоятельность в выполнении заданий
5	Высокий	4ус	Используются в задачах, требующих установление новых связей	Уровень освоения продуктивный эвристического типа	Свобода владения материалом и самостоятельность в выполнении заданий
6	Креативный	4ус	Позволяют доставлять систему связи новыми	Уровень освоения продуктивный творческого типа	Свобода владения материалом и творческий подход к выполнению заданий

Математическая модель управления качеством математической подготовки

Задача управления качеством математической подготовки студентов технического университета сводится к задаче дискретного оптимального управления: на заданном взвешенном и ориентированном графе требуется найти оптимальный путь, приводящий к формированию заданного уровня математических компетенций при минимальной суммарной трудоемкости.

Начальный уровень сформированности математических компетенций считается заданным. Отметим следующие ограничения:

1. Наличие обратных связей. На каждом этапе управления проводится контроль качества освоения текущего учебного модуля, по результатам которого принимается управленческое решение по корректировке образовательной траектории.

2. Наличие «длительной памяти». Выбор оптимального управления на последующих этапах зависит не только от текущего состояния (от результатов контроля качества освоения текущего учебного модуля), но и от управления на предыдущих этапах (начального участка образовательной траектории).

3. Наличие «человеческого фактора». При реализации индивидуальной образовательной траектории могут измениться желания и возможности студента, которые необходимо учитывать при принятии управленческого решения. Например, студент в связи с возникшим интересом к математике может повысить собственные требования к уровню освоения математических компетенций или, наоборот, в связи с возникшими трудностями их снизить. Это неизбежно ведет к изменению образовательной траектории с учетом уже освоенного учебного материала.

4. Большая размерность задачи. При увеличении числа формируемых составляющих компетенций и учебных модулей размерность задачи управления резко возрастает, что затрудняет ее решение с помощью полного перебора.

Таким образом, для построения системы управления качеством математической подготовки в рамках компетентностного подхода необходима разработка методики решения задачи дискретного оптимального управления образовательными траекториями с учетом всех перечисленных выше ее особенностей. В связи с тем, что данная задача является задачей с обратными связями, наиболее подходящим методом ее решения будет адаптивное управление [0]. При этом модель адаптера может быть основана на целенаправленном переборе возможных траекторий с учетом пожеланий студента и предыдущей истории прохождения математической подготовки.

Пусть процесс математической подготовки, обеспечивающий формирование требуемой компетентностной модели $МКМ_i$, разбит на N этапов (учебных модулей), и построен сетевой график, связывающий возможные образовательные траектории с различными математическими компетентностными моделями. Обозначим:

x_k – набор освоенных учебных модулей к началу k -то учебного модуля, $k = 1, \dots, N$;

y_k – накопленные результаты математического обучения к началу k -то учебного модуля, $k = 1, \dots, N$;

u_k – управление на k -ом этапе (номер k -то учебного модуля, выбираемого для последующего обучения);

v_k – управление на k -ом этапе (планируемые результаты освоения k -то учебного модуля).

Текущая суммарная трудоемкость образовательной траектории, включая K -ый модуль:

$$J_0(x, y, u, v) = \sum_{k=1}^K f_k(u_k),$$

где $f_k(u_k)$ – заданная зависимость трудоемкости k -го учебного модуля.

Текущее состояние обучения студента может быть описано с помощью двух уравнений:

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= \psi_k(x_k, y_k, u_k, v_k), k = 1, \dots, N, \\ y_{k+1} &= \varphi_k(x_k, y_k, u_k, v_k), \end{aligned}$$

где φ и ψ – некоторые заданные функции.

При этом начальное состояние считается заданным, т.е.:

$$x_0 = 0; y_0 = P0 \text{ (результаты входного контроля).}$$

Кроме этого, требуется, чтобы любой выбранный участок образовательной траектории был допустимым (принадлежал заданному сетевому графику) и входил в заданный класс эквивалентности, соответствующий выбранной компетентностной модели, т.е.:

$$\{x_k, y_k\} \in MRMi, \forall k = 1, \dots, N, i = 1, \dots, M.$$

где M – число возможных математических компетентностных моделей. Теперь задачу дискретного оптимального управления (ДОУ) можно сформулировать следующим образом: требуется найти такой управляющий процесс $(x_k^*, y_k^*, u_k^*, v_k^*)$, который сообщает минимальное значение критерию оптимальности

$$J_0(x, y, u, v) = \sum_{k=1}^K f_k(u_k) \rightarrow \min.$$

При ограничениях

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= \psi_k(x_k, y_k, u_k, v_k), k = 1, \dots, N, \\ y_{k+1} &= \varphi_k(x_k, y_k, u_k, v_k), \\ x_0 &= 0; y_0 = P0. \end{aligned}$$

Отметим, что сформулированная задача дискретного оптимального управления является задачей с закрепленным левым концом (результаты входного контроля считаются заданными) и переменным правым концом, так как цели образования, а значит и $МКМ_i$ могут быть изменены в процессе управления. Кроме этого, задача обладает длительной памятью, т.е. управление на последующих этапах зависит не только от текущего состояния, но и от управлений на предыдущих этапах. Все это усложняет решение данной задачи (не позволяет

применить известные методы, например, динамическое программирование) и требует разработки новых эффективных методов ее решения.

Для решения поставленной задачи ДОО индивидуальными образовательными траекториями на заданном сетевом графике математической подготовки целесообразно применить алгоритм адаптивного управления, основанный на установлении классов эквивалентности [0].

Алгоритм выбора оптимальной образовательной траектории студента состоит из следующих этапов:

1. Согласно результатам входного контроля и пожеланий студента формулируются цели его математической подготовки и определяется та или иная компетентностная модель, позволяющая реализовать эти цели.

2. Из всех классов эквивалентности выбирается тот, который соответствует данной компетентностной модели.

3. Строится сетевой график, включающий только те образовательные траектории, приводящие к выбранной компетентностной модели.

4. Перебираются все возможные образовательные траектории, входящие в данный класс эквивалентности, и выбирается та, у которой суммарная трудоемкость всех учебных модулей минимальна. Она запоминается в качестве первоначальной траектории.

Производится корректировка (управление) образовательной траектории после изучения каждого модуля. Основанием для корректировки являются: несоответствие результатов освоения текущего учебного модуля планируемым; изменение мотивации или целей образования со стороны студента; одновременное сочетание предыдущих условий.

Возможные варианты корректировки (А и Б) индивидуальной образовательной траектории:

А) Если результаты освоения текущего учебного модуля ниже планируемых (например, вместо заявленного продвинутого уровня студент освоил учебный модуль на пороговом), то студенту предлагается перейти на другую образовательную траекторию с понижением общего уровня математической подготовки (понижением номера предметной компетентностной модели). Для этого с помощью адаптера рассчитывается новая оптимальная образовательная траектория с минимальной трудоемкостью, принадлежащая другому классу эквивалентности.

Б) Если в процессе освоения первоначальной траектории студент, показывая высокие результаты, решил повысить общий уровень математической подготовки (повысить номер предметной компетентностной модели), то с помощью предложенного алгоритма возможно рассчитать новую образовательную траекторию, позволяющую реализовать новые цели студента. Очевидно, что чем ближе к окончанию образовательной траектории математической подготовки, тем меньше возможностей ее корректировки в сторону повышения общего уровня. Поэтому с целью повышения мотивации обучения данный алгоритм позволяет «подсказать студенту» возможные варианты его дальнейшего предметного обучения. Другими словами, у преподавателя появляется эффективный инструмент управления индивидуальными образовательными траекториями студентов и повышения их мотивации к образовательной деятельности.

В результате управления математической подготовкой на основе построения оптимальных образовательных траекторий обеспечивается гарантированное качество образования – формирование математической компетентностной модели, удовлетворяющей требованиям образовательной программы и учитывающей возможности и потребности студента.

Заключение

Таким образом, нами представлена компетентностная модель математической подготовки как проекция конкретных компетенций на математическую область обучения. Предлагается ввести три уровня освоения компетенций в рамках математической подготовки: пороговый, продвинутый и креативный.

Разработанная модель управления качеством математической подготовки позволяет преподавателю строить сетевую модель математической подготовки и совместно со студентом корректировать индивидуальную образовательную траекторию путем контроля накопительной интегральной оценки текущего результата уже освоенной предметной области.

Список используемых источников

1. 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. – 145 с.
2. Акманова, З.С. Развитие математической культуры студентов университета в процессе профессиональной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Магнитогорск, 2005.
3. Акманова, З.С. Формирование ценностного отношения студентов технического университета к математическому образованию на основе компетентностного подхода в процессе непрерывной профессиональной подготовки / О.В. Лешер, З.С. Акманова, Е.М. Гугина // Вестник ЧГПУ. – 2009. – № 12. – С. 20-26.
4. Акманова, З.С. Опережающая стратегия непрерывной математической подготовки кадров в условиях технического университета: культурологический подход // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2010. – № 3. – С. 5-13.
5. 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.
6. Акманова, З.С. Реализация непрерывного математического образования у студентов технического вуза на уровне учебных программ // Высшая естественно-научная и математическая подготовка экономистов, менеджеров и государственных служащих: Матер. 4-й Всерос. науч.-практ. конф. / Под ред. В.А. Курзенева, Г.В. Хамер. – Калуга, 2004. – С. 30-31.
7. Акманова, З.С. Экспериментальная работа по развитию математической культуры студентов в процессе профессиональной подготовки // Математика. Приложение математики в экономических, технических и педагогических исследованиях: Сб. науч. тр. / Под ред. М.В. Бушмановой. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – С. 238-244.
8. Акманова, З.С. Современные подходы к управлению процессом развития математической культуры у студентов технического университета // Практика подготовки менеджеров: опыт и проблемы: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. Д. В. Тютина. – Калуга, 2005. – С. 216-220.
9. Иванов, И.А. Теоретико-множественный подход к определению понятия «модель обучения» и его применение в практике педагогического исследования / И.А. Иванов // Вестник СГУТиКД. – 2012. – №1(19). – С. 127-130.
10. Столбова, И.Д. Адаптивное управление качеством предметной подготовки в техническом вузе на основе компетентностного подхода (на примере графической подготовки студентов): дис. ... д-ра техн. наук / ГОУ ВПО «Государственный технологический университет «Московский институт стали и сплавов» – Москва, 2012. – 387 с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.*

Акманова З.С. Информационное и математическое обеспечение системы управления качеством математической подготовки в техническом вузе // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 3-12.

УДК 371.315.7:378.4

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ВУЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «ОБУЧЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ»

Ильина Е.А.

Аннотация. В работе рассмотрено содержание и оценка организации самостоятельной работы студентов с применением АОС, уточнены признаки понятия «самостоятельная работа», «автоматизированная обучающая система» и «организация самостоятельной работы студентов». Это позволило уточнить функции АОС применительно к организации самостоятельной работы студентов.

Ключевые слова: самостоятельная работа, автоматизированная обучающая система, обучение, тестирование.

ORGANIZATION OF INDEPENDENT SCHOOL STUDENTS USING AUTOMATED TRAINING SYSTEMS "LEARNING AND TESTING"

Irina E.A.

Abstract. This article examines the content and assessment of the organization of independent work of students using computer-aided instruction system features refined the concept of "self-study", "automated training system" and "organization of independent work of students." This made it possible to clarify the functions of the automated training system with regard to the organization of independent work of students.

Keywords: independent work, automated training systems, training, testing.

Актуальность исследования

Повышение эффективности качества профессиональной подготовки в системе отечественного высшего образования является очевидным. Её необходимость связана с социально-экономическими преобразованиями и научно-техническим прогрессом. Информационное образовательное пространство, в условиях которого осуществляется подготовка, требует навыков самостоятельной переработки больших объемов информации и принятия на их основе профессиональных компетентных решений.

Стремительный рост объема и сложности изучаемого материала привели к тому, что традиционная система обучения стала недостаточно эффективной и требует инновационных технологий, основанных на использовании информационно-вычислительной техники. Выполнение социального заказа на высокоэффективные технологии подготовки и переподготовки кадров потребовало нового научно-методического осмысления организации самостоятельной работы студентов на основе использования компьютерных средств, одним из которых является автоматизированная обучающая система (АОС).

Широкое применение АОС объясняется следующими обстоятельствами: при современной наполняемости групп преподаватель не в полной мере способен осуществлять принцип индивидуального обучения, между тем практически каждый студент нуждается в постоянном и непрерывном внимании для формирования полноценных профессиональных навыков; объем необходимых знаний достигает таких размеров, что обычные методы обучения ведут к перегрузке студентов, поверхностному усвоению материала и, как следствие, потере интереса к обучению и резкому снижению его качества; автоматизация труда преподавателя: контролирование студентов при подготовке к лекционным и практическим занятиям (лабораторные и практические работы, семинары и т.д.), конструирование тестового материала, статистическая обработка результатов педагогического контроля; минимизация времени обучения для студента.

Анализ литературы по применению АОС свидетельствует о возросшем профессиональном интересе отечественных ученых к созданию и эффективному внедрению этих систем в учебный процесс высшей школы. Однако изучение данной литературы позволяет сделать вывод о том, что принципы разработки АОС и методическое обеспечение их внедрения пока не стали предметом комплексного исследования. За годы компьютеризации разработано много обучающих программ различного назначения и качества, но большинство из них создавались в коммерческих целях в отрыве от педагогического процесса, без участия педагогов-практиков, что существенно отразилось на их качестве, эффективности и использовании.

На сегодня переход на новые учебные планы вызвал значительное сокращение часов аудиторных занятий студентов с преподавателем. В результате многие разделы учебных программ определяются студентам для самостоятельного изучения. Это актуализирует вопросы контроля и разработки специальных автоматизированных обучающих систем применительно к самостоятельной работе студентов.

Методология исследования

Актуальность выбранного направления исследования определяется необходимостью разрешения противоречий: *социально-педагогического уровня* – между возросшими требованиями информационного общества к качеству подготовки выпускников вузов и сохраняющимися традиционными подходами к организации самостоятельной работы обучающихся, не обеспечивающими должного уровня навыков самостоятельной работы студентов; *научно-теоретического уровня* – между потенциальными возможностями АОС в организации самостоятельной работы студентов и недостаточной разработанностью теоретико-методологических аспектов применения таких систем в вузах; *научно-методического уровня* – между возможностью АОС вести учет индивидуальной самостоятельной работы студентов и отсутствием методического обеспечения их использования, которые эффективны при ор-

ганизации самостоятельной работы и доступны для использования преподавателями высшей школы.

Стремление разрешить выявленные противоречия обусловили проблему исследования: поиск организационно-педагогических условий организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы.

Цель исследования – разработать, обосновать и экспериментально проверить методическое обеспечение организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы. Объект исследования – самостоятельная работа студентов вуза. Предмет исследования – организация процесса самостоятельной работы студентов вуза с применением автоматизированной обучающей системы как педагогического средства. Гипотеза исследования: эффективная организация самостоятельной работы студентов вуза возможна, если:

- определены признаки и структурные элементы автоматизированной обучающей системы, обоснованы ее возможности и функции как педагогического средства изучаемого процесса;
- разработана структурно-содержательная модель организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы на основе интеграции системного, деятельностного и информационно-технологических подходов, где отражены взаимосвязи ее компонентов: целевого, содержательного, технологического и оценочно-результативного;
- выявлен и реализован комплекс организационно-педагогических условий эффективного функционирования разработанной модели, включающий: 1) формирование у студентов вуза устойчивой внутренней мотивации к самостоятельной работе; 2) реализацию требований информационно-технологического подхода при выполнении студентами самостоятельных заданий; 3) разработку и внедрение в процесс самостоятельной работы АОС «Обучение и Тестирование» («*OuT*»);
- внедрено и апробировано методическое обеспечение рассматриваемого процесса, вбирающее: АОС «*OuT*», авторскую программу, тестовые материалы, учебное пособие и методические рекомендации.

В соответствии с целью и выдвинутой гипотезой были определены следующие задачи исследования: проанализировать разработанность проблемы исследования в педагогической теории и практике вузов, определить перспективные подходы к ее решению и уточнить понятийный аппарат исследования; теоретически обосновать компоненты и связи в структурно-содержательной модели организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием АОС; выявить, обосновать и экспериментально проверить комплекс организационно-педагогических условий эффективного функционирования разработанной модели; разработать и апробировать на практике учебно-методическое обеспечение изучаемого процесса.

Научная новизна исследования заключается в том, что: 1) доказана целесообразность использования АОС как педагогического средства организации самостоятельной работы студентов вуза путем реализации её уточненных функций; уточнены признаки АОС и разработаны ее структурные элементы; 2) выявлены и обоснованы связи и компоненты структурно-содержательной модели организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием АОС, основанной на интеграции системного, деятельностного и информационно-технологических подходов; 3) выявлен, обоснован и экспериментально проверен комплекс организационно-педагогических условий, направленный на формирование устойчивой мотивации студентов к самостоятельной работе, реализацию принципов информационно-технологического подхода при выполнении заданий и целенаправленное внедрение АОС «*OuT*»; доказано эффективное влияние данного комплекса на функционирование разработанной модели; 4) теоретически разработано учебно-методическое обеспечение рассматриваемого процесса, которое вбирает в себя: АОС, авторскую программу, тестовые материалы, учебное пособие и методические рекомендации для студентов и преподавателей.

Теоретическая значимость исследования определяется наличием обоснованных теоретических положений изучаемой проблемы за счет того, что в нем: 1) систематизированы тео-

ретические представления о подходах, принципах, содержании и оценке организации самостоятельной работы студентов с применением АОС; 2) расширено понятийно-терминологическое поле исследования, так как уточнены признаки понятия «самостоятельная работа», «автоматизированная обучающая система» и «организация самостоятельной работы студентов»; 3) уточнены функции АОС применительно к организации самостоятельной работы студентов, определены особенности применения принципов системного, деятельностного и информационно-технологических подходов применительно к изучаемому процессу.

Практическая значимость исследования определяется тем, что внедрено и апробировано учебно-методическое обеспечение исследуемого процесса, включающее: программное обеспечение интерактивной автоматизированной обучающей системы «Обучение и Тестирование», авторскую программу курса «Обработка экспериментальных данных и планирование эксперимента», учебное пособие «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» с материалами для организации самостоятельной работы студентов, тестовые задания к итоговому, рубежному контролю и методические рекомендации, руководство по работе с АОС «Обучение и Тестирование» для преподавателей и студентов, оценочно-критериальный инструментарий. Материалы исследования могут быть широко использованы в организации самостоятельной работы студентов вузов разных форм обучения, в системе повышения квалификации технических и педагогических кадров, в системе дистанционного образования.

Теоретические основания организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы

В целях более детального анализа и оценки состояния изучаемой проблемы были рассмотрены определения самостоятельной работы в ретроспективе истории, определены как разработанные, так и малоизученные ее аспекты.

Рассмотрев определения самостоятельной работы, данные разными учеными (С. И. Архангельский, В. К. Буряк, Н. Г. Дайри, Б. П. Есипов, Т. А. Ильина, Р. М. Микельсон, П. И. Пидкасистый, М. Н. Скаткин, А. В. Усова и др.), мы взяли за основу следующую формулировку данного понятия: самостоятельная работа студентов – это учебно-познавательная деятельность, выполняемая без прямой помощи преподавателя и направленная на выполнение заданий, в результате которой студент усваивает необходимые знания, овладевает умениями и навыками, формирует свой стиль умственной деятельности, учится планомерно, систематически работать, самостоятельно мыслить. В связи с этим, в самостоятельной работе существует «зона риска» – когда студент без преподавателя может закрепить ошибочные умения или навыки.

Проведенный анализ показал, что существует разнообразие типов самостоятельной работы студентов. При этом мы отмечаем, что в педагогике отсутствует единая терминология и понимание выделенных типов самостоятельной работы. Мы полагаем, вслед за П. И. Пидкасистым и А. Я. Савельевым, что следует различать четыре типа самостоятельной работы студентов вуза: 1) воспроизводящая по образцу (деятельность студентов при выполнении работ этого типа не достаточно самостоятельная, преподаватель, определяя оптимальный объем работы каждого студента, ликвидирует задержки на таких работах); 2) реконструктивно-вариативная (учит анализировать события, явления, факты, формирует приёмы и методы познавательной деятельности, способствует развитию внутренних мотивов к познанию); 3) частично-поисковая или эвристическая (формирует умения и навыки поиска ответа за пределами известного образца); 4) исследовательская (рассматривается нами как участие в научно-исследовательской работе студентов, написание статей студентами, подача заявок на конкурсы ГРАНТ, регистрация интеллектуальной собственности в ОФАП и ВНТЦ «Информрегистр»).

Эти типы самостоятельной работы студентов явились основанием для разработки нами материалов педагогического контроля и были в дальнейшем использованы при проведении мониторинга организации самостоятельной работы студентов.

В ходе изучения проблемы (А.Г. Атанов, В.П. Беспалько, Б.С. Гершунский, И.Г. Захарова, Г.М. Коджаспирова и др.) было установлено, что преподаватели вузов наряду с тради-

ционными формами самостоятельной работы студентов используют инновационные формы, основанные на возможностях современной компьютерной техники: проработка материала по электронным учебникам; работа с АОС; все виды компьютерного контроля; поиск информации в *Internet* с помощью различных поисковых систем; участие в видеоконференциях, форумах, Интернет-конференциях; работа в электронных библиотеках и др. Такая организация самостоятельной работы студентов является локальным опытом использования компьютерных средств обучения.

Автоматизированные обучающие системы: структура и характеристика их компонентов

Анализ основных исследований существующих компьютерных средств обучения (А.И. Башмаков, В.П. Беспалько, И.Г. Захарова, Ю.И. Лобанов, А.Я. Савельев и др.) позволил установить, что в них недостаточно отражены функции автоматизированных обучающих систем. В нашем исследовании АОС мы рассматриваем как взаимосвязанный комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечения на базе ЭВМ, предназначенный для самостоятельной работы студента.

Современное требование, предъявляемое к АОС – это возможность редактировать и наполнять систему любым дидактическим материалом, подлежащим изучению студентами вуза. Реализация этого требования позволяет не прибегать к услугам специалистов для создания множества обучающих программ по различным дисциплинам, а, освоив определенную автоматизированную систему, наполнять ее содержательную часть. При этом в работе показано, что минимизировать «зону риска» формирования ошибочных навыков и компетенций при самостоятельной работе возможно, если АОС реализует функцию регистрации и статистического анализа показателей процесса усвоения учебного материала каждым студентом и группой в целом (характер и время выполнения отдельных заданий, общее время работы, число ошибок и др.).

В режиме внеаудиторной самостоятельной работы АОС должна регистрировать следующие параметры: прохождение учебного материала студентом по разделам, рекомендованным для самостоятельного обучения; время, затрачиваемое каждым студентом и группой в целом на изучение предложенного материала; количество допущенных ошибок при изучении учебно-методического материала; регулярность самостоятельной работы и другие параметры. Преподаватель использует эти параметры для корректировки учебного процесса. Это положение позволяет нам выделить в АОС интерактивную функцию.

Мы полагаем, что описанные функции АОС недостаточны. Нами предложена дополнительная функция АОС – статистический анализ информационной наполняемости тестовых заданий, необходимая для проведения корректировки учебно-методических материалов преподавателем и реализации принципа обратной связи в самостоятельной работе. Рассмотрение соотношения понятий «обучение» и «организация самостоятельной работы» позволило сделать вывод, что обучение определяется как специально организованный, управляемый процесс активного целенаправленного взаимодействия преподавателей и студентов, направленного на формирование определенных знаний, умений и навыков, опыта деятельности и поведения, а также определенных личностных качеств. Организация же самостоятельной работы студентов – это процесс, реализующийся в ходе обучения, осуществляемый без прямой помощи преподавателя, но направленный на выполнение определенной, заранее подготовленной преподавателем системы заданий.

Модель организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы

Для реализации основной идеи исследования, опираясь на выдвинутую гипотезу, мы обратились к моделированию, позволяющему в целом отобразить процесс организации самостоятельной работы студентов с использованием автоматизированной обучающей системы. Результатом моделирования выступает разработанная структурно-содержательная модель организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием АОС, которая

представлена на рис. 1. В созданной нами модели выделены четыре взаимосвязанных и взаимообусловленных компонента:

- *целевой компонент* отражает социальный заказ общества в системе образования, Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, образовательный стандарт высшего профессионального образования;
- *содержательный компонент*: в него входят авторская программа курса, учебное пособие, дидактические материалы, методические рекомендации для студентов, необходимые для реализации организации самостоятельной работы студентов с использованием АОС, разработанные согласно принципам информационно-технологического подхода;
- *технологический компонент* содержит принципы системного, деятельностного и информационно-технологических подходов, методы обучения (частично-поисковый, поисковый, проблемный, рефлексивный, методы контроля); средства (АОС «Обучение и Тестирование», учебное пособие методические рекомендации по работе с АОС для преподавателей, электронные словари и энциклопедии, программное обеспечение); формы самостоятельной работы (практикумы, контрольные, зачеты);
- *оценочно-результативный компонент* содержит критерии, показатели, уровни качества самостоятельной работы, которые положены в основу оценки эффективности организации самостоятельной работы студентов с использованием АОС.

Конструируя структурно-содержательную модель, мы исходили того, что она должна быть основана на положениях системного, деятельностного и информационно-технологического подходов. В данной модели автоматизированная обучающая система является основным педагогическим средством организации самостоятельной работы студентов вуза. Она направлена на реализацию не только интерактивно-системной функции, связанной с регистрацией прохождения студентом учебных модулей, времени работы, количества допущенных ошибок, но и функции статистического анализа информационной наполняемости тестовых заданий для проведения корректировки учебно-методических материалов преподавателем и оперативной обратной связи.

В связи с этим, разработанная структурно-содержательная модель организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием АОС, основанная на реализации принципов системного, деятельностного и информационно-технологического подходов, позволяет организовать целенаправленную и упорядоченную самостоятельную работу обучающихся по специально разработанной программе и обеспечить при этом оперативную обратную связь, сообщая преподавателю об объеме выполненной работы и допущенных ошибках.

В исследовании мы обосновали, что эффективное функционирование разработанной модели зависит от реализации выявленного комплекса организационно-педагогических условий.

Первым условием, рассматриваемым нами, является формирование у студентов вуза устойчивой внутренней мотивации к самостоятельной работе. В работе показано, что мотивы обучающегося в самостоятельной работе по источнику и способу образования могут быть внутренними и внешними. Организация самостоятельной работы студентов – это внешний задаваемый мотив по отношению к студенту. Поэтому необходимо создать такие условия, которые бы обеспечивали трансформацию внешнего мотива во внутренний, личностно-значимый для каждого студента. Реализация этого условия обеспечивалась нами как за счет оперативной обратной связи от АОС «Обучение и Тестирование», так и со стороны преподавателя. Дополнительным источником информации о сформированности внутренней мотивации к самостоятельной работе является выделенный нами дополнительный критерий – успешность научной деятельности.

Вторым организационно-педагогическим условием является реализация требований информационно-технологического подхода при выполнении студентами самостоятельных заданий. В исследовании показано, что выбранный подход основан на принципах программированного обучения: иерархия управления, обратная связь, деление материала на малые части, индивидуальный темп в обучении, адаптации (В. П. Беспалько), что позволило нам

методически грамотно и педагогически целесообразно разработать в рамках АОС «*OuT*» самостоятельные задания для студентов.

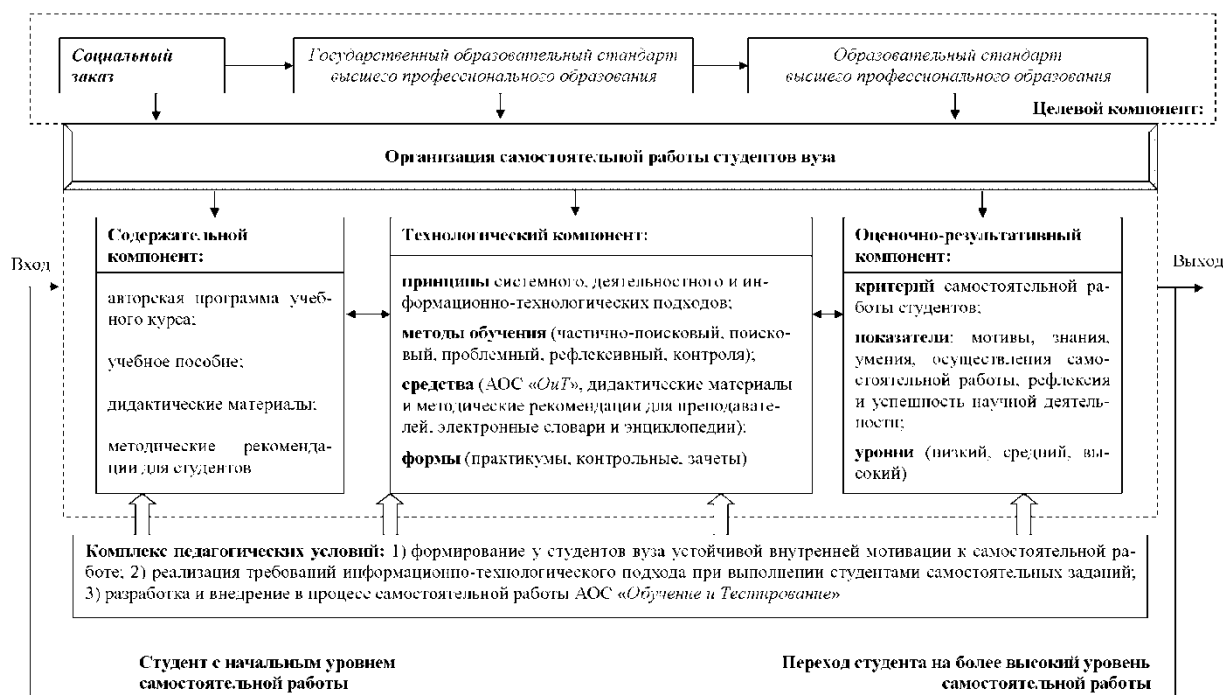


Рис. 1. Структурно-содержательная модель организации самостоятельной работы студентов с использованием АОС

Основными принципами информационно-технологического подхода в практике организации самостоятельной работы студентов с использованием АОС были выбраны: принцип технологичности и подбора подходящих методов и инструментальных средств, принцип адаптации, принцип интеграции, принцип информационного соответствия. Учет данных принципов в рассматриваемом процессе позволил нам в дальнейшем разработать методику организации самостоятельной работы как систему взаимосвязанных методов, средств и форм, а также обеспечить оптимальный выбор содержания учебно-методических материалов для наполнения АОС «*OuT*».

Третье педагогическое условие – это разработка и внедрение в процесс самостоятельной работы автоматизированной обучающей системы «*OuT*». Разработанная нами АОС позволяет: импортировать учебно-методический материал в АОС из общедоступного текстового редактора Microsoft Word; поддерживать прямую и обратную связь студент-преподаватель при самостоятельной работе с системой, обеспечивая интерактивность процесса; работать в разных режимах с АОС «*OuT*»: обучение, тестирование, обучение и тестирование; осуществлять математико-статистический анализ результатов самостоятельной работы студентов.

В работе представлена разработанная и внедренная нами схема взаимосвязи модулей АОС «*OuT*» (рис. 2).

Рассмотрено наполнение моделей – «Преподаватель», «Студент» и «Статистика». Модуль «Студент» позволяет вводить и редактировать исходные данные студента, оценивать результаты самостоятельной работы, получать графически представленные результаты работы. Модуль «Преподаватель» позволяет управлять самостоятельной работой студентов.

Модуль «Статистика» обрабатывает данные и формирует рекомендации по качеству организации самостоятельной работы студентов, по корректировке лекционного и тестового материала. Результаты математико-статистической обработки тестирования представлены такими показателями, как расчетное значение трудности задания, матрицей корреляции результатов тестирования, расчетом выборочных характеристик, проверкой на нормальное распределение и др.

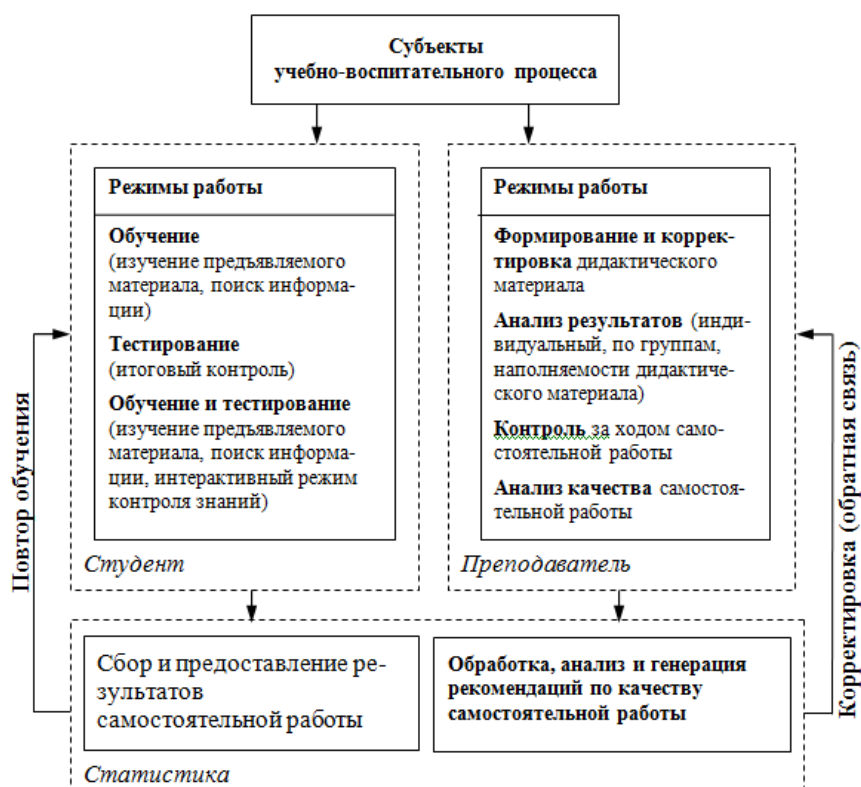


Рис. 2. Схема взаимосвязи модулей АОС «Обучение и Тестирование»

Заключение

В ходе исследования было установлено, что в самостоятельной работе студентов преобладают традиционные формы организации, не обеспечивающие её эффективность. Применение технических средств обучения носит фрагментарный характер, отсутствует научно-методическое обеспечение организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы. Автоматизированную обучающую систему «*OuT*» целесообразнее использовать на следующих этапах: объяснение нового дидактического материала – при самостоятельной работе студентов с учебным материалом вследствие индивидуального темпа продвижения студентов при изучении новых тем, для индивидуального получения дополнительного материала по изучаемой теме; контроль – при тестировании каждого студента по разным темам в соответствии с индивидуальным графиком изучения студентами материала курса; закрепление пройденного материала – при дефиците времени, которое необходимо уделить каждому студенту, имеющему разную степень подготовки; для ликвидации пробелов в знаниях студентов, пропустивших занятия; для уменьшения уровня дифференциации знаний студентов в группе; выделение разного рода контекстно-зависимой помощи каждому студенту в отдельности и проведения коррекции знаний в соответствии с их индивидуальным планом.

Выявлены и обоснованы связи и компоненты структурно-содержательной модели организации самостоятельной работы студентов вуза с использованием АОС, основанной на реализации принципов системного, деятельностного и информационно-технологических подходов и позволяющей организовать целенаправленную и упорядоченную самостоятельную работу обучающихся по специальной информационной программе, обеспечивая оперативную обратную связь. Экспериментально доказано, что комплекс организационно-педагогических условий обеспечивает эффективность функционирования разработанной модели и включает в себя: 1) формирование у студентов вуза устойчивой внутренней мотивации к самостоятельной работе; 2) реализацию требований информационно-технологического подхода при выполнении студентами самостоятельных заданий; 3) разработку и внедрение в процесс самостоятельной работы АОС «*Обучение и Тестирование*».

Учебно-методическое обеспечение рассматриваемого процесса, вбирая в себя АОС, авторскую программу, тестовые материалы, учебное пособие и методические рекомендации

для обучающихся и преподавателей, способствует эффективному функционированию модели и переходу студентов на более высокий, качественно отличный уровень самостоятельной работы в процессе профессиональной подготовки в вузе.

Критериями уровня самостоятельной работы студентов были выбраны: мотивы студентов в самостоятельной работе, знания, умения в самостоятельной работе, рефлексия и успешность научной деятельности (дополнительный критерий).

Список используемых источников

1. Автоматизированные информационные технологии в экономике : учебник / под ред. проф. Г.А. Титаренко. – М. : ЮНИТИ, 2006. – 417 с.
2. Архангельский, С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе / С.И. Архангельский. – М. : Высш. шк., 1976. – 199 с.
3. Архангельский, С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основания и методы : учеб.-метод. пособие / С.И. Архангельский. – М. : Высш. шк., 1980. – 368 с.
4. Башмаков, А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
5. Беспалько, В. П. Учебник. Теория создания и применения / В. П. Беспалько. – М. : НИИ школьных технологий, 2006. – 192 с.
6. Гершунский, Б.С. Образовательно-педагогическая прогностика. Теория, методология, практика : учеб. пособие / Б.С. Гершунский. – М. : Флинта; Наука, 2003. – 768 с.
7. Ильина, Е.А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы: дис.. канд. пед. наук. Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010. – 191с.
8. 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. – 2011. – № 1-2. – С.234-241.
9. 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. – 2011. – № 1-3. – С. 166-172.
10. Каприлевская, З.Г. Система оценки компетенции / З.Г. Каприлевская, Е.А. Ильина // Вестник магистратуры. – 2012. – № 9-10 (12-13). – С.61-63.
11. Каприлевская, З.Г. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 -«Информатика и вычислительная техника». / З.Г. Каприлевская, Е.А. Ильина // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Междунар. научн.-практ. конференции «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, С. 160-164.
12. Логунова, О.С. Информатика. Курс лекций: учебное пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, И.И. Мацко. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 128 с.
13. Логунова, О. С. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ. Курс лекций : учеб. пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина. – Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2004. – 176 с.
14. Логунова, О.С. Программные статистические комплексы: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, Е.Г. Филиппов, В.В. Королева, В.В. Павлов. М.: Академия, 2011. – 300 с.
15. Логунова, О.С. Теория и практика обработки экспериментальных данных на ЭВМ: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, В.В. Павлов. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 300 с.
16. Макарова, Н. В. Информатика в системе непрерывного образования / Н.В. Макарова, А.Г. Степанов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 338 с.
17. Милов, Ю.Е. Формирование познавательной самостоятельности студентов колледжа : дис. ... канд. пед. наук / Ю.Е. Милов; Магнитогор. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2002. – 190 с.
18. Нурғалина, Р.Г. Принятие решений при измерении уровня рефлексии в системе дистанционного обучения / Р.Г. Нурғалина, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – №2. – С. 250-256.
19. Нурғалина, Р.Г. Функциональная модель измерения уровня рефлексии / Р.Г. Нурғалина, Е.А. Ильина // Вестник магистратуры. – 2012. – № 9-10 (12-13). – С. 54-56.
20. Савельев, А. Я. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем : метод. пособие для преп. и студ. вузов / А.Я. Савельев, В.А. Новиков, Ю.И. Лобанов. – М. : Высш. шк., 1986. – 176 с.
21. Челышкова, М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб. пособие / М. Б. Челышкова. – М. : Логос, 2002. – 432 с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.*

Ильина Е.А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы «Обучение и Тестирование» // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 12-20.

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЦСЕМИНАРА

RESULTS SPECIAL SEMINAR

УДК 378.141:37.014.542

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ВУЗА И СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ УНИВЕРСИТЕТА

Величко О.А.

Аннотация: Актуальность работы обуславливается тем, что перемены, которые произошли в сфере высшего образования за последние несколько лет, привели к весьма значительным изменениям в использовании связей с общественностью в деятельности высших учебных заведений. Очень важным достижением в развитии образовательного маркетинга стало определение его потенциальных абитуриентов и целевых аудиторий.

Ключевые слова: образование, маркетинг, высшее учебное заведение, абитуриент, информационные технологии.

METHOD OF PREDICTING SYSTEM DEVELOPMENT RESULTS ADMISSION CAMPAIGN HIGHER AND METHOD OF ADVERTISING'S CAMPAIGN UNIVERSITY

Velichko O.A.

Abstract: The relevance of the work caused by the fact that the changes that have taken place in higher education over the past few years have led to very significantly changes in the use of public relations in tertiary institutions. Very important achievement in the development of educational marketing was to determine its potential applicants and target audiences.

Keywords: education, marketing, higher education institution, the applicant, information technology.

Актуальность исследования

Главная тенденция развития современного общества тесно связана с ростом информационной составляющей (информационные ресурсы, информационные технологии и т.п.). Вопросы прогнозирования результатов приемных кампаний на современном этапе рассматриваются как приоритетные в государственных учреждениях высшего профессионального образования.

Тенденции развития мировой экономики диктуют определенные правила формирования требований к специалистам различных сфер производства, систем обслуживания, IT-технологий и проч., приоритетным из которых является формирование навыков, компетенций, знаний и умений, профессионально необходимых для самостоятельного решения новых задач. Подготовка специалистов, способных к самообучению, требует наличия системы профессионального образования, способной к гибкой перестройке согласно требованиям, предъявляемым рынком работодателей [1, 9-11].

Ученики 9 – 11 классов, находясь в ситуации сложного выбора, по каким-либо причинам отдают предпочтение какому-то университету. Факторы, которые влияют на выбор абитуриентов, напрямую зависят от того, как хорошо проводится профориентационная работа в университете структурными подразделениями, например факультетом довузовской подготовки или отделом маркетинговых исследований и профориентационной работы (рис. 1).

Объект исследования: работа факультета довузовской подготовки. Предмет исследования: профориентационная работа университета. Исследуя профориентационную работу университета, а также проанализировав, каким образом происходит сбор информации об абитуриентах и как разрабатывается алгоритм построения рекламной кампании, была определена цель: организация плана проведения рекламной кампании по привлечению потенциальных абитуриентов с максимальной экономией финансовых средств университета [2-4].

Для разработки автоматизированной системы необходимо решить следующие поставленные задачи: сбор информации; точный и полный анализ данных; прогнозирование результатов приемной кампании университета; вывод рекомендаций по способу проведения рекламной кампании университета и ее финансирования.

Разрабатываемая система прогнозирования результатов приемной кампании состоит из трех модулей: модуль сбора информации, модуль обработки информации и модуль вывода рекомендаций.

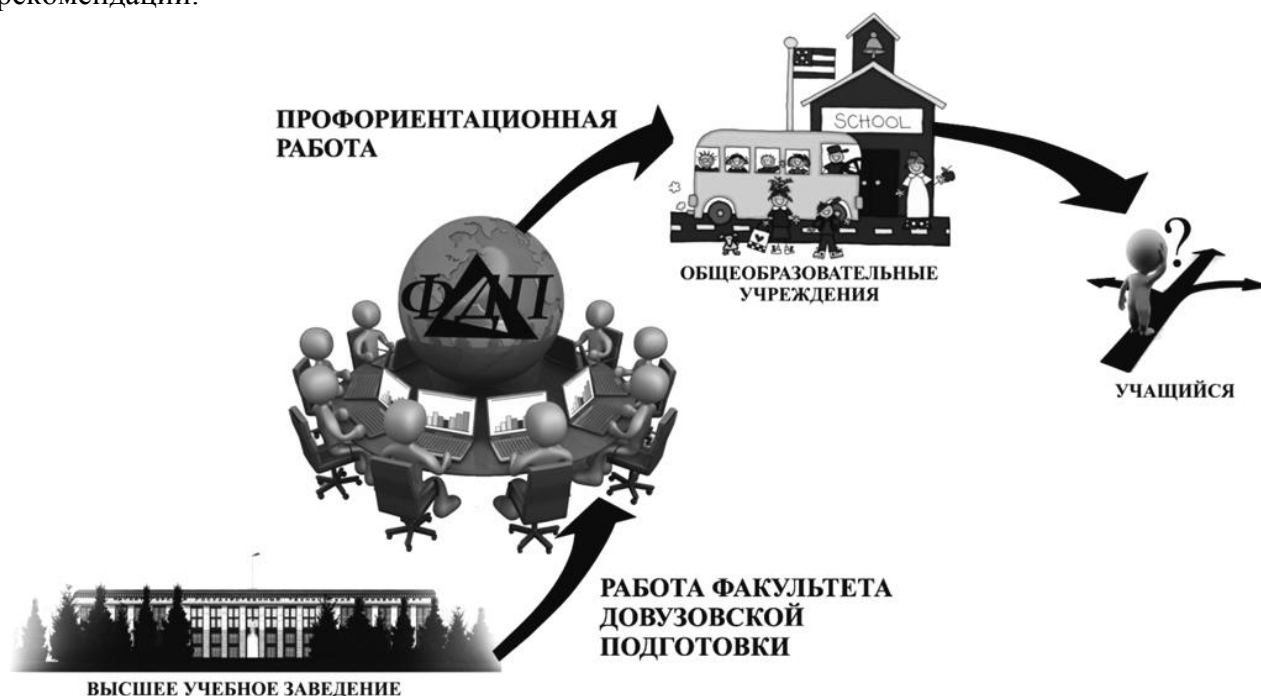


Рис. 1. Объект и предмет исследования

Модуль сбора информации

Для прогнозирования результатов приемной кампании вуза и выбора правильного способа проведения рекламной кампании университета необходимо определить, какая информация будет использоваться для исследования, и как она будет собрана.

В последние годы по правилам приема каждый абитуриент имеет право подать заявление в пять ВУЗов на три различных направления подготовки в каждом. Для того чтобы сделать прогноз о том, какие ВУЗы и направления подготовки являются наиболее востребованными необходимо узнать, куда собираются идти учиться будущие выпускники, какие направления подготовки они считают наиболее перспективными, какому ВУЗу отдают предпочтение в первую очередь [5, 6].

Существует несколько способов сбора информации, основные из них представлены на рис. 2. В современном мире, для того, чтобы провести опрос большого числа абитуриентов, можно использовать Интернет-ресурсы, благодаря которым, можно быстро и максимально удобно для пользователя получить требуемую информацию.

Таким образом, определим достоинства онлайн-анкетирования:

- низкая стоимость: нет необходимости нанимать и оплачивать деятельность интервьюеров или использовать бумажные носители, что приводит к экономии финансовых средств университета;
- скорость: результаты можно получать онлайн, без ожидания заполнения анкеты на бумажном носителе;
- точность: ошибки при заполнении сводятся к нулю;
- качество и надежность: нет посредников, а значит и погрешности. Каждый отвечает тогда, когда удобно ему и, следовательно, качество ответов повышается;
- интерактивная природа: возможно использование мультимедийных элементов, которые невозможно использовать в случае с анкетами на бумаге;
- большой радиус действия: позволяет провести опрос не только в близлежащих районах, но и в других городах;
- хорошее сопровождение: благодаря автоматической обработке данных появляется возможность следить за новыми поступившими ответами в удобное нам время.

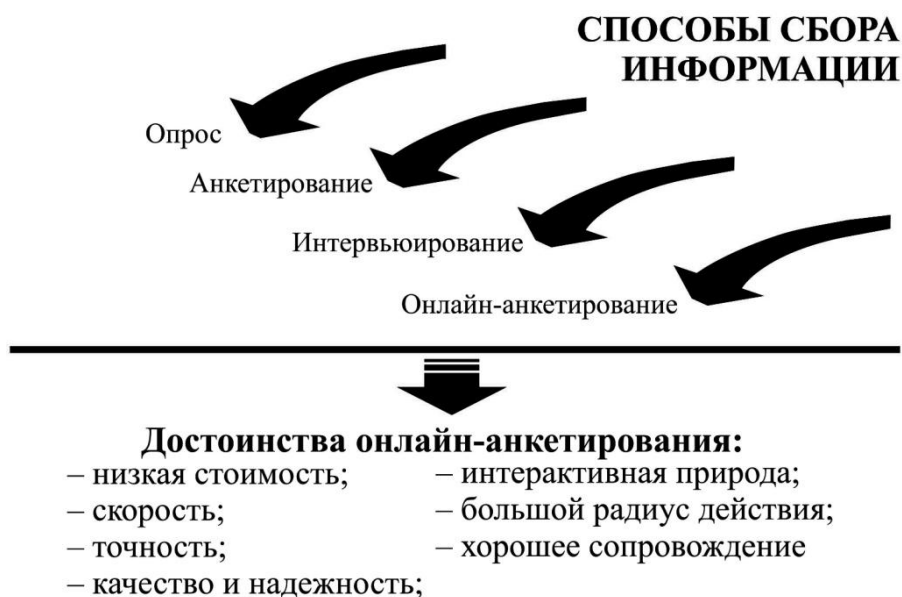


Рис. 2. Способы сбора информации

Отвечая на вопросы, абитуриент получает информацию о факультетах и институтах университета. В систему загружается база данных всех направлений подготовки текущего года и их полное описание, что является частью профориентационной работы и рекламной кампании, которой уделяется большое внимание [7-8].

Анкета – информационная составляющая системы. Разработка анкеты – самый важный элемент в маркетинговом исследовании. Все вопросы, находящиеся в анкете, должны быть восприняты человеком однозначно, для получения наиболее полного и развернутого ответа можно использовать открытые формы ответов. Она включает в себя следующие блоки вопросов:

1. Информацию о населенном пункте проживания опрашиваемого абитуриента и номер школы абитуриента.

2. Вопросы, помогающие выявить, к каким наукам наиболее восприимчив человек, какие ЕГЭ собирается сдавать и изучение каких предметов ему ближе: технических или гуманитарных.

3. Информация о том, в каком городе хотел бы учиться абитуриент, чем его привлекает этот город.

4. Информацию о том, кто повлиял на его решение: родители, друзья или собственное мнение является для него решающим в выборе города и университета.

5. Получить информацию о том, как абитуриент узнал о существовании вуза и его направлениях подготовки, какой именно вид рекламы их привлек: реклама по телевидению, радио, наружная реклама или просто рассказал какой-либо знакомый.

6. Вопросы, помогающие узнать, на какие именно направления подготовки собирается пойти ученик. Почему абитуриент решил выбрать определенное направление подготовки в конкретном ВУЗе, а не в другом. В связи с тем, что абитуриенты имеют возможность подавать документы на три различных направления подготовки, стоит уточнить, в каком именно порядке будут указаны направления подготовки в заявлении, то есть попросить расположить их в порядке важности для абитуриента.

7. В анкете обязательно стоит указать 1-2 вопроса, которые довольно тактично помогут узнать, какую именно стоимость обучения абитуриенты считают максимально приемлемой, согласны ли они в случае не поступления на бюджетную основу обучаться платно.

Модуль обработки информации

Вся информация, собранная с помощью анкетирования будет отсортирована и структурирована. При помощи разрабатываемой системы обработка всех анкет будет происходить намного быстрее, сейчас на это тратится от двух часов до пяти дней.

Обработав результаты опроса, можно наиболее точно определить: какие экзамены собирается сдавать абитуриент, что поможет определить, можно ли считать его потенциальным абитуриентом определенного ВУЗа; понять, на какой именно вид рекламы стоит потратить большую часть финансов ВУЗа; выяснить приоритетность каждого направления для конкретного города или населенного пункта, где проводился опрос. Это поможет определить, какие специальности востребованы в данном населенном пункте, а какие необходимо про-рекламировать дополнительно.

Модуль вывода рекомендаций

Заключение и рекомендации – логический исход любого маркетингового исследования. Работа факультета заключается в привлечении абитуриентов различными способами: организацией профориентационных мероприятий или проведением рекламной кампании.

Основные виды рекламы, на которые опирается структурное подразделение: реклама в системе «Сетевой город»; реклама в СМИ; «Живая реклама»; распространение листовок, брошюр, справочников; реклама в сети Интернет; участие в специализированных выставках.

В свою очередь профориентационные мероприятия делятся на:

- «Профессорский час»;
- проведение Дня знакомства с университетом;
- экскурсии по факультетам;
- проведение консультаций по ЕГЭ по необходимым предметам;
- родительские собрания;
- организация дистанционных подготовительных курсов;
- онлайн конференции, лекции;
- профтестирование;
- проведение тематических олимпиад школьников;
- организация выездных курсов лекций.

Обработав всю собранную информацию, мы получаем вывод о том, какой вид рекламы будет наиболее эффективным в данном регионе, а также какое профориентационное мероприятие проводить выгоднее с экономической точки зрения.

Заключение

Таким образом был сделан вывод, что необходимо разработать программную систему, позволяющую использовать математическую и статистическую модели обработки полученной информации, для прогнозирования результатов приема в будущем году, сравнить с результатами прошлых лет и составить алгоритм рекламной кампании с минимальными финансовыми затратами и максимальной эффективностью.

Была определена структура системы, а именно составляющие ее модули, выявлены их достоинства и недостатки, изучены различные методы сбора информации, ее обработки и способы хранения.

Определены основные блоки вопросы анкеты, получив ответы на которые можно сделать логические выводы о намерениях потенциальных абитуриентов, о наиболее выгодном способе проведения рекламной кампании в определенном регионе, а также о том, какое направление подготовки университета является наиболее востребованным, а какому необходима дополнительная реклама.

Были изучены основные виды рекламы, а также профориентационные мероприятия, проводимые в университете и сделаны выводы о том, что необходимо использовать для наиболее выгодного привлечения абитуриентов и максимальной экономией финансовых средств университета.

Список используемых источников

1. Канецкий, Е.А. Образовательный маркетинг одно из условий успешности современного университета / Е.А. Канецкий, Н.А. Соловьев // Совет ректоров. – 2011. – № 10. – С.15-19.
2. Величко, О.А. К вопросу об информационном моделировании и прогнозировании результатов приемной кампании // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 4. Том 30. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013 – С.49-50.
3. Кухта, Ю.Б. Разработка алгоритма системы информационного моделирования и прогнозирования результатов приемной кампании вуза / Ю.Б. Кухта, О.А. Величко // Информатика и информационные технологии в образовании, науке и производстве: сборник научных статей. Ч. I. – Издательство Нобель Пресс. 2014. С. 141-145.
4. Логунова, О.С. Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – № 2. – С. 281-291.
5. 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: МГТУ, 2010. – 110 с.
6. Пузанкова, Е.А. Об опыте применения технологий интернет-тестирования в процессе изучения курса «Математика» студентами технического вуза // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2011. – №1. – С. 61-63.
7. Логунова, О.С. Структуризация лексикографической информации при разработке программного обеспечения / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2014. – №1. – С. 87-91.
8. Зайцева, Е.М. Профессиональные ориентации абитуриентов МГТУ им. Г.И. Носова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2013. – №71. Том 2. – С.297-300.
9. Павлов, С.Н. Информационная политика ВУЗа, формирование общественного мнения как инструменты создания позитивного имиджа // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2012. – №6. – С. 43-47.
10. Павлов, С.Н. Педагогическое общение как способ воздействия на целевую аудиторию при формировании имиджа ВУЗа // Известия дагестанского государственного педагогического университета. Психологические науки. – 2012. – №1. – С. 55-59.
11. Колокольцев, В.М. Университетский комплекс: интеграция и непрерывность / В.М. Колокольцев, Е.М. Разинкина // Высшее образование в России, 2011. – № 5. – С. 3-10.

*Руководитель работы канд. техн. наук
Кухта Ю.Б.*

Величко О.А. Методика разработки системы прогнозирования результатов приемной кампании вуза и способ проведения рекламной кампании университета // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 21-25.

УДК 621.771.06-233.2:620.178.162

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ НА СТАНАХ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Востриков А.В.

Аннотация: В работе рассмотрена математическая модель для определения теплового состояния узлов трения подшипников качения на станах холодной прокатки и её программная реализация.

Ключевые слова: подшипник качения, математическая модель, компьютерная модель, тепловая схема замещения.

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELS OF FRICTION UNITS THERMAL STATE FOR COLD ROLLING MILL

Vostrikov A.V.

Abstract: In this paper, the mathematical model for determining the thermal state of friction units of rolling bearings for cold rolling mills and its software implementation.

Keywords: rolling bearing, mathematical model, computer model, thermal equivalent circuit.

Актуальность исследования

На стане 2000 холодной прокатки ОАО «ММК» существует проблема выхода из строя оборудования, связанная с низким ресурсом узлов трения подшипниковых опор, что обусловлено их перегревом [1]. В результате исследования [2] было выявлено, что причина данной проблемы заключается в снижении вязкости смазочного материала до значений, при которых нарушается режим ЭГД-смазки при высоких скоростях прокатки.

Вследствие этого возникает необходимость во внедрении программных модулей математического моделирования, с помощью которых можно было бы определить тепловое состояние узлов трения подшипниковых опор при различных режимах подачи смазочного материала, что поможет минимизировать его расходы и повысить ресурс узлов трения подшипников [3].

Математическая модель теплового состояния подшипникового узла

В основу компьютерной программы для определения теплового состояния узлов трения подшипниковых опор заложена трёхмассовая модель нагрева подшипникового узла, описанная в работе [4].

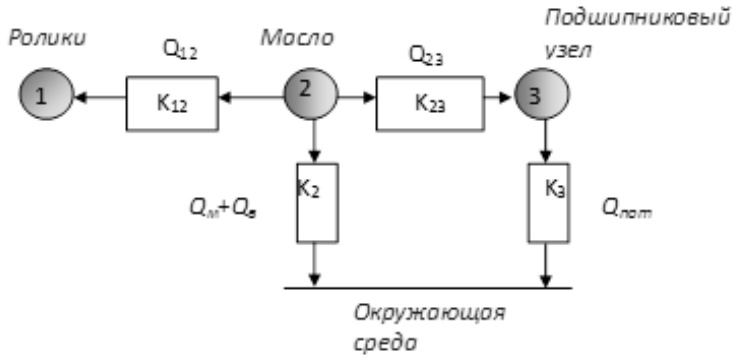


Рис. 1. Схема замещения тепловой модели подшипника, состоящей из трех тел

Предложенная модель разработана с применением метода эквивалентных схем замещения и подшипниковый узел в ней рассматривается как три отдельных тела взаимодействующих между собой в процессе теплообмена. Схема замещения тепловой модели представлена на рис. 1.

На основе схемы замещения была составлена система дифференциальных уравнений, имеющая вид:

$$C_1 \frac{d\vartheta_1}{d\tau} = \Delta P_1 + K_{12}(\vartheta_2 - \vartheta_1), \quad (1)$$

$$C_2 \frac{d\vartheta_2}{d\tau} = \Delta P_2 - K_2 \cdot \vartheta_2 - K_{12}(\vartheta_2 - \vartheta_1) - K_{23}(\vartheta_2 - \vartheta_3), \quad (2)$$

$$C_3 \frac{d\vartheta_3}{d\tau} = \Delta P_3 - K_3 \cdot \vartheta_3 + K_{23}(\vartheta_2 - \vartheta_3), \quad (3)$$

где $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$ – превышение температур роликов, смазочного материала и остальных элементов конструкции подшипникового узла над температурой окружающей среды соответственно; C_1, C_2, C_3 – теплоемкости отдельных тел; $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ – тепловые мощности, выделяющиеся в роликах, в смазочном материале и в остальных элементах конструкции подшипникового узла соответственно; K_{ij} – коэффициент теплопередачи от i тела к j телу; K_2 – коэффициент теплопередачи при уносе тепла из подшипника за счет нагретого смазочного материала и воздуха; K_3 – коэффициента теплопередачи через корпус подшипника и теплоотдачи в окружающую среду.

После подстановки формул для вычисления коэффициентов теплопередачи [4] система дифференциальных уравнений примет следующий вид:

$$C_1 \frac{d\vartheta_1}{d\tau} = \Delta P_1 + \alpha_{21} A_1 (\vartheta_2 - \vartheta_1), \quad (4)$$

$$C_2 \frac{d\vartheta_2}{d\tau} = \Delta P_2 - (c_m G_m + c_v G_v) \cdot \vartheta_2 - \alpha_{21} A_1 (\vartheta_2 - \vartheta_1) - [\alpha_{23}^{вн} A_3^{вн} + \alpha_{23}^{нар} A_3^{нар}] (\vartheta_2 - \vartheta_3), \quad (5)$$

$$C_3 \frac{d\vartheta_3}{d\tau} = \Delta P_3 - k_3 \cdot A_{нов} \cdot \vartheta_3 + [\alpha_{23}^{вн} A_3^{вн} + \alpha_{23}^{нар} A_3^{нар}] (\vartheta_2 - \vartheta_3), \quad (6)$$

где c_m и c_v – удельные теплоёмкости смазочного материала и воздуха соответственно; G_m и G_v – массовые расходы смазочного материала и воздуха соответственно; A_1 – площадь боковой поверхности роликов; $A_3^{вн}$ и $A_3^{нар}$ – площади внутренней и внешней поверхностей ка-

чения роликов соответственно; $A_{пов}$ – площадь поверхности подшипникового узла; α_{21} – коэффициент теплоотдачи между роликами и смазочным материалом; $\alpha_{23}^{вн}$, $\alpha_{23}^{нар}$ – коэффициенты теплоотдачи от смазочного материала к внутренней и внешней обойме роликов соответственно; k_3 – удельный коэффициент теплопередачи через стенку в окружающую среду.

Компьютерная модель теплового состояния подшипникового узла

При разработке программного обеспечения использовался пакет прикладных программ для решения технических задач – MATLAB. Выбор данного средства для разработки обусловлен тем, что в него уже заложены все необходимые возможности для проведения ряда вычислений, необходимых при определении теплового состояния подшипникового узла, а также средства, значительно облегчающие построение графиков функций.

Программный продукт позволяет проводить тепловой расчет подшипникового узла с подшипником качения с заданными геометрическими характеристиками. Он позволяет вводить и редактировать исходные данные. Результаты расчета представляются в графическом виде зависимости: температур роликов подшипника, смазочного материала и элементов конструкции подшипникового узла от заданной функции нагружения подшипника; коэффициента теплоотдачи от масла к обоймам подшипника от скорости его вращения; динамической и кинематической вязкости используемого смазочного материала от температуры; момента сопротивления смазочного материала в подшипнике от скорости его вращения; полного момента сопротивления от времени.

На рис. 2 представлена главная форма приложения, на которой размещены четыре панели с полями для ввода теплофизических свойств и параметров подачи смазочного материала, характеристик подшипника качения, характеристик подшипникового узла, дополнительных исходных данных. Также на главной форме размещена панель с кнопками, предназначенными для построения графиков и кнопкой, при нажатии на которую, производится расчёт теплового состояния подшипникового узла с заданными параметрами.

Расчет теплового состояния узлов трения на станах холодной прокатки

Теплофиз. св-ва и параметры подачи смаз. мат-ла		Характеристики подшипника качения		Характеристики подшипникового узла	
Плотность при tм0:	900 кг/м³	Наружный диаметр п-ка:	310 мм	Высота:	462 мм
Темпер. попр. плотности:	0.633 кг/(м³·°C)	Внутренний диаметр п-ка:	200 мм	Ширина:	430 мм
Темпер. изв. плотности:	15.6 °C	Наружн. д-р обоймы роликов:	281 мм	Глубина:	176 мм
Эталонная дин. вязкости:	0.281 Па·с	Внутр. д-р обоймы роликов:	229 мм	Масса ПУ без п-ка:	148 кг
Козфф. для опр. вязкости:	2.93	Диаметр ролика:	26 мм	Козфф. теплоотдачи ч-з стенку в окр. среду:	50 Вт/(м²·°C)
Эталонная температура:	40 °C	Длина ролика:	32 мм	Макс. нагрузка на п-к:	500000 Н
Теплопроводность смазочного материала:	0.127 Вт/(м·°C)	Козфф. при расч. момента сопр. п-ка от смаз. мат-ла:	5	Мин. нагрузка на п-к:	10000 Н
Уд. теплоемкость смазочного материала:	2000 Дж/(кг·°C)	Приведенный коэфф. трения:	0.003	Время действ. макс. н-ки:	2 мин
Козфф. объемн. расшир.:	0.003663 1/°C	Число тел качения в ряду:	25 шт	Период цикла нагрузки:	10 мин
Период цикла подачи смазочного материала:	27 с	Количество рядов роликов:	2 шт	Дополнительные исходные данные	
Время подачи порции смазочного материала:	2.5 с	Максим. част. вращ. тянущих роликов:	1100 об/мин	Ускор. своб. падения:	9.81 м/с²
Масса порции смазочного материала:	4.04 г	Номин. част. вращ. тянущих роликов:	573 об/мин	Уд. теплоемкость возд.:	1005 Дж/(кг·°C)
Масса ост. смаз. материала в подш.:	100 г	Мин. част. вращ. тянущих роликов:	0 об/мин	Доля мощности сил тр. выдел. в смаз. мат-ле:	0.8
				Темпер. окр. среды:	26 °C
				Плотность стали:	7800 кг/м³
				Теплоемкость стали:	600 Дж/(кг·°C)
				Расход воздуха:	1.73 г/с

Панель управления

Расчитать

График зависимости температур: Построить

График зависимости коэфф. теплоотдачи: Построить

График зависимости вязкости смаз. мат-ла: Построить

График зависимости момента сопротивления СМ: Построить

График зависимости полного момента сопротивления: Построить

Рис. 2. Главное окно программы «Расчёт теплового состояния узлов трения на станах холодной прокатки»

После ввода пользователем входных данных и нажатия на кнопку «Расчёт» программа производит вычисления и активизирует кнопки для построения графиков.

Рассмотрим результаты моделирования теплового состояния подшипникового узла для смазочного материала *Mobilgear 600 XP320* и подшипника качения *SKF NNCF5040CV*, использующихся при эксплуатации стана 2000 холодной прокатки ОАО «ММК».

На рис. 3 изображён график зависимости коэффициента теплоотдачи от смазочного материала к разным телам подшипникового узла от скорости вращения подшипника. Из графика видно, что с ростом скорости вращения подшипника коэффициент теплоотдачи увеличивается.

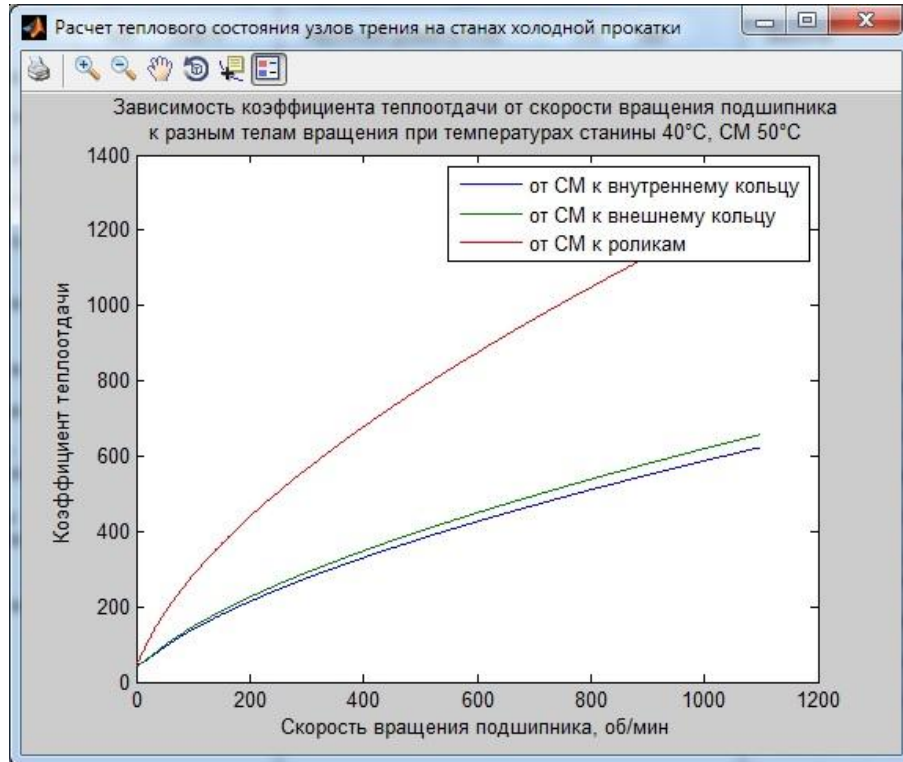


Рис. 3. График зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости вращения подшипника

Из графиков зависимостей динамической и кинематической вязкостей, представленных на рис. 4 следует, что с ростом температуры используемого при моделировании смазочного материала его вязкость снижается.

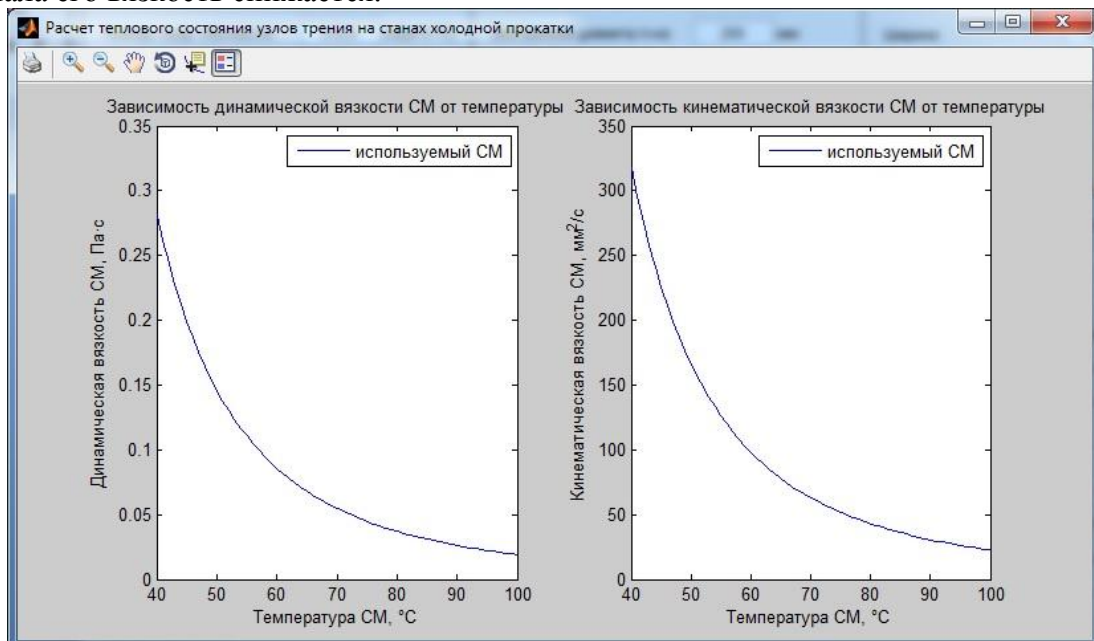


Рис. 4. График зависимости динамической и кинематической вязкости смазочного материала от температуры

Рассмотрим график зависимости момента сопротивления смазочного материала от скорости вращения подшипника при различных температурах смазочного материала, изображенный на рис. 5. Видно, что чем выше температура смазочного материала, тем меньше его момент сопротивления. Это объясняется снижением вязкости смазочного материала с ростом его температуры.

На рис. 6 представлен график зависимости полного момента сопротивления от времени. Циклический вид графика связан с тем, что при моделировании была использована периодическая функция нагружения. Это обусловлено тем, что при эксплуатации стана нагрузка не является постоянной.

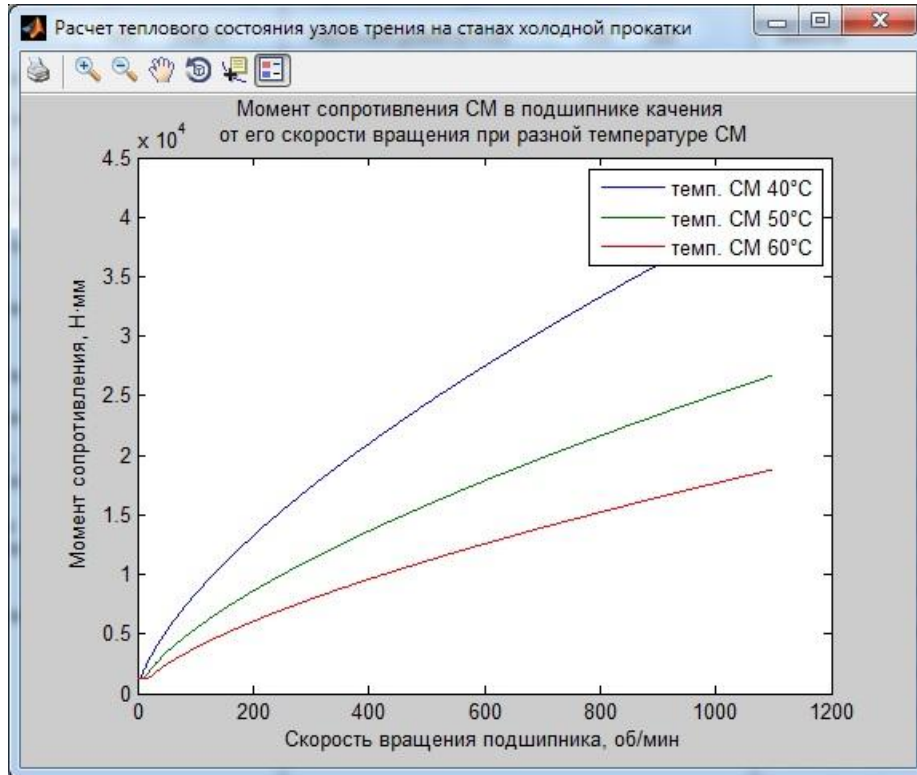


Рис. 5. График зависимости момента сопротивления смазочного материала в подшипнике от скорости его вращения

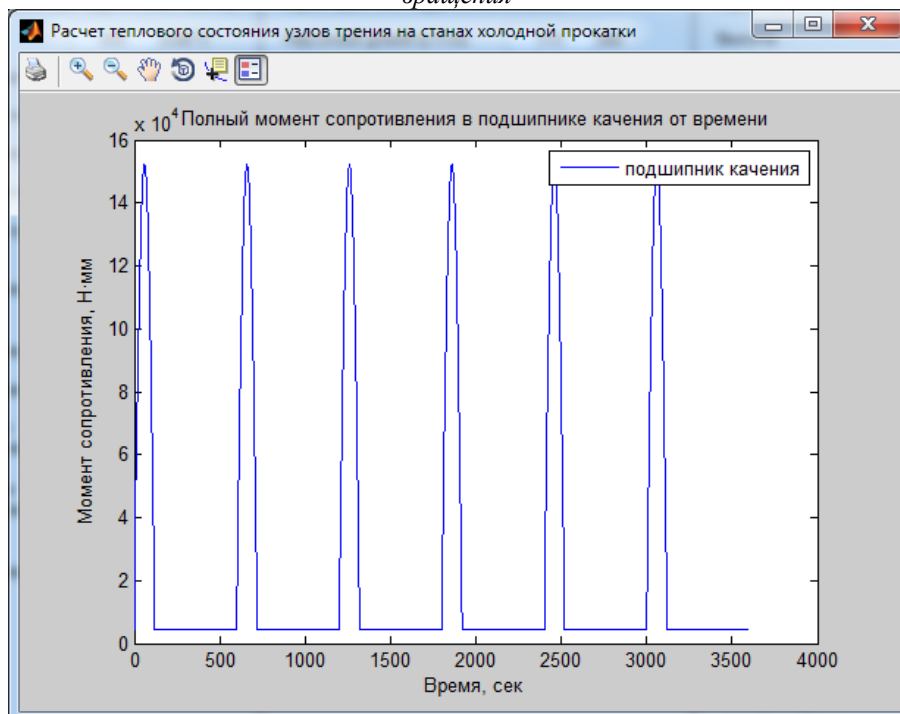


Рис. 6. График зависимости полного момента сопротивления от времени при периодической функции нагружения

Наиболее важным является график зависимости температур роликов, смазочного материала и элементов конструкции подшипникового узла, изображённый на рис. 7. На основании данного графика принимается решение об изменении параметров подачи смазочного материала.

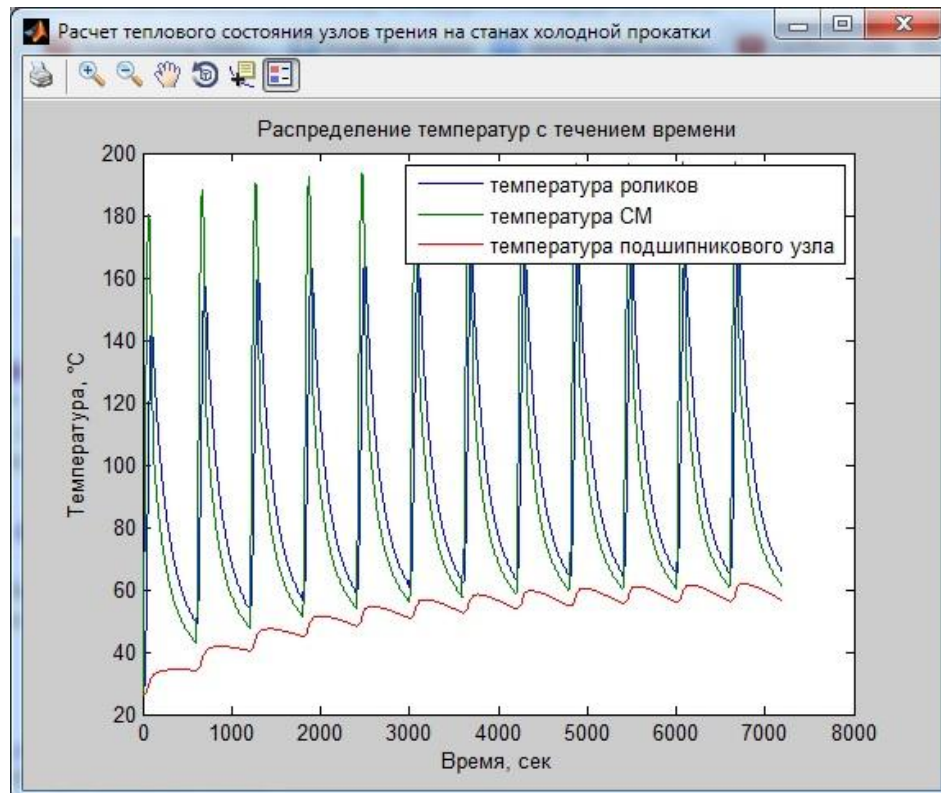


Рис. 7. График распределения температур от заданной функции нагружения с течением времени

Заключение

Таким образом, была рассмотрена проблема выхода из строя оборудования, связанная с низким ресурсом узлов трения подшипниковых опор на стане 2000 ХП ОАО «ММК». Было принято решение о разработке и внедрении компьютерной программы математического моделирования, позволяющей определять тепловое состояние узлов трения подшипниковых опор при различных режимах подачи смазочного материала. Разработанный программный продукт позволяет прогнозировать температуру основных элементов подшипникового узла. Программа может быть полезна при конструировании новых и совершенствовании уже существующих подшипниковых узлов при выборе наиболее рациональных режимов их тепловой работы при заданных условиях их нагружения и выборе смазочного материала. В основе компьютерной программы лежит система дифференциальных уравнений основанная на трёхмассовой модели нагрева подшипникового узла. Разработка программного продукта велась в пакете прикладных программ для решения технических задач – MATLAB.

Также было проведено моделирование теплового состояния подшипникового узла стана 2000 холодной прокатки ОАО «ММК» для подшипника качения *SKF NNCF5040CV* и смазочного материала *Mobilgear 600 XP320*. Представлены графики зависимостей: коэффициента теплоотдачи от смазочного материала к разным телам подшипникового узла от скорости вращения подшипника; динамической и кинематической вязкостей; момента сопротивления смазочного материала от скорости вращения подшипника при различных температурах смазочного материала; полного момента сопротивления от времени при периодической функции нагружения; температур роликов, смазочного материала и элементов конструкции подшипникового узла от времени при циклической функции нагружения.

Список используемых источников

1. Жиркин, Ю.В. Надежность, эксплуатация и ремонт и металлургических машин/ Ю.В. Жиркин: Учебник. – Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 330 с.

2. Жиркин, Ю.В. Повышении эффективности подачи смазочного материала в подшипники качения тянущих роликов стана 2000 х/п ОАО "ММК" / Ю.В. Жиркин, Е.И. Мироненков, Н.Л. Султанов [и др.] // Труды Межрегиональной 71-й научно-технической конференции. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2013 – С.157-159.
3. Востриков, А.В. К вопросу о математическом моделировании теплового состояния узла трения подшипника качения стана 2000 хп ОАО «ММК» / А.В. Востриков // Сборник научных трудов Sworld. – 2013. Т. 13. № 4. – С. 55-57.
4. Ячиков, И.М. Математическое моделирование теплового состояния подшипникового узла тянущих роликов стана 2000 ОАО «ММК» холодной прокатки / И.М. Ячиков, Ю.В. Жиркин, Е.И. Мироненков, Н.Л. Султанов // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2014. – № 1 (4). – С. 29-36.
5. Жиркин, Ю.В. Аналитически-экспериментальное определение температурного коэффициента режима эдг-смазки / Ю.В. Жиркин, Е.А. Пузик // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2013. – № 1 (41). – С. 73-75.
6. Платов, С.И. Повышение надежности и долговечности деталей и узлов металлургического оборудования / С.И. Платов, Л.Е. Кандауров, О.С. Железков, Д.В. Терентьев [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2009. – № 2. – С. 50-55.
7. Жиркин, Ю.В. Разработка параметров механической модели для измерения момента сопротивления в подшипниках качения с использованием теории подобия / Ю.В. Жиркин, Е.И. Мироненков, Н.Ш. Тютяков [и др.] // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2012. – № 1. – С. 39-44.
8. Дьяченко, В.Ф. Повышение ресурса подшипниковых узлов рабочих валков стана 2000 горячей прокатки ОАО «ММК» / В.Ф. Дьяченко, Ю.В. Жиркин, С.И. Платов [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2007. – № 2. – С. 59-61.
9. Кадошников, В.И. Анализ современных методов технического обслуживания металлургического оборудования / В.И. Кадошников, С.В. Куликов, Е.В. Куликова [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2009. – № 3. – С. 61-65.
10. Платов, С.И. Исследование и разработка режимов смазывания подшипниковых узлов рабочих валков стана 2000 горячей прокатки / С.И. Платов, Д.В. Терентьев, Ю.В. Жиркин, [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2012. – № 2. – С. 98-100.
11. Юрченко, Г.Н. Совершенствование режимов смазывания подшипников рабочих валков прокатных станов при использовании системы "масло-воздух" / Г.Н. Юрченко, С.И. Платов, О.С. Железков [и др.] // Производство проката. – 2007. – № 6. – С. 40-42.
12. Белевский, Л.С. Пути повышения служебных свойств валков станов холодной прокатки / Л.С. Белевский, Р.Р. Исмагилов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2012. – № 1. – С. 56-61.
13. Дудоров, Е.А. Повышение герметизации подшипниковых узлов рабочих валков клетки «КВАРТО» / Е.А. Дудоров, Ю.В. Жиркин, П.Р. Паршин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2009. № 3. – С. 58-61.
14. Логунова О.С. Структуризация лексикографической информации при разработке программного обеспечения / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2014. – №1. – С. 87-91.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Ячиков И.М.*

Востриков А.В. Математическая и компьютерная модель теплового состояния узлов трения на станах холодной прокатки // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 25-31.

УДК 004.414.2: 336.7

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЙ ТЕРМИНАЛОВ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ

Воробьев А.В.

Аннотация. В статье рассмотрена модель системы мониторинга состояний банковского терминала, где предложен и разработан системный модуль для отслеживания состояний терминала. Данная модель разработана с целью повышения эффективности работы банковского терминала и минимизации расходов на их обслуживание, что является актуальным в связи с расширением рынка банковских услуг в настоящее время.

Ключевые слова: банковский терминал, веб-мониторинг, информационные технологии, модель, теоретико-множественный анализ, исследование.

THE SET-THEORETIC ANALYSIS RESULTS OF MONITORING STATES BANKING SYSTEM TERMINALS

Vorobyev A.V.

Abstract. The article describes the model of the system for monitoring the status of bank terminal, where proposed and developed a system for tracking module terminal states. This model is designed to improve the efficiency of the banking terminal and minimize the cost of their service, which is relevant in connection with the expansion of the banking market at the moment.

Keywords: banking terminal, web-monitoring, information technology, the model set-theoretic analysis, the study.

Актуальность работы

В связи с расширением рынка банковских услуг появилась потребность в создании автоматизированных банковских систем, заметно упрощающих оплату кредитов, коммунальных услуг, штрафов и погашении займов, без помощи третьих лиц. Одной из таких систем является банковский терминал.

Как и любая другая автоматизированная машина, терминал не застрахован от сбоев, неполадок, ошибок в программном обеспечении и других проблем. Для того чтобы повысить эффективность работы терминала, т.е. следить за терминалом, правильно оценить его работу, определить нужное количество расходных материалов, а также результаты работы обслуживающего его персонала, появилась потребность в его мониторинге. Каждый банковский терминал снабжен собственными индикаторами состояний. Наблюдая за которыми, клиент может всегда быть уверен в правильной работе терминала, его приложений и вспомогательных устройств.

Вследствие этого, была поставлена цель, разработать веб-мониторинг банковских терминалов, для удобства отслеживания их клиентом, последующих прогнозов эффективности работы и минимизации расходов на их обслуживание. С помощью веб-мониторинга, клиент может не только следить, но и взаимодействовать с терминалом по средствам определенных команд, передаваемых через хост. Работа с терминалом происходит по средствам запроса команд и событий, периодически. Все взаимодействие происходит по шифрованным каналам данных, поэтому клиент может быть спокоен за безопасность и целостность данных терминала.

Объектом данного исследования является информационное и программное обеспечение автоматизированных банковских систем. Предметом исследования является процесс работы терминала банковской системы.

Цель работы: повышение эффективности работы банковского терминала на основе статистического анализа результатов его работы путем учета и прогнозирования расходных материалов, выявления и устранения ошибок в программном обеспечении, своевременного выявления заклинивших и оставленных в терминале карт, фиксированного наблюдения за обслуживающим его персоналом.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи: изучить процесс работы терминала; определить требования, которые предъявляются к работе терминала; спроектировать программный модуль, позволяющий выполнить мониторинг банковских терминалов в реальном времени; внедрить программный модуль; провести тестирование терминала в разных состояниях; получить и проанализировать результаты работы терминала, и на основе данных сформировать журнал состояний.

Результаты теоретико-множественного анализа

В ходе теоретического анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними. Результаты построенной модели приведены на рис. 1.

Основными объектами множественной модели системы оценивания аттестационных работ являются:

- 1) информационное обеспечение (A_1) – состояние терминала в данный момент времени, состояние устройств терминала, состояние сенсоров терминала;
- 2) математическое обеспечение (A_2) – метод агрегации исходных показателей состояния в индикатор состояния;

3) программное обеспечение (A_3) – общесистемное программное обеспечение и прикладное программное обеспечение.

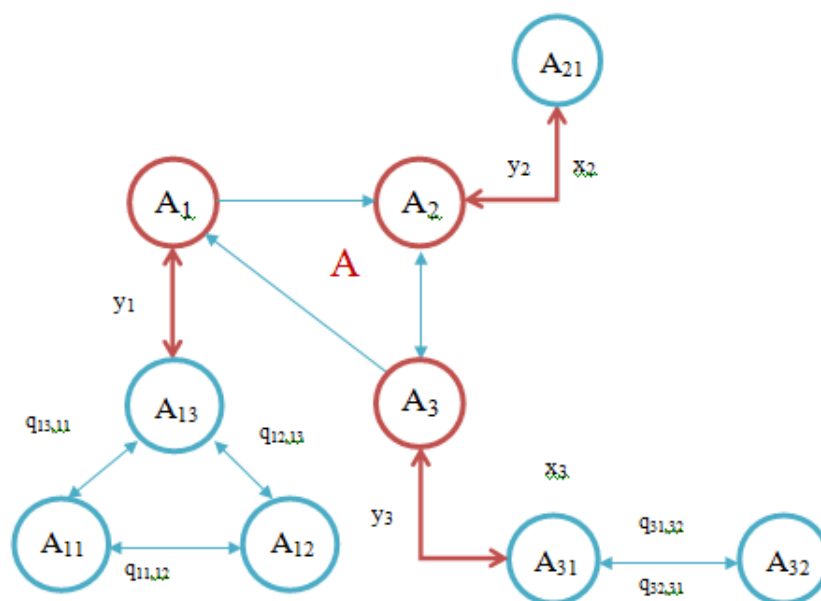


Рис. 1. Множественная модель мониторинга банковских терминалов

Основные объекты процесса работы банковского терминала представлены в табл. 1.

Таблица 1

Описание объектов множественной модели процесса работы банковского терминала

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
A_1	A_{11}	Состояние терминала в данный момент времени	
	A_{12}	Состояние устройств терминала	
	A_{13}	Состояние сенсоров терминала	
A_2	A_{21}	Метод агрегации исходных показателей состояния в индикатор состояния	
A_3	A_{31}	Общесистемное программное обеспечение	
	A_{32}	Прикладное программное обеспечение	

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

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами процесса работы банковского терминала

Обозначение	Содержание
$q_{11,12}, q_{11,12}, q_{11,12}$	Взаимодействие состояний банковского терминала
$q_{31,32}$	Взаимодействие общесистемного и прикладного программного обеспечения

В табл. 3 описаны основные свойства элементов множественной модели процесса работы подшипникового узла.

Описание свойств объектов

Объект	Свойство	Описание свойства
A ₁₁	Z ₁₁	Z ₁₂₁ =«Общее состояние терминала» Z ₁₂₃ =«Активность терминала»
A ₁₂	Z ₁₂	Z ₁₂₂ =«Состояние приложений в терминалах» Z ₁₂₆ =«Состояние расходных материалов»
A ₁₃	Z ₁₃	Z ₁₂₇ =«Вспомогательные устройства» Z ₁₂₄ =«Функция приема наличных» Z ₁₂₅ =«Функция выдачи наличных»
A ₂₁	Z ₂₁	Z ₂₁₁ =«Определение класса терминала» Z ₂₁₂ =«Определение вида индикатора» Z ₂₁₃ =«Настройки расчета»
A ₃₁	Z ₃₁	Z ₃₁₁ =«Веб-проводник»
A ₃₂	Z ₃₂	Z ₃₃₁ =«Transaxis-проводник»

Для основного объекта А определены входы $X=\{x_2, x_3\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$, x_2 – исходные показатели терминала; x_3 – команды терминала; y_1 – исходные показатели терминала; y_2 – индикаторы состояния терминала; y_3 – индикаторы состояния терминала, устройств, приложений.

Таким образом, на вход множества А₂ подаются исходные показатели терминала. После их обработки, они преобразуются в индикаторы, которые отображаются в множестве А₃. Множество А₃ может обращаться к множеству А₂ по средствам команд, для запроса состояний терминала и вспомогательных устройств в текущий момент времени.

Выводы

Таким образом, результаты исследования помогут разработать веб-мониторинг банковских терминалов, для отслеживания их клиентом, последующих прогнозов эффективности работы и минимизации расходов на их обслуживание. С помощью веб-мониторинга, клиент может не только следить, но и взаимодействовать с терминалом по средствам определенных команд, передаваемых через хост. Все взаимодействие происходит по шифрованным каналам данных, поэтому клиент может быть спокоен за безопасность и целостность данных терминала.

Список используемых источников

1. Логунова, О.С. Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – № 2. – С. 281-291.
2. Гладышева, М.М. Формирование исследовательских умений будущих инженеров-программистов в процессе их профессиональной подготовки: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. пед. наук (13.01.08) / Магнитогорский государственный университет. – Магнитогорск, 2008. – 22 с.
3. Гладышева, М.М. Использование информационных технологий при управлении персоналом / М.М. Гладышева, В.Д. Тутарова, Н.М. Шилова // В мире научных открытий. – 2011. – Т.15. – №3.1. – С.547-554.
4. Девятков, Д.Х. Исследовательская работа будущих инженеров-программистов в процессе их профессиональной подготовки: уч. пособие / Д.Х. Девятков, М.М. Гладышева. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. – 121 с.
5. Девятков, Д.Х. Исследовательская работа будущих инженеров-программистов в процессе их профессиональной подготовки: уч. пособие / Д.Х. Девятков, М.М. Гладышева. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 130 с.
6. Капцан, А. Compass-plus. Спецификация мониторинга терминалов / А. Капцан, А. Яничкин. – Магнитогорск, 2013. – 26 с.
7. Гладышева, М.М. Использование компьютерной графики для обработки самоцветных камней / М.М. Гладышева, Ю.Н. Кондрашова, О.А. Малакичева // Технические науки – от теории к практике. – 2014. – №33. – С.34-40.
8. Гладышева, М.М. Модернизация автоматизированной системы учета и управления внеучебной деятельностью студентов института энергетики и автоматизированных систем / М.М. Гладышева, О.А. Малакичева // Инновации в науке. – 2013. – № 27. – С. 47-53.

Руководитель работы к.п.н.

Гладышева М.М.

Воробьев А.В. Теоретико-множественный анализ результатов мониторинга состояний терминалов банковской системы // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 31-34.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И МОЩНОСТИ

Лакиенко С.В.

Аннотация. Предоставлена модель частотно-регулируемого электропривода в пакете *Sim Power Systems*. С помощью модели произведен сравнительный анализ влияния частотно-регулируемых электроприводов и электроприводов постоянного тока на гармонический состав напряжения питающей сети.

Ключевые слова: электропривод, преобразователь частоты, тиристорный преобразователь, гармонический состав.

STUDY OF NON-SINUSOIDAL VOLTAGE IN THE CONVERTER OF VARIOUS CAPACITIES

Lakienko S.V.

Abstract. Provided a model variable frequency drive package *Sim Power Systems*. The model produced a comparative analysis of the influence of variable frequency drives and DC drives on the harmonic structure of the supply voltage.

Keywords: electric, inverter, thyristor converter, harmonic composition.

Актуальность работы

Вентильные преобразователи широко применяются для преобразования электрической энергии, вырабатываемой и передаваемой в виде переменного напряжения стандартной частоты в электрическую энергию другого вида – в постоянный ток или переменный ток с нестандартной или изменяемой частотой. Мощные вентильные преобразователи составляют основную часть регулируемых электроприводов листовых прокатных станов, электротермических и электротехнологических установок, а их работа часто осуществляется в режиме глубокого регулирования с резкопеременной нагрузкой.

С ростом использования во многих областях промышленности вентильных преобразователей не перестает быть актуальной проблема электромагнитной совместимости (ЭМС), требующая первоочередного решения.

Основные проблемы и решения

Вентильные преобразователи состоят из нелинейных элементов: тиристоров, диодов и транзисторов (рис.1). Поэтому они, как электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками, потребляют из сети несинусоидальные токи (рис. 2) при подведении к их зажимам синусоидального напряжения.

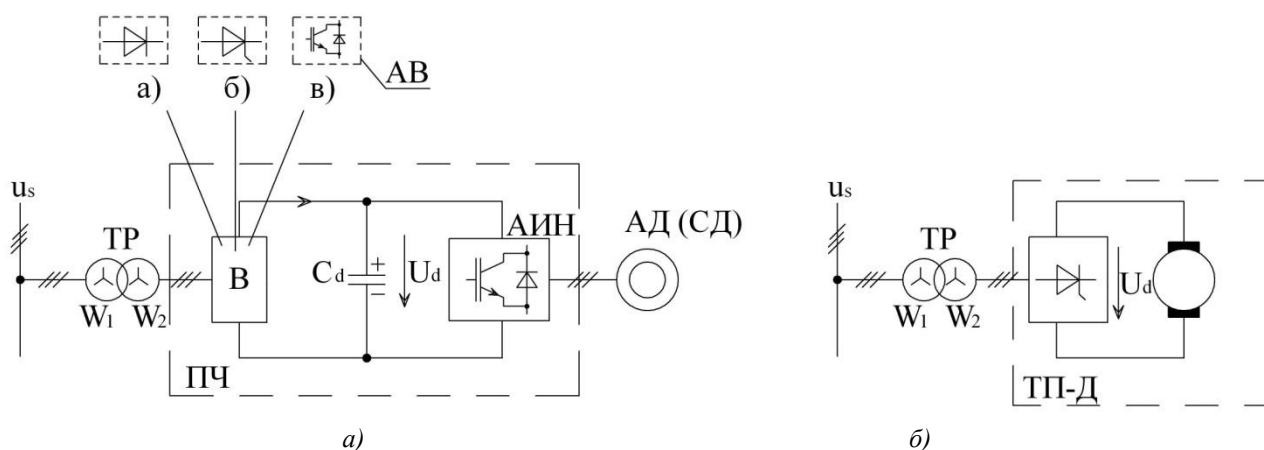


Рис.1. Схема подключения преобразователя переменного тока (а) и постоянного тока (б)

Токи высших гармоник, проходя по элементам сети, создают падения напряжения в сопротивлениях этих элементов и, накладываясь на основную синусоиду напряжения, приводят к искажениям формы кривой напряжения в узлах электрической сети [5-8]. Искажения кривой напряжения в электрических сетях приводят к следующим отрицательным последствиям:

– появляются добавочные потери мощности в питающих линиях, трансформаторах, батареях конденсаторов и т.д.;

- происходит ускорение старения изоляции электрических машин, аппаратов и кабелей, что приводит к уменьшению надежности и срока службы электрооборудования;
- ухудшается точность электрических измерений;
- появляются нарушения в работе автоматики, телемеханики и релейной защиты;
- ограничивается, а в ряде случаев становится невозможным применение батарей конденсаторов из-за возникновения резонансных явлений и перегрузки их токами высших гармоник.

Современные преобразователи частоты (ПЧ) для регулируемого электропривода переменного тока строят, в основном, по схеме: выпрямитель (В) – автономный инвертор напряжения (АИН) на IGBT-модулях [15]. Схема выпрямителя в составе ПЧ в зависимости от элементной базы может иметь один из трех вариантов: а) на диодах; б) на тиристорах; в) на транзисторах – активный выпрямитель (АВ) (рис.1, а).

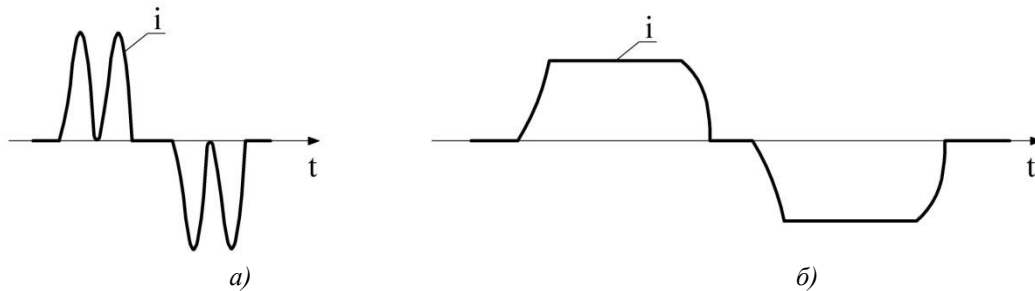


Рис.2. Ток, потребляемый из сети преобразователем переменного тока (а) и постоянного тока (б)

В связи с вышеперечисленными факторами, в данной статье проанализировано изменение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения (K_u) при работе преобразователей частоты (ПЧ) средней мощности с диодным выпрямителем от параметров сети, а также предложен выбор средств минимизации уровней высших гармоник (ВГ).

$$K_u = \left(\frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{v_{\max}} U_{S(v)}^2}}{U_{S(1)}} \right) \cdot 100\%,$$

где $U_{S(1)}$ и $U_{S(v)}$ – соответственно действующие значения основной и v -й гармоник напряжения; $v_{\max}$ – наивысший порядок учитываемых гармоник.

В англоязычной транскрипции этот показатель носит название *THD* (*total harmonic distortion* – суммарные гармонические искажения) – коэффициент, который определяет вес высших гармоник переменного напряжения по отношению к основной гармонике.

Качество электроэнергии регламентирует ГОСТ 13109-97 [1] и ГОСТ Р 54149-2010 [2]. В соответствии с ГОСТ 13109-97, а также международными европейскими стандартами (*EN 50160* и *EN 61000-2-2*) коэффициенты отдельных гармоник и интегральный коэффициент искажения синусоидальности определяются в основном каноническими гармониками до 40-й включительно, т.е. обусловленными влиянием выпрямителя. Спектр гармоник, вызванных функционированием АВ, смещен в высокочастотную область и является предметом отдельного исследования [3].

На рис. 3 показана эквивалентная схема системы «питающая сеть – преобразователь частоты – асинхронный двигатель». Здесь сеть представлена трехфазной системой синусоидальных ЭДС с сопротивлением X_s . Согласующий трансформатор имеет сопротивление X_n , определяемое из опыта короткого замыкания. Мощность нагрузки со стороны переменного тока ПЧ учитывается сопротивлением R_n . Модель рассматриваемой сети реализована в среде *MATLAB* с пакетом расширения *Simulink*. Для решения дифференциальных уравнений модели выбран многошаговый метод *Runge-Kutta*. Относительная погрешность интегрирования задана величиной 10^{-6} .

Параметры Matlab-модели

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
Питающая сеть		
Амплитуда выходной ЭДС источника	e_{SA}, e_{SB}, e_{SC}	8165 V
Сетевая частота	f_0	50Hz
Индуктивность фазы источника при $S_{кз}=100$ МВА	X_S	$3,18 \cdot 10^{-3}$ мН
Трансформатор (TR)		
Номинальная полная мощность	$S_{ном.тр}$	1 MVA
Номинальная частота	$f_{ном}$	50Hz
Действующее значение напряжения первичной обмотки	U_{1mp}	10000V
Активное сопротивление первичной обмотки	R_{1*}	0,00106
Индуктивность рассеяния первичной обмотки	L_{1*}	0,00538
Действующее значение напряжения вторичной обмотки	U_{2mp}	400V
Активное сопротивление вторичной обмотки	R_{2*}	0,00106
Индуктивность рассеяния вторичной обмотки	L_{1*}	0,00538
Активное сопротивление цепи намагничивания	$R_{п*}$	625
Индуктивность цепи намагничивания	$L_{п*}$	625
Сопротивление, полученное из опыта короткого замыкания	$X_{п}$	0,001Ω
Схема соединения первичной обмотки		Y
Схема соединения вторичной обмотки		Y
Выпрямитель. Параметры диодов (D1...D6)		
Сопротивление снаббера диода	R_{SD}	100Ω
Емкость снаббера диода	C_{SD}	0,5μF
Динамическое сопротивление прямой ветви ВАХ диода	R_{onD}	0,28mΩ
Пороговое напряжение диода	U_f	1 V
Инвертор		
Напряжение инвертора	U_H	$0,220 \cdot 2,34 = 0,514$ kV
Эквивалентное входное сопротивление инвертора (при $f_{пч}=f_{пч.ном}$, $P_H=1$ МВт)	$R_H = \frac{U_H^2}{P_H}$	$\frac{0,514^2}{1 \cdot 10^6} = 0,264$ Ω
Звено постоянного тока		
Емкость в цепи звена постоянного тока	C_d	28,7μF

В модели не предусматривалось наличие сетевых дросселей и дросселя контура выпрямленного тока, т.к. они, в большинстве случаев, являются дополнительными устройствами и не входят в основной комплект поставки заводами-изготовителями ПЧ. Кроме того, использование встроенных дросселей не всегда оправданно и не является достаточным условием для соблюдения директив ЭМС. Связано это с тем, что структура и параметры источников электроснабжения могут меняться с течением времени. При определенных сочетаниях параметров системы электроснабжения (СЭС) и вентильной нагрузки, за счет действия резонансных явлений, возможно искажение синусоидальности формы тока и напряжения.

В качестве примера работы модели на рис. 4 представлены кривые входных напряжения и тока системы ПЧ-АД, измеренные в точке А. В таблице приведены параметры элементов данной модели, а также приведены необходимые расчеты. Осциллограммы тока и напряжения соответствуют приведенным в [4], где сетевой ток имеет форму сдвоенных им-

пульсов и значительно отличается от синусоиды, следовательно, динамику процесса модель воспроизводит адекватно.

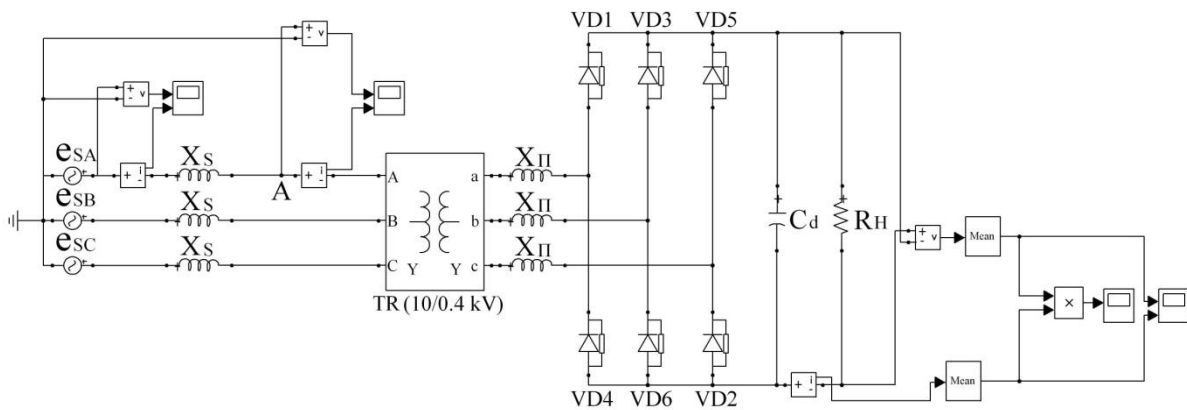


Рис.3. Эквивалентная схема системы «питающая сеть – преобразователь частоты – асинхронный двигатель», реализованная в среде MATLAB

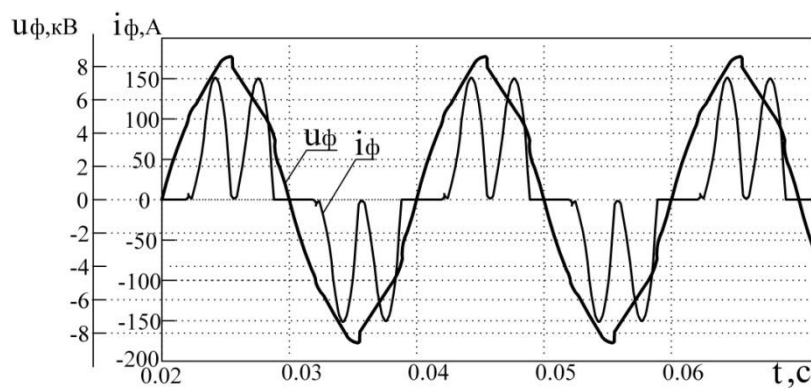


Рис.4. Осциллограмма тока и напряжения

На рис. 5 представлены зависимости $THD_U, \% = f(S_{ПЧ})$ и $THD_U, \% = f(S_{ТП})$ для двух типов вентиляльной нагрузки: диодного выпрямителя в системе ПЧ-АД и тиристорного преобразователя постоянного тока в системе ТП-Д (при угле сдвига первой гармоники, равном 90°). В расчетах принимались два значения мощности короткого замыкания ($S_{кз}$) $S_{кз}=100$ МВА и $S_{кз}=500$ МВА. Как показывают результаты моделирования, система ТП-Д оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на сеть, по сравнению с ПЧ-АД переменного тока, при одной и той же мощности короткого замыкания.

Изменение емкости в цепи звена постоянного тока C_d незначительно влияет на коэффициент искажения (рис. 6).

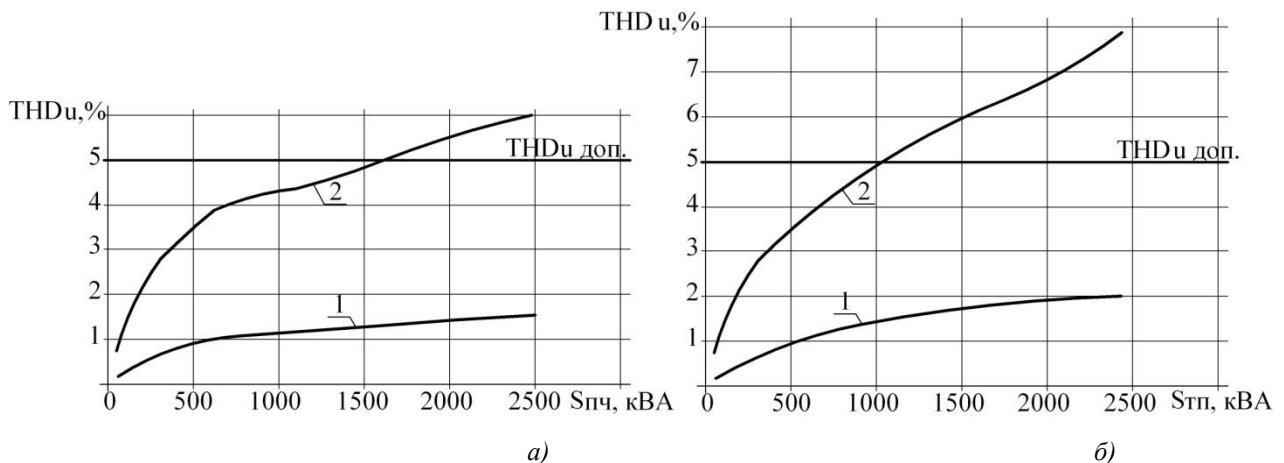


Рис. 5. Зависимость коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения от мощности ПЧ-АД (а) и мощности ТП-Д (б) при $S_{кз}=500$ МВА (1) и $S_{кз}=100$ МВА (2)

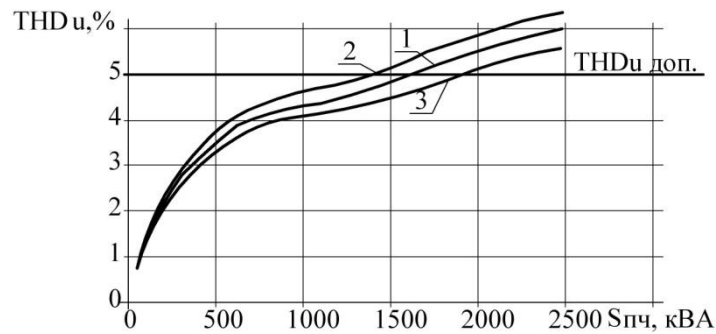


Рис. 6. Зависимость коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения от мощности ПЧ-АД при $S_{кз}=100$ МВА и значениях емкости в цепи звена постоянного тока: $1C_d$ (1); $0,7C_d$ (2); $1,3C_d$ (3)

Снижение уровней высших гармоник в электрических сетях является основной задачей улучшения качества электроэнергии.

Выбор мощности конденсаторов в составе фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ) и место их подключения (на высокой или низкой стороне преобразовательного трансформатора) являются важным элементом исследования.

Для шестипульсной схемы выпрямления установка двух фильтров 5-ой и 7-ой гармоник, как правило, бывает достаточной для того, чтобы обеспечить $THD_u < 5\%$ (для сетей 6-20 кВ).

Исследование по улучшению качества электроэнергии проводилось для сети со следующими параметрами: $S_{кз}=100$ МВА, $S_{пч}=2,4$ МВА, $THD_u=6\%$. Применение фильтра 5-ой гармоники, мощностью 600 кВар позволило снизить THD_u до допустимого уровня. Схема исследуемой сети с вариантами установки ФКУ показана на рис. 7. Проанализировано, что ФКУ одной и той же мощности целесообразно устанавливать на низком напряжении питающей сети [5]. На рис. 8-10 представлены осциллограммы фазных токов и линейных напряжений, измеренных на стороне 10 кВ питающей сети, а также значения THD_u и THD_i до и после установки ФКУ.

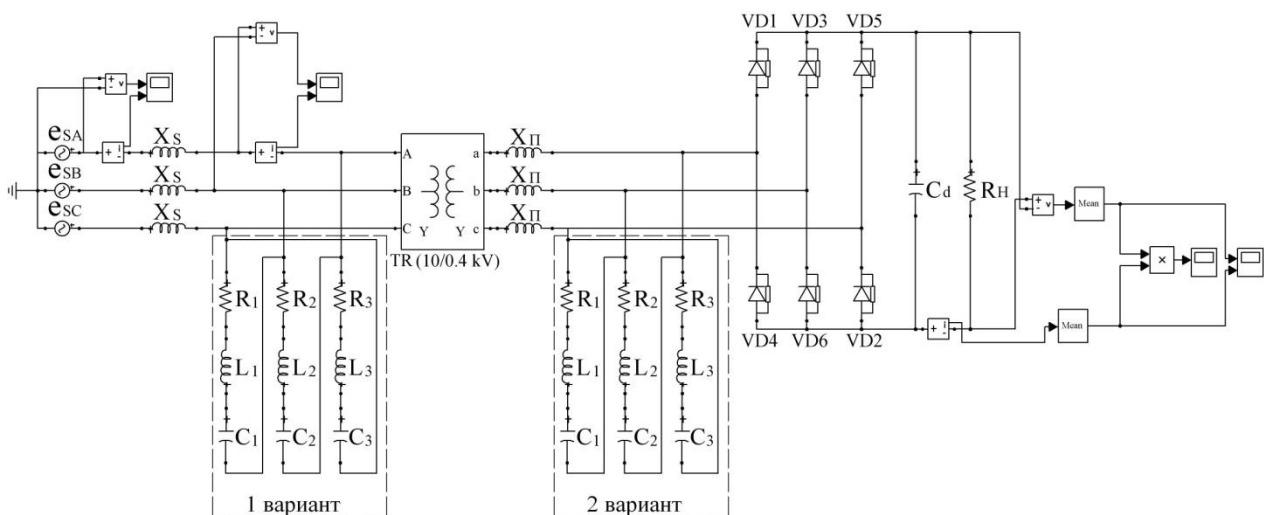


Рис.7. Эквивалентная схема системы «питающая сеть с ФКУ – преобразователь частоты – асинхронный двигатель», реализованная в среде MATLAB

Для правильной настройки силовых резонансных фильтров на заданные частоты необходимо обладать информацией о гармоническом составе тока, об уровнях основных гармоник тока и т.д. [5-7].

Проанализировано, что условие $2,6 < \mu < 3,4$ позволяет выполнить наилучшую отстройку ФКУ от резонансов токов ВГ (рис.11).

$$\mu = \sqrt{\frac{X_{кб}}{X_p + X_m + X_s}},$$

где $X_{кб}$, X_m , X_s , X_p – сопротивления конденсатора, согласующего трансформатора, сети и реактора на фазу.

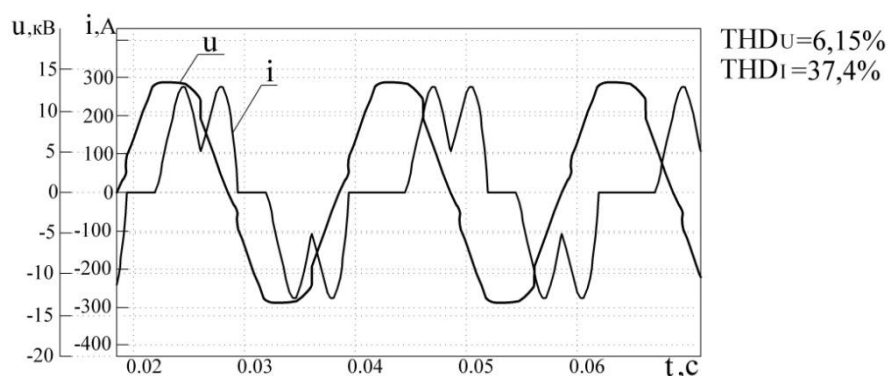


Рис.8. Осциллограмма тока и напряжения до установки ФКУ

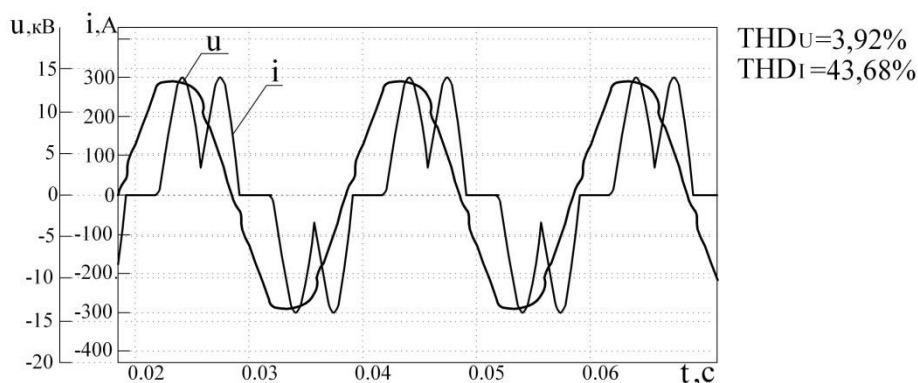


Рис.9. Осциллограмма тока и напряжения при установке ФКУ на стороне 10 кВ

При выборе фильтрокомпенсирующих устройств необходимо учесть коэффициенты:

– коэффициент перегрузки по напряжению

$$K_{nu} = \left(\frac{\sqrt{\sum_{v=1}^{vmax} U_{S(v)}^2}}{U_{S(1)}} \right) \cdot 100\%;$$

– коэффициент перегрузки по току

$$K_{ni} = \left(\frac{\sqrt{\sum_{v=1}^{vmax} I_{S(v)}^2}}{I_{S(1)}} \right) \cdot 100\%,$$

где $I_{S(1)}$ и $I_{S(v)}$ – соответственно действующие значения основной и v -й гармоник тока.

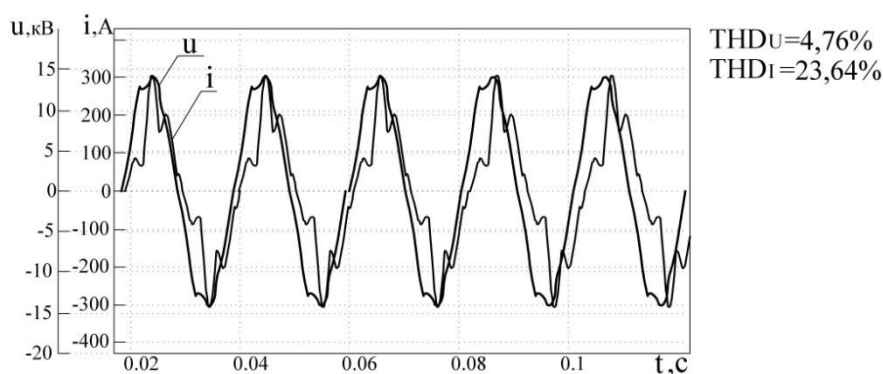


Рис.10 Осциллограмма тока и напряжения при установке ФКУ на стороне 0,4 кВ

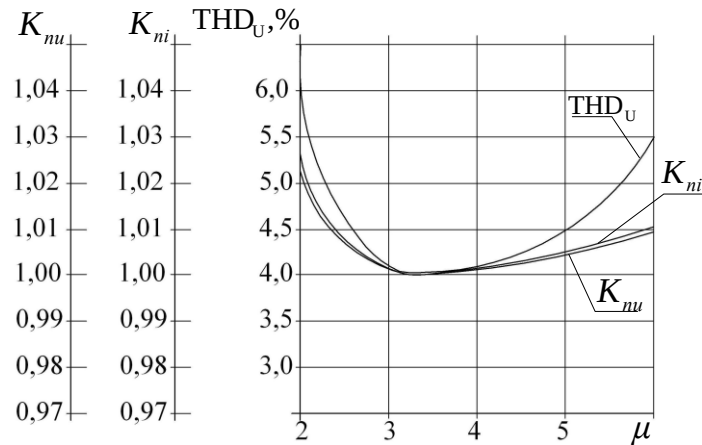


Рис. 11 Зависимость коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения, коэффициента перегрузки по току, коэффициента перегрузки по напряжению от коэффициента настройки фильтра

Выводы по работе

1. Разработанная модель качественно достаточно хорошо отражает форму тока и уровень высших гармоник комплектных трехфазных преобразователей частоты.
2. Мощность короткого замыкания и параметры преобразовательного трансформатора определяют коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения. Получены зависимости коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения от мощности нагрузки для двух типов вентильных преобразователей.
3. Показана эффективность использование фильтрокомпенсирующего устройства, включенного на низкой стороне преобразовательного трансформатора. Определены диапазоны настройки фильтра для улучшения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения.
4. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем электроснабжения с вентильной нагрузкой.

Список используемых источников

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – Взамен ГОСТ 13109-87; введ. 1999-01-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, сор. 1998. – 32 с.
2. ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – Введ. 2010-12-21. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.
3. Храмшин, Т.Р. Исследование воздействия активных выпрямителей большой мощности на питающую сеть / Т.Р. Храмшин, Г.П. Корнилов, А.А. Николаев и др. // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2013. – № 1. – С. 80 – 83.
4. Chang G.W. An analytical approach for characterizing harmonic and interharmonic currents generated by VSI-fed adjustable speed drives/ Chang G.W., Chen Shin-Kuan // IEEE Transactions On Power Delivery. – October, 2005. – Vol.20, No. 4. – P.2585 – 2593.
5. Федоров, А.А. О применении компенсирующих устройств в системах электроснабжения с мощными нелинейными нагрузками / А.А. Федоров, Г.П. Корнилов // Электричество, 1980. – №7 – С.64-67.
6. Федоров, А.А. Повышение технико-экономических показателей вентильных преобразователей постоянного тока / А.А. Федоров, Г.П. Корнилов // Промышленная энергетика, 1977. – №11 – С.46-48.
7. Корнилов, Г.П. Исследование автоматизированного электропривода постоянного тока с компенсированным преобразователем / Г.П. Корнилов, А.С. Карандаев, Г.В. Шурыгина // Электротехника, 1985. – №12 – С.32-35.
8. Жежеленко, И.В. Высшие гармоники в системах промышленного электроснабжения промпредприятий; 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 2000. 331 с., ил.
9. Джуджи, Л. Силовые полупроводниковые преобразователи частоты: Теория, характеристики, применение [Текст] : [пер. с англ.] / Л. Джуджи, Б. Пелли. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 400 с.
10. Федоров, А.А. О качестве электроэнергии и ее эффективном использовании / А.А. Федоров, Г.П. Корнилов // Промышленная энергетика, 1978. – №11 – С.27-29.

11. Корнилов, Г.П. Качество электроэнергии в системах электроснабжения с мощными вентильными преобразователями / Г.П. Корнилов, А.И. Сорокин // Промышленная энергетика, 1983. – №9 – С.30-32.
12. Корнилов, Г.П. Система управления быстродействующим тиристорным ключом для регулирования мощности конденсаторных батарей / Г.П. Корнилов, Е.А. Пережигин, Г.В. Шурыгина // Промышленная энергетика, 1985. – №1 – С.52-54.
13. Корнилов, Г.П. Исследование автоматизированного электропривода постоянного тока с компенсированным преобразователем / Г.П. Корнилов, А.С. Карандаев, Г.В. Шурыгина // Электротехника, 1985. – №12 – С.32-35.
14. Корнилов, Г.П. Динамика изменения реактивной мощности вентильных преобразователей постоянного тока / Г.П. Корнилов, Г.В. Шурыгина // Промышленная энергетика, 1986. – №7 – С.46-49.
15. Храмшин, Т.Р. Оценка методов широтно-импульсной модуляции напряжения активных выпрямителей прокатных станков / Т.Р. Храмшин, Д.С. Крубцов, Г.П. Корнилов // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал, 2013. – №2 – С.48-52.
16. Корнилов, Г.П. Современные способы компенсации реактивной мощности крупных металлургических приводов / Г.П. Корнилов, Т.Р. Храмшин, А.Н. Шеметов и др. // Известия высших учебных заведений, Электромеханика, 2009. – №1 – С.28-31.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Корнилов Г.П.*

Лакиенко С.В. Исследование несинусоидальности напряжения при работе вентильных преобразователей различных типов и мощности // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 35-42.

УДК 622 – 1:[658. 512. 2:331.101.1]

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАНЖИРОВАНИИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ, ИМЕЮЩИХ ОЦЕНКИ ПО НЕСКОЛЬКИМ КРИТЕРИЯМ

Махмудова С.Н., Шабанов А.А.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований в определении значимости эргономических показателей карьерных экскаваторов и определены их численные значения. Проведено ранжирование представленных моделей экскаваторов по критерию эргономичности.

Ключевые слова: задача принятия решений, горная машина, эргономические показатели, парные сравнения, приоритет.

IMPLEMENTATION OF DECISION MAKING PROBLEMS IN THE RANKING OF MINING EXCAVATORS WITH ESTIMATES BASED ON SEVERAL CRITERIA

Makhmudova S.N., Shabanov A.A.

Abstract. The article presents the results of research in determining the significance of ergonomics mining shovels and identified by their numerical values. A ranking of the models of excavators on the criterion of ergonomics.

Keywords: decision-making problem, mining machine, ergonomics, paired comparisons, the priority.

Введение

Задача принятия решений (ЗПР) – одна из самых распространенных в любой предметной области. Ее решение сводится к выбору одной или нескольких лучших альтернатив из некоторого набора. Для того чтобы сделать такой выбор, необходимо четко определить цель и критерии (показатели качества), по которым будет проводиться оценка некоторого набора альтернативных вариантов. Выбор метода решения такой задачи зависит от количества и качества доступной информации [1-4].

В своем развитии теория принятия решений прошла через три стадии.

На первой стадии развивался дескриптивный подход к принятию решений. Здесь усилия ученых были направлены на описание процесса выбора решений человеком в целях определения рационального зерна, характерного для всякого разумного выбора. В результате проведенных исследований оказалось, что большинство людей действуют интуитивно, проявляя при этом непоследовательность и противоречивость в своих суждениях. Положительным аспектом исследований в области дескриптивного подхода явилось то, что удалось дать достаточно четкий ответ на вопрос, что может и чего не может человек, решая задачу выбора [5].

На второй стадии исследователи разрабатывали *нормативный подход* к принятию решений. Однако и здесь их постигла неудача, поскольку идеализированные теории, расчи-

танные на сверх рационального человека с мощным интеллектом, не нашли практического применения.

На третьей стадии был развит *прескриптивный подход* к принятию решений. Он оказался наиболее плодотворным, поскольку предписывал, как должен поступать человек с нормальным интеллектом, желающий напряженно, и систематизировано обдумывать все аспекты своей задачи. Прескриптивный подход не гарантирует нахождения оптимального решения в любой ситуации, но обеспечивает выбор такого решения, которое не обременено противоречиями и непоследовательностями. Данный подход предъявляет к человеку серьезные требования по освоению методов и приемов теории принятия решений, а также предписывает проведение многочисленных вычислений, связанных с реализацией этих методов.

Общая схема процесса принятия решений включает следующие основные этапы:

Этап 1. Предварительный анализ проблемы. На этом этапе определяются: главные цели; уровни рассмотрения, элементы и структура системы (процесса), типы связей; подсистемы, используемые ими основные ресурсы и критерии качества функционирования подсистем; основные противоречия, узкие места и ограничения.

Этап 2. Постановка задачи. Постановка конкретной ЗПР включает: формулирование задачи; определение типа задачи; определение множества альтернативных вариантов и основных критериев для выбора из них наилучших; выбор метода решения ЗПР.

Этап 3. Получение исходных данных. На данном этапе устанавливаются способы измерения альтернатив. Это либо сбор количественных (статистических) данных, либо методы математического или имитационного моделирования, либо методы экспертной оценки [6]. В последнем случае необходимо решить задачи формирования группы экспертов, проведения экспертных опросов, предварительного анализа экспертных оценок.

Этап 4. Решение ЗПР с привлечением математических методов и вычислительной техники, экспертов и лица, принимающего решение. На этом этапе производятся математическая обработка исходной информации, ее уточнение и модификация в случае необходимости.

Этап 5. Анализ и интерпретация полученных результатов. Полученные результаты могут оказаться неудовлетворительными и потребовать изменений в постановке ЗПР. В этом случае необходимо будет возвратиться на этап 2 или этап 1 и пройти заново весь путь.

Задачи принятия решений отличаются большим многообразием, классифицировать их можно по различным признакам, характеризующим количество и качество доступной информации. В общем случае задачи принятия решений можно представить следующим набором информации [7]:

$$\langle T, A, K, X, F, G, D \rangle,$$

где T – постановка задачи (например, выбрать лучшую альтернативу или упорядочить весь набор); A – множество допустимых альтернативных вариантов; K – множество критериев выбора; X – множество методов измерения предпочтений (например, использование различных шкал); F – отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок (исходы); G – система предпочтений эксперта; D – решающее правило, отражающее систему предпочтений.

Задачи в условиях неопределенности

Эти задачи имеют место тогда, когда информация, необходимая для принятия решений, является неточной, неполной, неколичественной, а формальные модели исследуемой системы либо слишком сложны, либо отсутствуют. В таких случаях для решения задачи обычно привлекаются знания экспертов. В отличие от подхода, принятого в экспертных системах, для решения ЗПР знания экспертов обычно выражены в виде некоторых количественных данных, называемых предпочтениями.

Метод анализа иерархий (МАИ) [8] предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде

векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам.

Можно выделить ряд модификаций МАИ, которые определяются характером связей между критериями и альтернативами, расположенными на самом нижнем уровне иерархии, а также методом сравнения альтернатив.

По характеру связей между критериями и альтернативами определяется два типа иерархий. К первому типу относятся такие, у которых каждый критерий, имеющий связь с альтернативами, связан со всеми рассматриваемыми альтернативами (тип иерархий с одинаковым числом и функциональным составом альтернатив под критериями). Ко второму типу иерархий принадлежат такие, у которых каждый критерий, имеющий связь с альтернативами, связан не со всеми рассматриваемыми альтернативами (тип иерархий с различными числом и функциональным составом альтернатив под критериями).

В МАИ имеется три метода сравнения альтернатив: попарное сравнение; сравнение альтернатив относительно стандартов и сравнение альтернатив копированием.

Метод парных сравнений широко применяется для определения показателей значимости объектов относительно выбранного качественного критерия при их незначительных отличиях. Отсутствие необходимости постоянно держать в поле зрения все факторы или, по крайней мере, группу однородных факторов, позволяет эксперту сконцентрировать внимание на конкретной проблеме: насколько фактор A_i превосходит фактор B_j или уступает ему. Вследствие этого следует ожидать более точных результатов [8]. Опишем метод парных сравнений (точнее модификацию по Т. Саати). В данной модификации, как и в классическом варианте метода парных сравнений, производится сравнение изучаемых факторов между собой. Причем в данном методе факторы сравниваются попарно по отношению к их воздействию («весу», или «интенсивности»)

Таблица 1

Матрица парных сравнений

	C_1	C_2	...	C_n
C_1	1	V_1/V_2	...	V_1/V_n
C_2	V_2/V_1	1	...	V_2/V_n
...	...	...	...	...
C_n	V_n/V_1	V_n/V_2	...	V_n/V_n

на общую для них характеристику. Обозначим множество сравниваемых элементов: $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$. Веса этих элементов обозначим, соответственно: $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$. Результаты сравнения представляются в виде матрицы парных сравнений (табл. 1) [8].

Следует отметить, сравнивается относительная важность левых элементов матрицы с элементами сверху, поэтому диагональ матрицы содержит только единицы. Если веса элементов $V_1, V_2, V_3 \dots V_n$ заранее неизвестны, то сравнения производится с использованием субъективных суждений, оцениваемых по шкале относительной важности (табл. 2) [8].

Далее происходит обработка полученных данных и синтез вектора приоритетов, который ранжирует рассматриваемые альтернативы, с точки зрения их предпочтительности. Для этого находят векторы локальных приоритетов для каждой из полученных матриц сравнения. Искомый вектор локальных приоритетов w будет равен собственному вектору для максимального собственного значения соответствующей матрицы, нормализованному к единице.

Т. Саати предложил упрощенную процедуру вычисления вектора w . Пусть v – вектор геометрических средних строк некоторой матрицы сравнения:

Таблица 2

Шкала выявления относительной важности сравниваемых элементов

Интенсивность относительной важности	Определение
0	варианты несравнимы
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 суждения

$$v = \begin{bmatrix} \sqrt[n]{a(1,1) \times \dots \times a(1,n)} \\ \dots \\ \sqrt[n]{a(n,1) \times \dots \times a(n,n)} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Тогда вектор w будет определяться следующим образом:

$$w = \begin{bmatrix} \frac{v_1}{\sum_{i=1}^n v_i} \\ \dots \\ \frac{v_n}{\sum_{i=1}^n v_i} \end{bmatrix} \quad (v_1, \dots, v_n - \text{элементы вектора } v). \quad (2)$$

Вектор локальных приоритетов составляется для каждой матрицы сравнения и характеризует относительную силу влияния каждого отдельного критерия на данном уровне иерархии без учета информации с других уровней. После определения локальных векторов приоритета для всех матриц сравнения производится синтез общих векторов приоритетов W , характеризующих степень влияния каждого объекта на данном уровне иерархии с учетом информации вышестоящих уровней.

Следующим этапом является проверка надежности полученных результатов. Для проверки надежности полученных результатов используются показатели индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС). Индекс согласованности, дает информацию о степени нарушения численной (кардинальной) и транзитивной (порядковой) согласованности экспертных суждений.

Индекс согласованности определяется из выражения

$$ИС = \lambda_{max} - n / (n - 1), \quad (3)$$

где λ_{max} – наибольшее собственное значение матрицы суждений; n – число сравниваемых факторов. Для обратно симметричной матрицы всегда выполняется условие $\lambda_{max} \geq n$.

Отношение согласованности характеризует качество эксперта и оценивается из выражения

$$ОС = ИС / СС \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $СС$ – случайная согласованность.

Чтобы быть приемлемой, величина ОС рекомендуется порядка 10% или менее. В некоторых случаях, когда рассматривается сложная и зависящая от большого количества факторов система, можно установить верхнюю границу, равную 20%, но не более. Если ОС выходит за эти пределы, то результаты работы таких экспертов рекомендуется исключить из рассмотрения.

Случайная согласованность является табличной величиной и зависит от количества сравниваемых элементов (табл. 3) [8].

Таблица 3

Значения случайной согласованности для разных размеров матрицы согласий

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Метод парных сравнений предполагает поэтапное выполнение расчетов, приступая к оценке горных машин по критерию эргономичности, необходимо решить 2 задачи: сформировать группу экспертов и разработать систему критериев (эргономических показателей), по которым будет выполняться анализ (рис. 1).

Количество экспертов – семь человек, квалифицированные специалисты, имеющие опыт работы в горной промышленности. Оценка выполняется по следующим показателям: управляемость, обитаемость в кабине оператора, обслуживаемость, осваиваемость и технологичность [9].



Рис. 1. Декомпозиция задачи в иерархию

Необходимо заметить, что каждый из перечисленных показателей имеет разную степень значимости. Соответственно, на первом этапе необходимо оценить значимость каждого с точки зрения членов экспертной группы. Каждый эксперт должен, во-первых, провести попарное сравнение важности используемых показателей оценки, а затем выполнить попарное сравнение имеющихся альтернатив с точки зрения каждого из показателей. Аналогичным образом проводится опрос других экспертов и оценивается согласованность их мнений. Затем результаты опросов усредняются, и формируется коллективное мнение членов экспертной группы (по формуле средней арифметической простой) рис. 2.

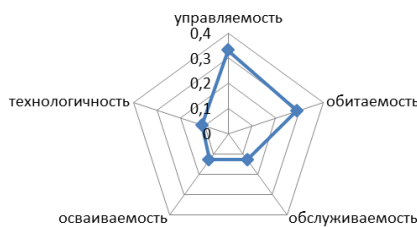


Рис. 2. Значимость соответствующих комплексных эргономических показателей

Определение приоритетов горных машин по показателю управляемости (K_1). Перед экспертом ставится вопрос: «Как Вы считаете, у какой горной машины X или Y более высокая управляемость? В какой степени (превосходство слабое, значительное, очень сильное)?». Процедура определения приоритетов по K_1 полностью идентична описанной выше, при этом оцениваются конкретные горные машины (например: экскаваторы типа – ЭКГ). Выбор для сравнения отечественных экскаваторов не случаен, так как исследованиями [9-15] установлено, что выпускаемые отечественные карьерные экскаваторы продолжают уступать в эргономическом обеспечении зарубежным аналогам.

Аналогичным образом заполняются матрицы для остальных экспертов, и определяется обобщенная оценка членов экспертной группы (табл. 4).

Таблица 4

Итоговая матрица распределения экскаваторов по K_1

Управляемость	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	МО
ЭКГ-5А	0,039307	0,037651	0,049409	0,038752	0,06653	0,03587	0,03149	0,042716
ЭКГ-8И	0,075988	0,081099	0,102788	0,052166	0,064227	0,059044	0,10935	0,077809
ЭКГ-10	0,131896	0,109677	0,12718	0,082034	0,17782	0,146469	0,10935	0,126347
ЭКГ-12	0,45786	0,461171	0,444565	0,561169	0,347365	0,50311	0,33177	0,443859
ЭКГ-20	0,29501	0,310572	0,27578	0,26551	0,34424	0,25528	0,4185	0,30927
Сумма	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Далее проводятся аналогичные опросы экспертов по остальным эргономическим показателям (K_2 , K_3 , K_4 , K_5) и на заключительном этапе определяется глобальный приоритет рассматриваемых типов экскаваторов по всем показателям с учетом их значимости (рис.3).



Рис.3. Ранжирование представленных моделей экскаваторов по критерию эргономичности

Вывод

Следует отметить, что полученные результаты работы вполне соотносятся с проводимыми ранее исследованиями, что позволят разработать методику проведения оценки соответствия экскаваторной техники эргономическим требованиям нормативных документов с получением численных характеристик уровня их несоответствия.

Список используемых источников

1. Леонтьев, В.В. Межотраслевая экономика Под ред. А. Г. Гранберга. – М.: Экономика, 1997. – 471 с.
2. Канторович, Л.В. Оптимальные решения в экономике / Л.В. Канторович, А.Б. Горстко. – М.: Наука, 1972. – 231 с.
3. Федоренко, Н.П. Оптимизация экономики: некоторые вопросы использования экономико-математических методов в народном хозяйстве. – М.: Наука, 1997. – 287 с.
4. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под ред. Р. Р. Ягера – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
5. Борисов, А.Н. Диалоговые системы принятия решений на базе мини – ЭВМ / А.Н. Борисов, Э.Р. Виллюмс, Л.Я. Сукур. – Рига: Зинатне, 1986. – 195 с.
6. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа : Пер. с англ. / Под ред. И. Р. Шахова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
7. Борисов, А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
8. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализ иерархий: [Пер. с англ.] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
9. Великанов, В.С. Реализация подходов по совершенствованию эргономических показателей карьерных экскаваторов: Монография. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 85 с.
10. Великанов, В.С. Эргономическая экспертиза элементов системы «человек – карьерный экскаватор – среда» / В.С. Великанов, А.А. Шабанов. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГТУ, 2011. – ОВ №9. – С.148-155.
11. Великанов, В.С. Использование нечеткого логического вывода для оценки эргономических показателей карьерных экскаваторов / В.С. Великанов, А.А. Шабанов. // Перспективы развития горно-транспортного оборудования: Сборник статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня. – М.: изд-во «Горная книга», 2012. – ОВ №2 – С.145-152.
12. Великанов, В.С. О перспективах исследований в области эргономического обеспечения отечественных карьерных экскаваторов / В.С. Великанов, А.А. Шабанов // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.4. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – С. 19-29.
13. Великанов, В.С. Возможности метода парных сравнений в установлении значимости показателей горных машин и комплексов по критерию эргономичности // Вестник КузГТУ. – 2013. – № 4 – С. 43-46.
14. Великанов, В.С. Новые подходы в определении эргономичности карьерных экскаваторов / В.С. Великанов, А.А. Шабанов, В.И. Савельев // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Сб. науч. тр. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «УГГУ» 2012. – С. 27-32.
15. Великанов, В.С. Метод анализа иерархий в установлении значений весовых коэффициентов эргономических показателей карьерных экскаваторов / В.С. Великанов, А.А. Шабанов // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики Сб. науч. тр. – Тула: ГОУ ВПО «ТулГУ» 2012. – Т1, С. 238-244.

*Руководитель работы канд. техн. наук
Великанов В.С.*

Махмудова С. Н., Шабанов А.А. Реализация задачи принятия решений в ранжировании карьерных экскаваторов, имеющих оценки по нескольким критериям // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 42-47.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ РОБОТОВ

Михайлова У.В., Михайлов Е.А.

Аннотация. В данной статье рассмотрены типы робототехнических систем, методы их программирования и проведен их анализ.

Ключевые слова: система управления, тип управления, робототехнические системы, мехатронные системы.

ANALYTICAL REVIEW OF CONTROL SYSTEMS AND METHODS ROBOT PROGRAMMING

Mikhailova U.V., Mikhailov E.A.

Abstract. This article describes the types of robotehnicheskikh systems, methods of their programming and their analysis.

Keywords: system management, control type, robotehnicheskies system, mechatronic systems.

Актуальность исследования

В современном обществе активно расширяются области применения мобильной робототехники. Вместе с этим растут предъявляемые к роботам функциональные требования, для успешного выполнения которых система управления роботом должна обеспечивать отработку требуемых траекторий движения в условиях неопределенности среды. Все чаще предъявляются требования работы в неформализованной внешней среде, с исключением столкновений со стационарными препятствиями и подвижными объектами.

Выполнение подобных требований предполагает решения широкого круга задач. Выделим среди них следующие:

- 1) получение информации о внешней среде и преобразование ее в форму, удобную для использования в целях управления;
- 2) планирование движения робота;
- 3) управление роботом [1].

Устройства управления роботами чаще всего делят на три типа. Каждый тип в свою очередь, делится ещё на три подгруппы. Все они имеют определенное предназначение, свои отличия, достоинства и недостатки. Для достижения оптимального функционирования конкретной мехатронной системы при конкретных условиях приходится искать компромисс. В исключительных случаях вообще нет выбора между несколькими видами устройств управления, например, если не позволяют условия работы робота разместить рядом с ним оператора – в зоне, которая поражена радиацией. Или если роботу приходится в процессе функционирования обрабатывать огромное количество объектов различной формы с одинаковым принципом обработки, тогда определяющим критерием выбора системы управления робота будет самообучаемость.

Робототехнические системы по типу управления подразделяются на: биотехнические, автоматические и интерактивные. Каждая из них имеет свою специфику и область применения. В свою очередь каждая система управления подразделяется на подгруппы.

Биотехнические системы управления (БСУ) подразделяются на три группы: командные, копирующие и полуавтоматические. В командных БСУ реализуется при помощи рычагов и кнопок, каждая из которых отвечает за своё звено, или какую-либо функцию. Хотя при таком управлении можно очень точно выставить каждое звено в необходимое оператору положение, управление такой системой отнимает много времени и сил. Копирующие БСУ повторяют движения человека и передают их рычагами, увеличивая силу человека. Они позволяют с минимальной затратой сил переносить тяжёлые физические нагрузки и работать в тяжёлых условиях, таким образом экзоскелеты призваны повышать человеческие возможности. Наиболее распространённым видом являются экзоскелеты, одевающиеся на всё тело (рис.1. а), на некоторые части тела или на отдельную конечность (рис. 1. б). Сенсоры, регистрирующие мышечные сокращения сигнализируют, действие каких мышц необходимо симитировать (рис. 1). Актуаторы со всех частей тела передают информацию на бортовой компьютер, находящийся на спине экзоскелета, который и координирует все его действия. В результате моторы быстро реагируют на поступающие сигналы и двигатели совершают большую работу, чем мышцы. В результате этого человек практически не испытывает усталости

при физических нагрузках. Минусы данной конструкции это огромное энергопотребление и ограниченность движений человека. Полуавтоматические БСУ это модернизация предыдущих двух подкатегорий. На систему устанавливается ЭВМ, которая занимается вычислением движений робота, что позволяет с помощью одного рычага управлять всей кинематикой робота.

Автоматические системы управления (АСУ) роботом способны работать без участия человека. Им достаточно для этого заложить схему поведения, задать последовательность действий, задать координаты и т.п. Такие роботы удобны в тех случаях, когда работа постоянная и не меняется в процессе её выполнения. При использовании таких СУ не нужен оператор, а скорость выполнения команд выше, чем у СУ с участием человека. Не менее важно то, что при работе таких роботов повышается безопасность, так как участие человека в техническом процессе либо минимально, либо полностью отсутствует. В свою очередь автоматические СУ подразделяются на три подгруппы: программные, адаптивные и интеллектуальные.



а)



б)

Рис. 1. Экзоскелет: а) наделяющий человека мощью боевого робота (компании Raytheon), б) кисти человека

Непрограммируемые автоматические манипуляторы это устройства, имеющие заранее заданную последовательность действий – программу. Позволяют с высокой скоростью, надёжностью и эффективностью выполнять повторяющиеся действия. Основное их достоинство адаптивность, так как они легко перепрограммируемые. Применяются главным образом в промышленном производстве для автоматизации различных процессов. Адаптивные АСУ это модифицированная версия программных СУ. Главное отличие – наличие адаптивного обеспечения: камер, ультразвуковых датчиков расстояния, датчиков касания, системы распознавания цвета/размера/образа и т.п. Всё это позволяет роботу самостоятельно корректировать свои действия и подстраиваться под изменения внешних условий. Модификацией предыдущих двух подкатегорий являются интеллектуальные АСУ. Основным отличием является возможность обратного общения с человеком, планирование и перепланирование поведения, навигация, самообучение и общение, взаимодействие с другими роботами и оборудованием. Эти системы могут функционировать самостоятельно без участия человека-оператора. Как правило, это роботы с элементами искусственного интеллекта. Опыт показывает, что автономные роботы для более эффективного функционирования должны наделяться также элементами интерактивного дистанционного управления. Что позволит в случае необходимости переходить от автономного режима управления на режим по командам оператора. Такие аппараты называют гибридными роботами. Они особенно перспективны для исследований космоса и подводных глубин. Комбинация человек-машина имеет большую надёжность, чем каждый из этих компонентов в отдельности. Одной из областей использования телеуправляемых гибридных роботов является военное дело.

Интерактивные системы управления ИСУ основную массу времени работают как автоматические СУ, но при необходимости могут быть мгновенно переключены на управление человеком, или человек и автоматика работают поочередно. Отличительной чертой таких

систем является тот факт, что оператор может подавать команды голосом, текстом и т.п. Одним из удобств можно назвать то, что робот при необходимости работает поэтапно. Он не перейдёт к следующему этапу до тех пор, пока не получит команду-разрешение от оператора. Эти системы в свою очередь делятся на три подгруппы: автоматизированные, супервизорные, диалоговые. В автоматизированных ИСУ могут чередоваться и/или объединяться как автоматические, так и биотехнические признаки. В супервизорных ИСУ человек занимается интеллектуальной стороной работы (например, выбор средства реализации), а машина – вычислительной и непосредственно реализующей. В диалоговых ИСУ человек и робот работают в постоянном диалоге между оператором и машиной. За счёт этого человек всегда имеет наиболее точные данные о деятельности робота, а робот – чёткое планирование и выбор стратегии поведения, реализованное совместными усилиями.

Робототехнические системы различают так же по их условиям функционирования. Условия функционирования роботов, определяемые типом среды эксплуатации, можно разделить на две категории: детерминированные (определенные) и недетерминированные (неопределенные). Определенность среды обусловлена априорным знанием точного положения всех объектов, с которыми может взаимодействовать робот. Для работ в недетерминированных условиях в настоящее время развивается особый класс робототехнических систем, называемых в технической литературе «мобильными роботами», отличительной чертой которых является наличие локомоционной способности (т. е. способности к переместительным движениям системы в пространстве). Универсальные мобильные роботы представляют собой дистанционно управляемые самоходные средства, оснащаемые необходимым набором аппаратуры и сменного рабочего оборудования. Внешний вид наземного мобильного робота в первую очередь определяется типом и конструкцией движителя. Основное внимание разработчиков уделяется различным вариантам колесного и гусеничного движителей. При конструировании обычных транспортных средств параметры движителя оптимизируются для наиболее характерных условий применения и поверхностей движения. Однако, для мобильного робота такая оптимизация невозможна в силу неопределенности условий движения. Поэтому в настоящее время движители роботов конструируются с возможностью адаптации к поверхности движения. В первую очередь это относится к малогабаритным роботам. Адаптивные движители таких роботов обладают возможностью изменения своих параметров самостоятельно или по команде системы управления на основе текущей информации об условиях движения, с целью достижения определенного состояния при начальной неопределенности и изменяющихся условиях движения. Транспортная система представляет собой совокупность устройств транспортного средства, предназначенного для доставки специального и технологического оборудования к месту выполнения задачи и подсистемы управления. Транспортное средство состоит из ходовой части, корпуса и энергетической установки. Как правило, система управления устанавливается внутри корпуса. Адаптивность транспортного средства обеспечивается возможностью регулирования подвески ходовой части [2].

Большинство промышленных роботов имеют комплексную программную оболочку, в которую по необходимости интегрируются разнообразные дополнительные модули расширений. Так, например, существует возможность подключения модулей коммуникаций с внешними сенсорными устройствами: система видео наблюдения, система замера прилагаемой нагрузки, вращающего момента, что даёт возможность робототехнической системе реагировать на изменение внешних условий. Довольно часто контроллер робота связан с программируемым логическим контроллером (ПЛК), который отвечает за взаимодействие робота и периферийного оборудования. Программирование промышленных роботов делится на два вида *Online*- программирование и *Offline*-программирование. Как правило, при программировании робота используется оба вида. *Online*-программирование – программирование непосредственно на месте установки робота, с помощью самого робота. К данному способу относятся два метода *Teach-In* и *Playback*. При *Teach-In* методе движение робота в пространстве к заданному участку производится управляющей консолью. В большинстве случаев, в самом роботе (в 1-ю ось) заложена система координат, связанная в свою очередь посредст-

вом кинематической цепи с самой удалённой точкой робота. Таким образом, местоположение и ориентация всех осей робота в пространстве всегда известны. Достигнутое местоположение (пункт) запоминается контроллером робота, и выполняется до тех пор, пока робот не выполнит все требуемые операции. Совокупность таких пунктов, определяет траекторию самостоятельного движения робота. Каждый пункт имеет определенное количество изменяемых параметров, скорость движения и углового вращения, точность, конфигурацию осей. При использовании метода *Playback* робот посредством человека вручную обводится по траектории предполагаемого движения, которая впоследствии в точности повторяется роботом. Этот метод часто применяется при программировании роботов для лакирования и покраски. Недостатками *Online*-программирования является невозможность во время производственного процесса программировать робота. Такое программирование не обеспечивает высокой точности обработки и конечно не очень удобно для каких-либо изменений. *Offline*-программирование выполняется на компьютере без непосредственного участия робота, с возможностью программирования без остановки производственного процесса. Связь с роботами осуществляется различными способами: проводная – с помощью кабелей; беспроводная – радиочастотная, управление голосом и т.д., лазерная.

Наиболее важными факторами успеха при разработке архитектуры системы управления роботом являются использование распространенной элементной базы и программного обеспечения с открытым кодом (по возможности, свободно распространяемого). В свою очередь, дизайн программного обеспечения должен быть сфокусирован на максимальной портативности и возможности реконфигурации. Программное обеспечение открытых управляющих систем переносимо на различные элементные базы и операционные системы. Открытая управляющая система должна иметь модульную структуру с возможностью легкой замены модулей на более новые, что означает расширяемость рабочих характеристик и функциональности. Открытая управляющая система позволяет осуществить быструю интеграцию новых функциональных характеристик. Это означает, во-первых, наличие стандартного программного обеспечения и элементной базы, что позволяет привлекать к разработкам третьих лиц; во-вторых, у открытых управляющих систем должен быть механизм *plug-and-play* для быстрого внедрения этих новых компонент. Открытая управляющая система должна быть легко реконфигурируемой, т.е. обладать механизмом легкой адаптации своих параметров и настроек для решения конкретных практических задач [3].

Существующие решения программного обеспечения

Другой важный фактор при создании современной открытой архитектуры управляющей системы робота – это использование программного обеспечения с открытым кодом (ПООК), который привел к применению числового программного управления в автоматизированных системах. Одним из наиболее многообещающих применений программного обеспечения с открытым кодом в открытых управляющих системах является использование их на уровне операционной системы. Во-первых, программное обеспечение с открытым кодом позволяет уменьшить стоимость всей управляющей системы, так как не нужно оплачивать лицензию за коммерческую операционную систему, работающую в режиме реального времени. Во-вторых, преимущества открытого кода позволяют разработчикам провести полную настройку для своих нужд.

Первое из рассматриваемых программных решений это программное обеспечение с открытым исходным кодом операционная система для роботов *ROS (Robot Operating System)*. Разработанное в 2007 году совместными усилиями исследовательской лаборатории *Willow Garage* и лаборатории искусственного интеллекта Стэнфордского университета она удовлетворяет всем указанным выше требованиям. Это операционная система для роботов с открытым исходным кодом *ROS (Robot Operating System)*. *ROS* выпускается в соответствии с условиями *BSD*-лицензии, которая является одной из самых популярных лицензий для свободно-программного обеспечения. *ROS* – это фреймворк для программирования роботов, предоставляющий возможность построения распределенных систем с использованием языков программирования *C++* и *Python*. Фреймворк *ROS* обеспечивает основные стандартные

службы операционной системы, а именно: аппаратную абстракцию, низкоуровневый контроль устройств, передачу сообщений между процессами, реализацию часто используемых функций, управление пакетами данных.

Архитектура ROS является клиент-серверной и основана на архитектуре графов, в которой обработка данных происходит в узлах, которые могут получать и передавать сообщения между собой. Библиотека ориентирована на Unix-подобные системы (*Ubuntu Linux* включена в список «поддерживаемых» в то время как другие варианты, такие как *Fedora* и *Mac OS X* считаются «экспериментальными»). Фреймворк ROS является бесплатным для использования, как в исследовательских, так и в коммерческих целях.

Фреймворк ROS имеет две основных составляющих: операционная система – *ros*, и *ros-pkg* – набор поддерживаемых пользователями пакетов (организованных в наборы, которые называются стек). Пакеты из *ros-pkg* распространяются на условиях различных открытых лицензий. Эти пакеты реализуют различные функции робототехники: метод одновременной навигации и построения карты (*SLAM*), планирование, восприятие, моделирование и др [4].

В рамках фреймворка ROS, реализовано несколько алгоритмов *SLAM*, таких как реализация метода *SLAM* на основе:

- 1) данных от лазерного дальномера и одометрии робота – *GMapping*;
- 2) методов компьютерного зрения – *VSLAM (Visual SLAM)* основывается на отслеживании ключевых точек на изображении, поступающем с камер робота. Реализация данного метода еще имеет недостатки, так как в случаях, когда камера движется быстро (например, при разворотах), возникает размытие изображения и отслеживание ключевых точек теряется. В результате чего алгоритм перестает работать;
- 3) облака точек с *RGBD* датчиков (*Kinect* или стерео-камеры *rgbdslam*) – пакет, для регистрации *rgbdslam*;
- 4) данных от *LIDAR*-ов – *hector_mapping*. Применяют для платформ без одометрии. Использует высокую скорость обновления систем лазерного сканирования, и обеспечивает данные оценки *2D*-положения со скоростью сканирования датчиков (40Гц для *UTM-30LX*);
- 5) одометрии робота и данных лазерного дальномера – *karto*;

Еще несколько алгоритмов *SLAM* находятся в процессе разработки.

Операционная система ROS поддерживает роботов на базе: *PR2*, *TurtleBot*, *PR1*, *HERB*, *STAIR I и II*, *Nao*: *Nao*, *Husky A200*, *iRobot Create*, *Lego Mindstorms NXT*. В состав ROS входит набор из различных библиотек, таких как: *OpenCV* – библиотека, содержащая алгоритмы компьютерного зрения и обработки изображений; *PCL* – библиотека для работы с облаками *3D*-точек; *Ogre* – объектно-ориентированный графический движок с открытым исходным кодом; *Orocos* – библиотека для управления роботами (например, расчет кинематики).

В качестве базовых концепций файловой системы ROS используются [2]:

1. Пакет (*package*) – наименьшая единица файловой системы. Представляет собой директорию, содержащую в себе какие-либо данные, библиотеки, исполняемые и конфигурационные файлы и т.д. и т.п., логически объединенные в какой-то полезный модуль;
2. Стэк – объединение пакетов;
3. Узел – это запущенный процесс, который умеет общаться с другими процессами;
4. Шина – именованный канал, соединяющая различные узлы.

Основными достоинствами фреймворка ROS по сравнению с другими предлагаемыми решениями в области разработок архитектуры систем управления роботами является поддержка повторного использования программного кода. Но это не единственное его достоинство, так как фреймворк является платформой с большим количеством функций. Обеспечение распределенной сети процессов (узлов) позволяет разрабатывать каждый узел индивидуально. Разработанная структура и дизайн ROS предоставляет возможность разработчику архитектуры систем управления роботами независимо принимать решения о разработке и реализации. После чего все это может быть объединено вместе, средствами инфраструктуры ROS.

Второе из рассматриваемых решений это открытое программное обеспечение для управления роботами – *OROCOS (Open Robot Control Software project)*. *OROCOS* – это набор библиотек, следовательно, у *OROCOS* отсутствуют графические инструменты разработки и собственный симулятор.

Проект *OROCOS* поддерживает направления четырёх библиотек C++: *The Real-Time Toolkit*; *The Kinematics and Dynamics Library*; *The Bayesian Filtering Library*; *The Orococos Component Library*.

Проект *OROCOS* состоит из следующих библиотек: *OCL (The Orococos Components Library)* выдает готовые к использованию компоненты управления, а также компоненты для управления и доступа к аппаратным средствам; *RTT (The Orococos Real-Time Toolkit)* обеспечивает инфраструктуру и функциональность других приложений. Данная библиотека акцентируется на приложениях реального времени, позволяющих интерактивно управлять модулями системы; *BFL (Orococos Bayesian Filtering Library)* обеспечивает рекурсивную обработку информации в соответствии с алгоритмами оценки, применяемых в *Bayes'rule*, тем самым обеспечивая независимую структуру (*framework*) для *Dynamic Bayesian Networks*; *KDL (The Orococos Kinematics and Dynamics Library)* является частью программ, разработанных на языке C++, которая, позволяет рассчитывать в реальном времени кинематику.

Еще одно из решений система *URBI* разработанная французской компанией *Gostai*. *URBI* – кросс-платформенная открытая программная платформа написанная на языке C++, используемая при разработки приложений для сложных систем и робототехники. *URBI* базируется на распределенной компонентной архитектуре *UObject*. Она включает параллельный и событийный скриптовый язык *urbiScript*. *URBI* работает под *Windows*, *Linux*, и *MacOS*.

Набор программных продуктов входящих в систему *URBI*:

- 1) *Gostai Urbi SDK* – комплект средств разработки для создания компонентов *Urbi*, т.н. *UObject* – промежуточный слой архитектуры *Urbi*. Он так же поддерживает работу скриптового языка *urbiscript*, который используется для программирования управления роботами;
- 2) *Gostai Lab* – программа, включающая в себя свойства *Gostai Console*, позволяющая строить виртуальный пульт дистанционного управления роботом. Она предоставляет различные виджеты для визуализации данных от робота (включая видео и звук), а также позволяет изменять состояние робота. Визуальные виджеты связываются с различными переменными *urbiScript*. Например, можно связать один виджет с камерой, а другой виджет будет использован для связи численной переменной и слайдера;
- 3) *Gostai Console (urbiConsole)* – утилита для win32 с графическим интерфейсом, для подключения к удалённому *Urbi*-серверу. Так же можно использовать *telnet*;
- 4) *Gostai Studio* – *IDE* для создания графических программ, определяющих поведение сложных систем или роботов. Программа, включающая в себя все функции *Gostai Console*. Это высокоуровневая интегрированная среда разработки для *Urbi*, которая базируется на иерархических конечных автоматов (*HFSM – Hierarchical Finite State Machines*). Имеется визуальное отслеживание выполнения кода в реальном времени и интуитивный визуальный редактор.

Следующее из решений это программное обеспечение *Microsoft Robotics Developer Studio*. *Microsoft Robotics Developer Studio (Microsoft RDS, MRDS)* — *Windows*-ориентированная среда разработки приложений для роботизированных платформ. *Robotics Studio* выпущен в 2006 году. *Robotics Studio* содержит инструменты визуального программирования и трехмерную виртуальную среду для физической симуляции работы роботов – *PhysX*.

Составляющие компоненты *Microsoft Robotics Developer Studio*:

- 1) *Runtime environment* – окружение с приложением для роботов, в котором происходит отслеживание и взаимодействие с другими приложениями роботов. В основе лежит *CLR 2.0*, в результате есть возможность писать приложения с использованием любых языков программирования платформы *Microsoft.NET*. Окружение *Runtime environment* состоит из двух элементов: *CCR (Concurrency and Coordination Runtime)*, библиотека параллельных вычислений и

координации) – библиотека для работы с параллельными и асинхронными потоками данных; *DSS (Decentralized Software Services*, децентрализованные программные сервисы) – средство создания распределенных приложений на основе сервисов (для работы и взаимодействия используется протокол *Decentralized System Services Protocol (DSSP)*, который основан на протоколе *SOAP* – для обмена произвольными сообщениями используется формат *XML*);

2) *VPL (Visual Programming Language)* – язык визуального программирования написания приложений для роботов (диаграммы *VPL* сохраняются в виде *XML*-схем);

3) *Simulation environment* – симулятор-окружение для роботов (основана на модели физики в *Microsoft Robotics Studio* однако она достаточно упрощена, поэтому этот симулятор не подойдет там, где нужны точные расчеты).

Приложение в *Robotics Studio* – это композиция параллельно выполняющихся слабосвязанных компонентов. При этом все компоненты это независимо исполняемые сервисы. Пакет *RDS* позволяет разрабатывать программы для различных аппаратных платформ. Недостаток *RDS* это зависимость от *Windows* и закрытые исходники. Кроме того, *Robotics Developer Studio* не имеет встроенных систем компьютерного зрения, навигации и машинного обучения. Протокол *SOAP*, используемый в *Robotics Studio* для взаимодействия распределенных сервисов, не предназначен для приложений, работающих в режиме реального времени.

Еще одно решение проект *Player* (ранее *Player/Stage/Gazebo*). Представляет собой проект по созданию свободного программного обеспечения для исследования сенсорных систем и робототехники. Проект *Player*, обеспечивает сетевой интерфейс для разнообразного сенсорного оборудования и роботов. Клиент-серверная модель *Player* позволяет писать программы управления робота на любом языке программирования и работать на любом компьютере, подключенного к сети вместе с роботом. Проект состоит из 3 основных компонентов: сервер *Player*; платформа для симуляции роботов – двумерный симулятор *Stage*; трёхмерный симулятор *Gazebo*. Компоненты проекта работают на *POSIX*-совместимых операционных системах, включая *Linux*, *MacOS X*, *Solaris* и *BSD*; планируется портирование на *Microsoft Windows*. Проект был основан *Brian Gerkey*, *Richard Vaughan* и *Andrew Howard* в университете Лос-Анджелеса в 2000 году и широко используется для проведения исследований в робототехнике и в процессе обучения. Программное обеспечение распространяется под лицензией *GNU General Public License* с документацией под *GNU Free Documentation License*.

Особенности проекта: независимость от робототехнической платформы; поддержка нескольких языков программирования, включая *C*, *C++*, *Java*, *Tcl* и *Python*; минимальный и гибкий дизайн; поддержка нескольких устройств в одном интерфейсе; конфигурации сервера «на лету».

Проект *Player* реализован путём создания нескольких уровней абстракции. Он скрывает низкоуровневые аппаратно-зависимые реализации за набором установленных «интерфейсов». Высоко-уровневый контроль взаимодействует только с этими интерфейсами и программа управления может не учитывать что скрывается, за этими интерфейсами.

Следующее решение *ERSP* от компании *Evolution Robotics* – это среда для разработки программного обеспечения роботов. Она состоит из трех основных частей:

1. *ViPR* – модуль визуального распознавания.

2. *vSLAM* – модуль ориентирования основанный на данных от одной камеры и оптических энкодеров, позволяющий осуществлять локализацию и построение карты местности с точностью до 10 см.

3. *ERSA* – операционная система робота предоставляющая всю инфраструктуру и функционал для управления всеми аппаратными и программными компонентами робота.

Система *SLAM* и система компьютерного зрения основана на алгоритме *SIFT*. Для платформы *ERSP* существует программа визуального программирования на основе различных «поведенческих» блоков. Кроме того, в *ERSP* возможна разработка программ на языке Питон (*Python*). *ERSP* – кросс-платформенная разработка, которая поддерживает следующие платформы: 32-bit(64-bit) *Fedora Core 8*; 32-bit(64-bit) *Debian 4.0*; 32-bit *Windows XP*.

Еще одно решение – *LabVIEW Robotics*. *LabVIEW* (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) – это кросс-платформенная графическая среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования “G” фирмы *National Instruments*. В основе *LabVIEW* лежит парадигма потоков данных. *LabVIEW* используется в системах сбора и обработки данных, а также для управления технологическими процессами и техническими объектами. *LabVIEW* поддерживает широкий спектр оборудования различных производителей и содержит многочисленные библиотеки компонентов, в том числе, для управления роботами и системами машинного зрения. Например, на *LabView* основана среда программирования *Lego NXT*. В состав *LabVIEW Robotics* входит: *Pyro* – инструментарий управления роботом, написанный на языке *Python*; *OpenRAVE* – трёхмерный симулятор; *YARP* – фреймворк с открытым исходным кодом, предназначенный для работы с оборудованием робота и написанный на языке *C++*; *CLARAty* – программная платформа, распространяемая в виде *open source*-проекта. Реализует широкий спектр алгоритмов.

Вывод

В результате проведенного анализа существующих решений программного обеспечения для разработки архитектуры системы управления роботом, можно подвести следующие общие итоги. Все решения представлены в виде промежуточного слоя между обычной ОС и программами/скриптами для управления роботом. Они имеют модульную структуру, которая работает поверх базовой прослойки (фреймворка) и распределённую клиент-серверную структуру.

Список использованных источников

1. Хрущ, А.В. Управление мобильным роботом с бортовой системой зрения / А.В. Хрущ, Б.Б. Михайлов // *Механика, управление и информатика*. – 2012. – № 8. – С. 62-67.
2. Егунов, В.А. Об управлении транспортной системой мобильного робота / В.А. Егунов, А.П. Жуков, М.И. Потапов // *Известия Волгоградского государственного технического университета*. – 2011. – Т. 11. – № 12. – С. 51-52.
3. Михайлова, У.В. Программные решения для разработки архитектуры системы управления роботом / У.В. Михайлова, А.С. Сарваров, Е.А. Михайлов // *Электротехнические системы и комплексы: междунар. сб. науч. трудов*. – Вып. 21 / под ред. Г.П. Корнилова, Е.А. Пановой. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – С. 111-117.
4. Михайлова У.В., Сарваров А.С., Михайлов Е.А. Использование фреймворка ROS для разработки архитектуры системы управления роботом / У.В. Михайлова, А.С. Сарваров, Е.А. Михайлов // *Электротехнические системы и комплексы: междунар. сб. науч. трудов*. – Вып. 21/ под ред. Г.П. Корнилова, Е.А. Пановой. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – С. 117-121.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Сарваров А.С.*

Михайлова У.В., Михайлов Е.А. Аналитический обзор систем управления и методов программирования роботов // *Ab ovo...* (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 48-55.

УДК 004.912

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИБЛИОГРАФИИ

Попов С.Н.

Аннотация. В работе рассматриваются возможности существующих программных средств для составления и работы с библиографией. Выделяются достоинства и недостатки, предлагается вариант решения существующих проблем.

Ключевые слова: библиографический список, источник, библиографическая ссылка, библиографическая запись, программное обеспечение.

ANALYSIS AND EVALUATION OF EXISTING SOFTWARE USED TO CREATE A BIBLIOGRAPHY

Popov S.N.

Abstract. In this paper we consider the capabilities of existing software tools for compiling and with bibliography. Highlighted the advantages and disadvantages, offers solutions to existing problems.

Key words: bibliography, source, bibliographic reference, bibliographic record, software.

Введение

Выполнение исследователем научной работы и диссертации, разработка учебных пособий, монографий и написание статей приводит к необходимости оформления библиографического списка, состоящего из большого числа ссылок, скомпоновать которые очень сложно. Существует программное обеспечение, которое позволяет автоматизировать составление библиографии. Однако имеющиеся недостатки программных средств не позволяют в полной мере решить данную проблему.

Большинство программного обеспечения не имеет русификации и стилей, требуемых для оформления, таких как ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.0.5 2008 [1-3].

Основные проблемы и вариант решения

Приведенный анализ и оценка существующих программных средств выполнена на основе материалов глобальной сети интернет и при непосредственном рассмотрении программных продуктов.

Частичную автоматизацию процесса создания библиографического списка позволяют решить существующие программные средства, такие как надстройка в MS Word 2010/13, программное обеспечение для создания форматированных списков библиографии – BibTeX, Bibloscape, BiblioExpress, snoskainfo.ru (онлайн-сервис), EndNote, Scholar's Aid, Zotero (расширение для Firefox).

При необходимости работы с большими документами, Word 2010/13 предоставляет возможность создать список литературы автоматически. В Word 2010/13 для работы с источниками существует вкладка группы «Ссылки и списки литературы» [3].

Выпадающий список «Вставить ссылку» и команда «Добавить новый источник» необходимы для добавления источника, представлен на рис. 1. Также в окне можно выбрать тип источника (книга, журнальная статья, материалы конференции, веб-узел и т.д.).

Рис.1. Вид окна «Создать источник»

Кроме этого, заполняются поля списка литературы: автор, название, год, город выпуска и издательство. В зависимости от выбора типа источника поля могут изменяться. Предусмотрена возможность отображения вспомогательных полей (Показать все поля списка литературы) – число томов, количество страниц, редактор, страна и пр. После заполнения всех полей ссылка на источник помещается на место нахождения курсора. При необходимости повторной установки ссылки на уже введенное издание, это издание выбирают из выпадающего списка – Вставить ссылку, где хранятся все источники, созданные в текущем документе. Команда «Управление источниками» (Ссылки и списки литературы) позволяет просмотреть все источники, созданные в документе, и отредактировать их.

Автоматически список литературы создается после окончания работы с документом, задавая при этом вариант оформления ссылок: как списка литература или как цитируемых трудов. Имеет значение выбор стиля списка литературы. Изменить его можно нажатием на выпадающий список «Стиль», группы «Ссылки и списки литературы».

Несмотря на кажущееся многообразие возможностей, в Word 2010/13 реализованы далеко не все стили списка литературы:

- отсутствует реализация ГОСТов 7.1-2003 и 7.0.5 2008;
- невозможно упорядочить библиографический список по алфавиту или по порядку цитирования в тексте.

Существует программное обеспечение для создания форматированных списков библиографии – *BibTeX*, разработанное О. Паташником и Л. Лэмпортом в 1985 году [4]. *BibTeX* позволяет работать со списками источников, отделяя библиографическую информацию от её представления, рабочее окно приведено на рис. 2.

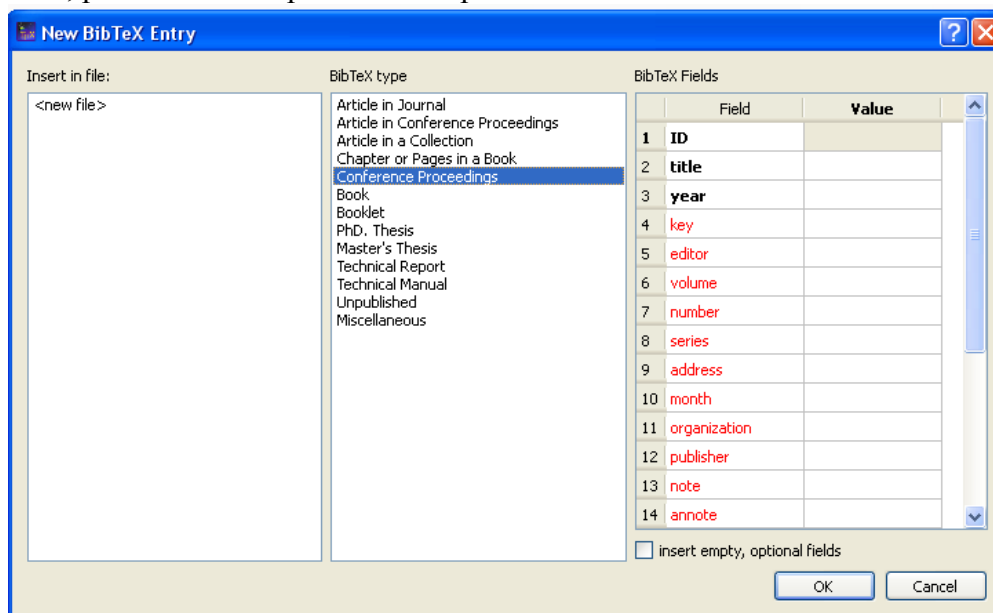


Рис.2. Вид окна BibTeX

Система *BibTeX* имеет следующие достоинства: список литературы формируется автоматически по всем ссылкам, отмеченным в тексте; возможно использование единой библиографической базы в собственных работах; легкий обмен библиографическими базами с сотрудниками; правила оформления библиографии сохраняются автоматически в стилевых *bst*-файлах.

Как и любая сложная система *BibTeX* имеет недостаток – необходимость владения навыками программирования для быстрой и корректной работы.

Biblioscape – программное обеспечение, разработанное, чтобы помочь исследователям для сбора и обработки библиографических данных [5]. Данная программа имеет мощный функционал, множество встроенных стилей оформления библиографии, возможность неограниченного создания собственных стилей, рабочее поле которого представлено на рис. 3.

К минусам можно отнести высокую стоимость, отсутствие русифицированной версии, невнятный интерфейс, сложная последовательность взаимодействия с *MS Word*.

Существует бесплатная версия программного средства *Biblioscape* [6], это *BiblioExpress*, представлена на рис. 4.

Данная программа примитивно простая, доступны всего три стиля оформления, нельзя создать свой стиль, стиль источника. Отсутствует нумерация списка литературы. Из плюсов можно подчеркнуть только создание собственных баз библиографических ссылок в отдельном файле.

Данная программа примитивно простая, доступны всего три стиля оформления, нельзя создать свой стиль, стиль источника. Отсутствует нумерация списка литературы. Из плюсов можно подчеркнуть только создание собственных баз библиографических ссылок в отдельном файле.

Также довольно известен онлайн-сервис по работе со ссылками на литературу – *snoskainfo.ru*, при открытии которого появляется окно [7], как на рис. 5.

Удобный и понятный интерфейс, блоки вопросов, после заполнения которых появляется оформленное библиографическое описание, как на рис. 6.

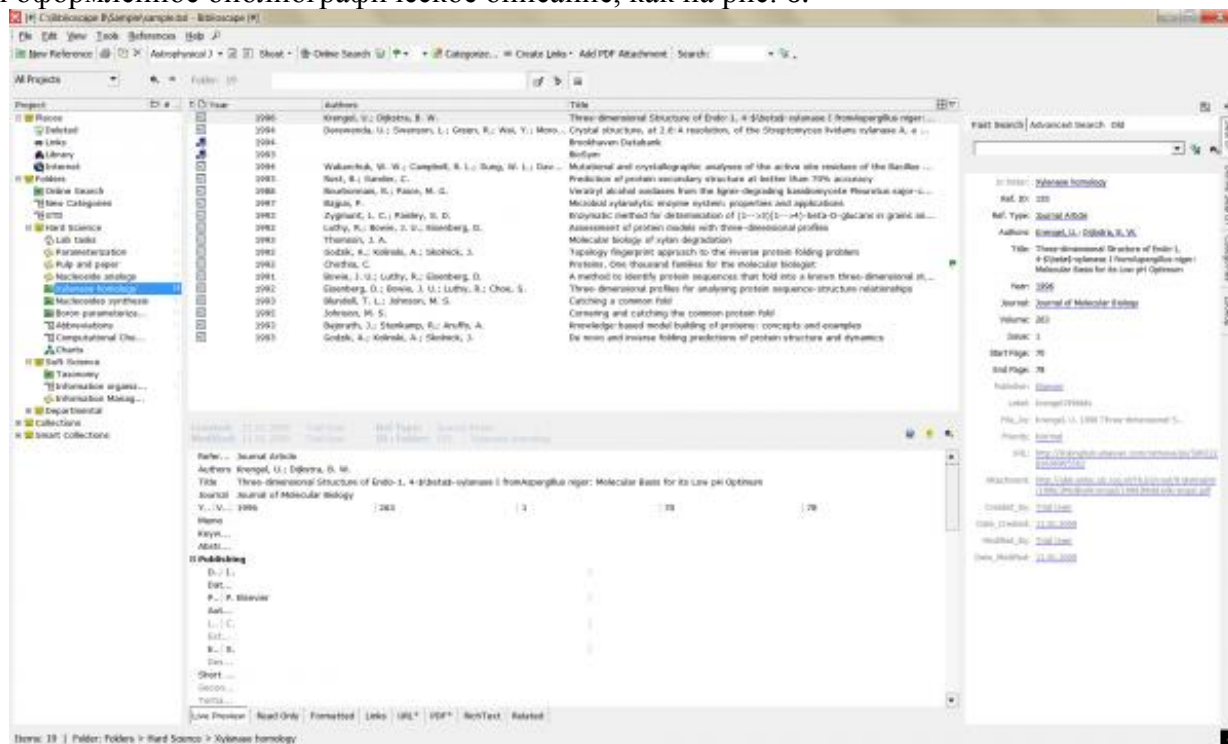


Рис.3. Вид окна Bibloscape

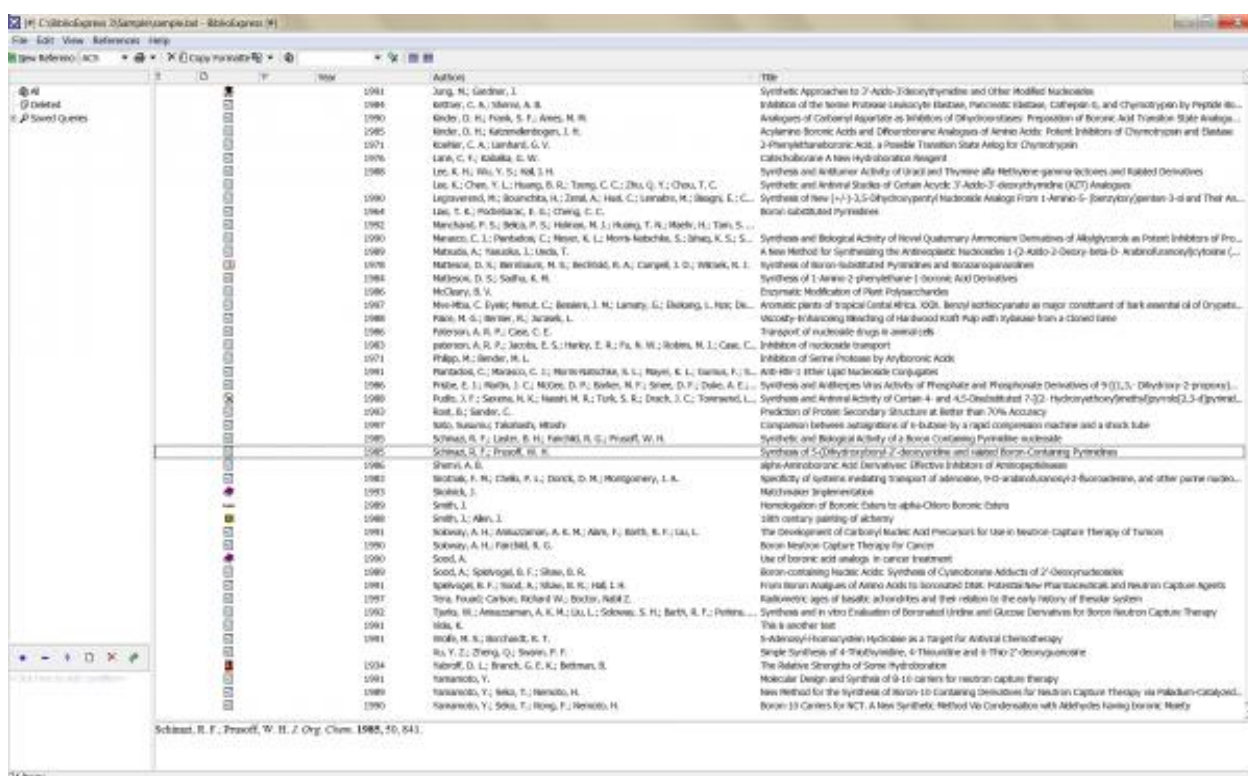


Рис.4. Вид окна BiblioExpress

Из минусов – для оформления доступен только ГОСТ 7.0.5 2008, нет связи со ссылками, нельзя составить библиографический список (необходимо копировать каждую строчку отдельно), при отсутствии интернет-соединения недоступна, однако многие научные журналы при приведении примера оформления библиографии ссылаются именно на этот сервис.

EndNote X4 – пакет программного обеспечения для управления библиографией и ссылками при написании различных работ [8], изображен на рис. 7.

Из достоинств данной программы можно выделить удобный интерфейс, возможность встраивания в *MS Word*, работа «на лету» с цитатами и автоматической вставкой списка литературы. Недостатки выражаются в высокой стоимости, отсутствием русификации, ограниченной возможностью создания собственных стилей, правила оформления которых сложные и запутанные.

Scholar's Aid – библиографический менеджер, который включает в себя библиографический данные [9], сохраняет их вместе, рабочее окно которого представлено на рис. 8.

Исследователи постоянно хранят в научной литературе ссылки на источники, с которыми они работали. Необходимо точное и подробное цитирование этих первоисточников. Для этого и был создан *Scholar's Aid*. К достоинствам данной программы можно отнести хорошую совместимость с *MS Word*, доступно создание пользовательского стиля цитирования, предусмотрен собственный язык программирования. Недостатками же является крайне запутанный интерфейс, отсутствие русификации, высокая стоимость и сложный функционал.

АНКЕТА

Ответьте на первый блок вопросов:

1. Показывать пример ответа? ☐

2. Выберите тип источника:

- ☐ Книга
- ☐ Статья из журнала
- ☐ Статья из сборника
- ☐ Статья из газеты
- ☐ Диссертация
- ☐ Автореферат
- ☐ Закон, нормативный акт и т.п.
- ☐ Интернет-ресурс

3. Выберите нужный вариант, характеризующий источник:

- ☐ 1-3 автора
- ☐ Более 3-х авторов и/или под редакцией

4. Нужно ли указывать страницы:

- ☐ Да
- ☐ Нет

5. Выберите предназначение библиографической записи:

- ☐ Для списка литературы
- ☐ Для ссылки

6. Добавлять тире (–) между элементами библиографической записи?
Пример: Пантелеев А. С. Зевсдин А. Л. Бекселя, взаимозачеты: бухгалтерский учет и налогообложение. – 4-е изд. – М.: Омега-Л, 2010. – 176 с.

- ☐ Да
- ☐ Нет

OK

Рис.5. Вид окна snoskainfo.ru

Ответьте на второй блок вопросов:

1. Фамилия, инициалы автора/авторов, через запятую
Альберт Ю.В.

2. Название книги
Библиографическая ссылка

3. Номер издания, если есть

4. Город издательства (М. СПб. – сокращенно с точкой, другие города пишутся полностью без точки)
Киев

5. Название издательства
Наук. думка

6. Год издания
1983

7. Количество страниц общее в книге
248

OK

Скопируйте полученный результат!

Альберт Ю.В. Библиографическая ссылка. – Киев: Наук. думка, 1983. – 248 с.

Рис.6. Вид окна snoskainfo.ru

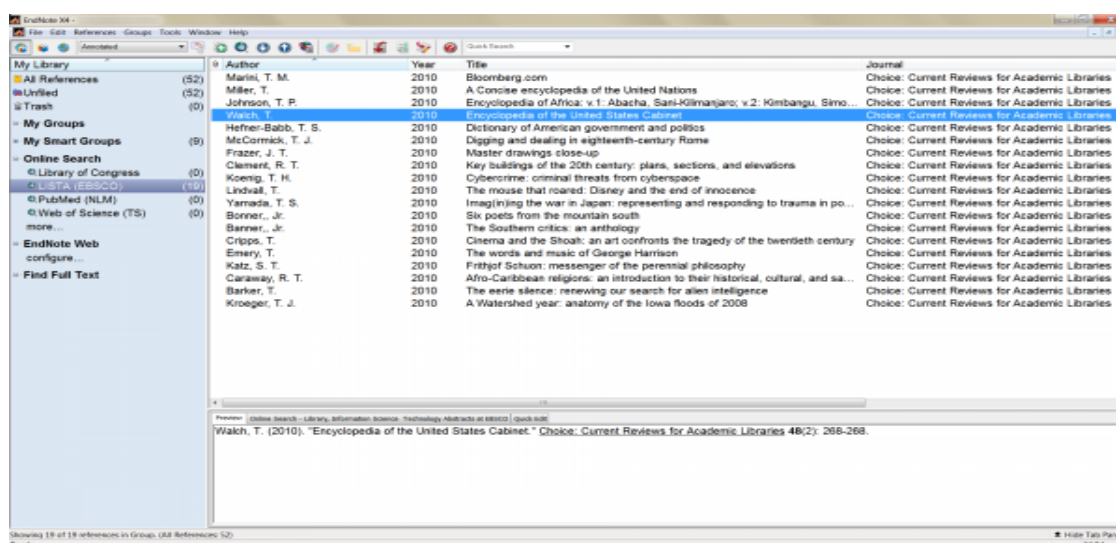


Рис. 7. Вид окна EndNote X4

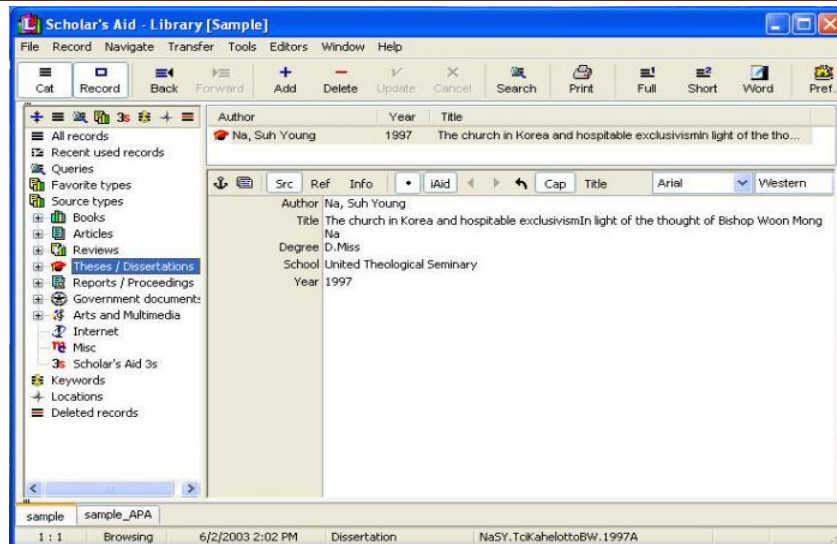


Рис.8. Вид окна Scholar's Aid

Zotero – программа, дополнение для браузера, создана для поиска и сохранения библиографических данных [10], вид окна которой представлен на рис. 9.

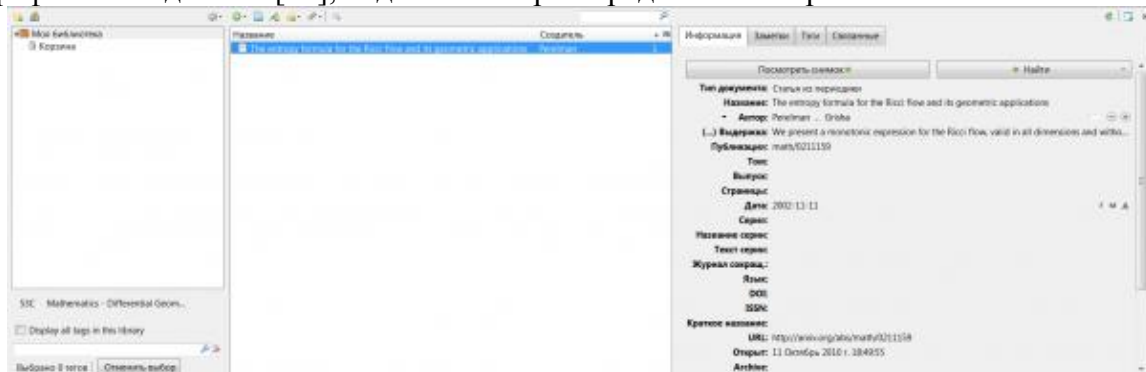


Рис. 9. Вид окна Zotero

Удобный интерфейс, импорт данных из браузера, совместимость с MS Word, возможность делать заметки – достоинства данной программы, однако есть и недостатки – нельзя создавать свои типы источников, свои стили цитирования. Чтобы как-то это изменить, необходимо знать язык CSL (Citation Style Language). Также не работает при отсутствии интернет-соединения.

Анализ программных средств, которые работают с библиографией, позволили выделить критерии для их сравнения и определить достоинства и недостатки.

Рассмотрим подробно выделенные критерии.

1. Стили ГОСТ 2003 и 2008. Это правила формирования библиографических записей согласно требованиям оформления приведенных стандартов.
2. Добавление своего стиля. Возможность создания и добавления своих правил формирования библиографических записей, отличающихся от уже имеющихся стандартов.
3. Русификация. Адаптация аппаратного и программного обеспечения к работе с русским языком, переход на использование русского языка при работе с документами.
4. Высокая стоимость. Необходимы большие затраты денежных средств на приобретение копии программного продукта, необходимого для работы.
5. Понятный интерфейс. Любой пользователь сможет без лишних затруднений разобраться, какие действия необходимо выполнить для достижения результата.
6. Взаимодействие с MS Word. Возможность импорта и экспорта данных в документ Word, либо установка в виде программного дополнения, расширяющего возможности MS Word.
7. Отсутствие интернет – соединения. Возможна ли работа программного обеспечения при отсутствующем доступе к сети internet.

Заключение

При написании научных и исследовательских работ исследователь сталкивается с вопросом выбора ГОСТа оформления библиографии. Часто организация дает свои требования для данного оформления, однако они могут меняться [11]. Были рассмотрены и проанализированы существующие программные средства, созданные для решения данной проблемы, найдены их достоинства и недостатки.

Существующее на данный момент программное обеспечение для автоматизации процесса создания библиографического списка не позволяет в полной мере упростить исследователю работу с библиографией.

Из рассмотренного выше материала следует, что необходимо разработать программное средство для автоматизации создания библиографического списка, которое позволило бы по выбранным параметрам оформления и введенным данным составлять библиографический список с заданным оформлением и возможностью сортировки.

Такое программное средство должно выполнять следующие задачи:

- заполнение данных о библиографических источниках;
- форматирование списка согласно ГОСТов 7.1-2003 и 7.0.5 2008;
- создание ссылок в тексте;
- построение библиографического списка литературы;
- использование уже имеющихся данных библиографического списка;
- выполнение сортировки библиографического списка по встречаемости, по алфавиту.

Список использованных источников

1. Ильина, Е.А. Об автоматизации библиографического списка / Е.А. Ильина, С.Н. Попов // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 4. Том 9 – Одесса: Куприенко СВ, 2013 – С. 72-75.
2. Ильина, Е.А. Автоматизация создания библиографического списка в MS WORD / Е.А. Ильина, С.Н. Попов // Проблемы информатики та моделювання. Тезиси тринадцятої міжнародної науково-технічної конференції. Секція "Молоді вчені". – Х.: НТУ "ХПІ", 2013. – С. 20, російською мовою.
3. Ильина, Е.А. О правилах составления библиографической информации / Е.А. Ильина, С.Н. Попов // Информатика, управління та штучний інтелект. Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та фізіантів: НТУ "ХПІ", 2014. – С. 31, російською мовою.
4. Попов, С.Н. Анализ систем компьютерной верстки для создания библиографического списка / С.Н. Попов, Е.А. Ильина // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 ноября 2013: в 18 частях. – Часть 9. – Тамбов: Издательство ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 133-134.
5. BibTEX.org [Электронный ресурс] : Your BibTeX resource – Электрон. текстовые данные (11713 bytes) . – Режим доступа: <http://www.bibtex.org/>. Tuesday, 15.04.2014
6. Bibloscape [Электронный ресурс] : Bibloscape 10 makes citing references easy – Электрон. текстовые данные (15296 bytes) . – Режим доступа: <http://www.bibloscape.com/>. Tuesday, 15.04.2014
7. BiblioExpress [Электронный ресурс] : BiblioExpress is a simple reference manager for researchers – Электрон. текстовые данные (44858 bytes) . – Режим доступа: <http://biblioexpress.findmysoft.com/>. Tuesday, 15.04.2014
8. SNOSKA.INFO [Электронный ресурс] : Программа «Оформитель библиографических ссылок» – Электрон. текстовые данные (26221 bytes) . – Режим доступа: <http://www.snoskainfo.ru/>. Tuesday, 15.04.2014
9. ENDNOTE [Электронный ресурс] : Find, use and share research with EndNote – Электрон. текстовые данные (53943 bytes) . – Режим доступа: <http://endnote.com/>. Tuesday, 15.04.2014
10. Scholar's Aid [Электронный ресурс] : If you spend too much time for finding sources and citing, and want to concentrate on your study and not on cut-and-pasting, Scholar's Aid is a god-send for you – Электрон. текстовые данные (22538 bytes) . – Режим доступа: <http://www.scholarsaid.com/>. Tuesday, 15.04.2014
11. Zotero [Электронный ресурс] : Zotero [zoh-TAIR-oh] is a free, easy-to-use tool to help you collect, organize, cite, and share your research sources – Электрон. текстовые данные (18826 bytes) . – Режим доступа: <https://www.zotero.org/>. Tuesday, 15.04.2014
12. Попов, С.Н. К вопросу об автоматизации создания библиографического списка / С.Н. Попов // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 1. Том 7 – Одесса: Куприенко СВ, 2014 – С. 29-31.
13. Логунова, О.С. Структуризация лексикографической информации при разработке программного обеспечения / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2014. – №1. – С. 87-91.

*Руководитель работы канд. пед. наук
Ильина Е.А.*

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

Окжос К.М.

Аннотация. В работе проводится анализ внешней и внутренней структуры сайта. Это позволило определить структуру информационной среды научного журнала необходимую для эффективного развития.

Ключевые слова: структура, навигация, макет, сайт, древовидная структура, меню.

STRUCTURE OF THE INFORMATION ENVIRONMENT OF THE SCIENTIFIC MAGAZINE

Okhjos K.M.

Abstract. In work the analysis of external and internal structure of a site is carried out. It allowed to define structure of the information environment of the scientific magazine necessary for effective development.

Keywords: structure, navigation, model, site, treelike structure, menu.

Введение

Научный журнал является одной из главных компонент научной литературы и представляет собой рецензируемое издание. Для ускорения научного прогресса необходимо постоянное улучшение и расширение возможностей использования научной литературы, научных журналов в частности. Внедрение электронных версии для научных журналов дало возможность сделать базу научной информации доступной широкой аудитории, включая многочисленных студентов, преподавателей, ученых, и других потенциальных читателей, которые не имеют доступа к стационарной исследовательской библиотеке. Поэтому необходимо создать информационную среду журнала, которая определяется как набор условий для технологической переработки и эффективного использования знаний в виде информационного ресурса – сайта [1].

Каждый сайт – это, прежде всего, источник информации, поэтому важно сделать его удобными для извлечения искомого контента.

Навигация и структура сайта играет важнейшую роль для поисковой оптимизации сайта, так как влияет на удобство посетителя при поиске и составлении впечатления о ресурсе, следовательно, на успешность всего проекта. Поэтому так важна интуитивно понятная навигация сайта.

Элементы структуры информационной среды

Перейдем к рассмотрению понятий навигации и структуры. Система навигации представляет собой набор гиперссылок, созданный для переходов по разделам сайта для поиска конкретной информации. А структура представляет собой древовидное иерархическое представление всех элементов сайта, включая информационные разделы и их подразделы. От структуры сайта зависит, сможет ли посетитель найти интересующий его материал и насколько ему будет комфортно на сайте. Таким образом, можно сделать вывод о том, что от



Рис.1. Виды структур сайта

правильно проработанной структура зависит процесс навигации. Виды структур сайта представлены на рис. 1. Внешняя структура отображает способ упорядочения контента, а внутренняя структура регламентирует расположение элементов макета сайта.

Рассмотрим внешнюю структуру информационной среды. Исходя из требований выдвигаемых редакцией журнала «Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах», была выбрана древовидная структура. Общая схема данной структуры представлена на рис. 2.

Древовидная иерархическая структура это универсальный способ размещения web-страниц. Ее принцип заключается в том, что пользователь при входе на главную страницу оказывается перед выбором, куда идти дальше. У нее много достоинств, но так же есть и недостатки.

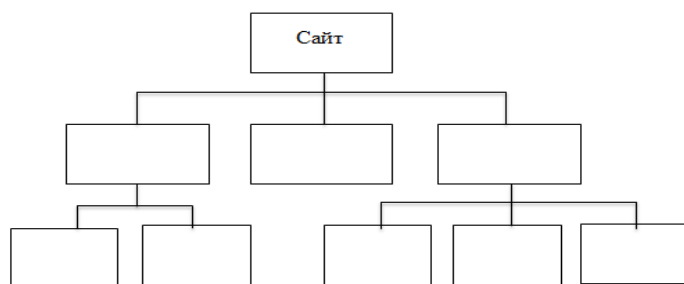


Рис.2. Древовидная структура сайта

В древовидной структуре сложно соблюдать баланс между глубиной и шириной. Если создать широкую структуру, то посетители будут тратить много времени для выбора нужной ветки [2]. Таким образом, при ее использовании необходимо постоянно следить за ее разрастанием и придерживаться золотой середины. Поэтому для дан-

ной структуры необходимо организовать всплывающего меню, позволяющего проводить более эффективную фильтрацию материалов и облегчающую навигацию благодаря группировке. Так же такая организация меню способствует экономии места на сайте.

Структура информационной среды научного журнала для обеспечения наиболее эффективной работы с ним должна состоять из пяти разделов («О журнале», «Читателю», «Автору», «Контакты», «Личные кабинеты»), обобщающих информацию о журнале. Данная структура позволит ускорить процесс навигации для авторов и читателей.

Перейдем к подробному описанию внутренней структуры информационной среды. Ее макет представлена на рис. 3.

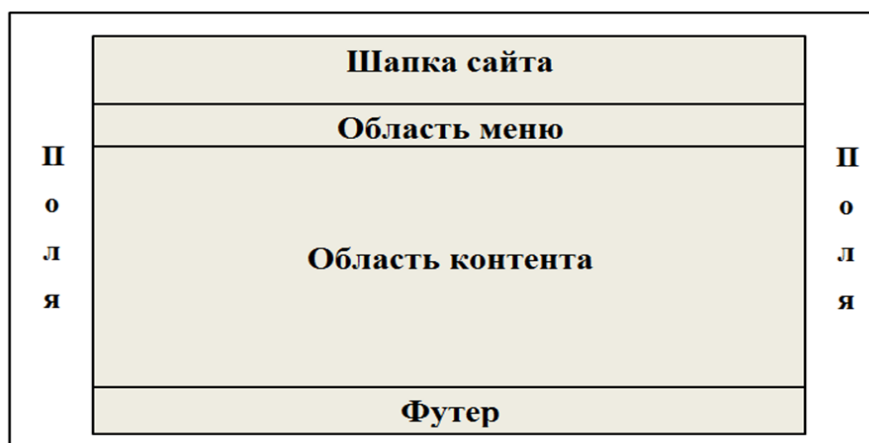


Рис.3. Макет сайта научного журнала

Рассмотрим подробнее элементы макета. У каждого сайта есть шапка, которая представляет собой место, отведённое для заголовка и логотипа. В области меню расположен навигационный элемент помогающий структурировать представленный на сайте контент. Область контента является основной частью, в пределах которой публикуется основная информация. Футер сайта представляет собой нижнюю часть сайта, в которой публикуется служебная информация.

Для разработки динамического макета внутренней информационной среды целесообразней использовать связку *HTML* и *CSS*. Так как эти средства дополняют друг друга и расширяют возможности разработчика используемые при верстке документа. В этой случае *HTML* используют для структурирования содержимого а, *CSS* для форматирования содержимого.

Вывод

Правильная организация внешней и внутренней среды сайта способствует упрощению процесса навигации при использовании информационной среды. От него зависит насколько быстро пользователь найдет интересующую его информацию и будет использовать контент этого ресурса в дальнейшем. Именно наличие качественной и четкой навигационной системы позволяет определить ценность информации, которая, размещена на ресурсе. Определе-

ние достоверности и ценности данных достигается при помощи изучения тематического содержания заголовков, которые в сжатом виде характеризуют освещаемую тему в меню.

Таким образом, грамотно организованная структура сайта позволяет увеличить ИФРИНЦ научного журнала за счет притока целевой аудитории. То есть детальная проработка внешней и внутренней оболочки информационной среды позволит, обеспечит работоспособность и функционал необходимый для дальнейшего развития научного журнала.

Список использованных источников

1. Бакланова, Ю.О. Электронный научный журнал – ресурс открытого доступа / Ю.О. Бакланова // Управление экономическими системами. – 2007. – №1. – С. 7-13.
2. Качественная структура сайта [Электронный ресурс] : курс профессионального создания сайтов / рук. проекта С.Н. Коротков. – «Univer-Studio». Текстовые данные (3618 bytes) . – М. : Univer-Studio, 2000. – Режим доступа: <http://kaksdelatsite.ru/nemnogo-o-dizayne> Tuesday, 15.04.2014.
3. Окжос, К.М. Об информационной среде научных журналов / К.М. Окжос, Е.А. Кустыбаева, Е.А. Ильина // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Т.8, № 1. – С. 25-29.
4. Окжос, К.М. Классификация электронных научных журналов / К.М. Окжос, Е.А. Кустыбаева, Е.А. Ильина // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Т.7, № 1. – С. 25-29.
5. Окжос, К.М. Информационное и программное обеспечение системы принятия решения в издательской деятельности / К.М. Окжос, Е.А. Ильина // Информатика, управління та штучний інтелект. Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та фізіантів. – 2014. – С. 30.
6. Нурғалина, Р.Г. Принятие решений при измерении уровня рефлексии в системе дистанционного обучения / Р.Г. Нурғалина, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – №2. – С. 250-256.
7. Нурғалина, Р.Г. Система принятия решений о рефлексии респондента по результатам обработки анкетно-опросного модуля / Р.Г. Нурғалина // Ab ovo ... (С самого начала ...). – 2013. – №1. – С. 12-17.
8. Логунова, О.С. Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа. / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. 2012. – № 2. – С. 281-291.
9. Логунова, О.С. Наукометрические показатели как инструмент оценки деятельности ученого / О.С. Логунова, Д.Я. Арефьева // Информатика, управління та штучний інтелект. Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та фізіантів. – 2014. – С. 48.

*Руководитель работы канд. пед. наук
Ильина Е.А.*

Окжос К.М. Структура информационной среды научного журнала // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 61-64.

УДК 338.242

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОК ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Торчинская И.В.

Аннотация. С увеличением объема проводимых торгов существенно повышается трудоемкость работ по подготовке, проведению, учету и контролю проводимых торгов и заключаемых контрактов. Процесс размещения заказа является сложным и трудоемким, связан с большим документооборотом, поэтому для его осуществления необходимо применять информационно-аналитические технологии.

Автоматизация данного процесса позволяет увеличить скорость принятия решений государственными и муниципальными заказчиками и сформировать статистику по всем проводимым закупкам. Таким образом, значительно повышается эффективность государственных и муниципальных закупок.

Ключевые слова: план закупок, товарно-материальные ценности, заявки на закупку, алгоритм, программное обеспечение.

SET-THEORY ANALYSIS OF PLANNING STATE AND MUNICIPAL PROCUREMENT OF THE MATERIAL ASSETS

Torchinskaya I.V.

Annotation. When volume of trades increases, laboriousness of work involved in preparing, conducting, recording and control of trades conducted and concluded contracts has significantly increased. The process of placing an order is a difficult and time consuming, associated with a excessive paperwork, so for its implementation is necessary to apply the information and analytical technologies.

Automation of this process will increase the speed of decision-making by state and municipal customers and generate statistics for all procurements which were conducted. Thus, the efficiency of public procurement significantly increases.

Keywords: procurement plan, material assets, purchase requisition, algorithm, software.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования является сокращение временных затрат на составление плана закупок за счет применения эффективного алгоритма планирования закупок товарно-материальных ценностей, учитывающий ограничения ФЗ-44 и ФЗ-223.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: выполнить анализ процесса составления плана закупок товарно-материальных ценностей; выполнить теоретический анализ научно-практических разработок в области решения задач набора заданной суммы большой размерности; разработать программный модуль планирования закупок; провести вычислительный эксперимент на основе разработанного алгоритма.

Дерево целей и задач исследования представлено на рис. 1.

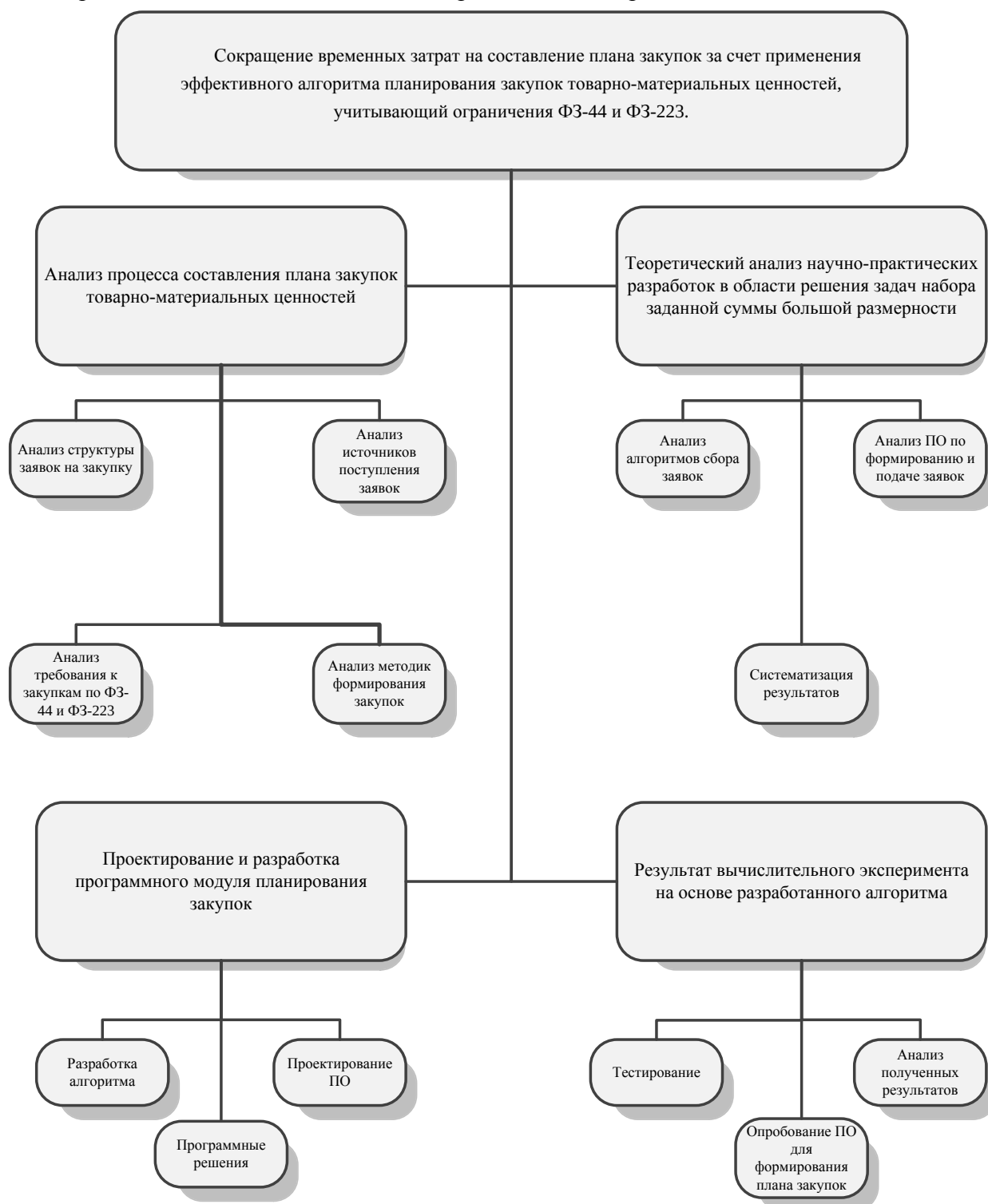


Рис. 1. Дерево цели и задач исследования

Таким образом, для того, чтобы сформировать план закупок, работнику контрактной службы необходимо сначала проанализировать поданные заявки на закупку и указать способы закупок для тех заявок, для которых законом регламентирована закупка каким-то определенным способом. Далее работник отдела выбирает способ закупки и сумму, которую необходимо набрать и запускает алгоритм. Он подбирает заявки, общая стоимость которых близка к заданной сумме. При этом пользователь видит, уже запланированные суммы по данному способу закупки (общую и в данной категории) и таким образом может контролировать выполнение ограничений, предусмотренные ФЗ-44 и ФЗ-223.

Для того чтобы разработать алгоритм для планирования закупок, который будет быстро набирать заданную сумму с определенной точностью, необходимо проанализировать исходные данные, существующие пути решения подобных задач, выявить их недостатки.

После исследования решения задач набора заданной суммы большой размерности, необходимо разработать алгоритм, который применяется к поставленной задаче планирования закупок. Также необходимо выполнить оценку погрешности и вычислительной сложности алгоритма.

Проведение вычислительного эксперимента необходимо для выявления и исправления ошибок перед вводом в эксплуатацию. Кроме того, необходимо провести работу с реальными данными. Этот этап необходим для того, чтобы можно было сопоставить результаты работы в новой системе с результатами, которые получены были прежним способом (вручную).

Исходные данные

Исходными данными являются федеральные законы №44 и №223, а также их ограничения на закупку товарно-материальных ценностей. Также исходными данными будут заявки на закупку, которые ежегодно подают подразделения вуза. При планировании их необходимо разделить на категории (например, канцтовары, мебель и др.), а также определить источник финансирования (федеральный бюджет, студенты-контрактники, программа стратегического развития и прочее). От этого зависит, под действие какого закона попадет заявка, а соответственно определение способа закупки может измениться.

Кроме того, в вузе действует автоматизированная система «Управление приобретением товарно-материальных ценностей», рассчитанная на закупки по федеральному закону №94. Клиентское приложение разработано в MS Access, а база данных – в Microsoft SQL Server. Для ведения закупок по новому закону необходимо внести изменения в существующее приложение, а также добавить модуль планирования закупок товарно-материальных ценностей.

Ментальная карта исходных данных представлена на рис. 2.

Компоненты системы и их множественное описание

Объект исследования $A = \{A_1, A_2, A_3\}$, A_1 = Информационное обеспечение, A_2 = Математическое обеспечение АС «Управление приобретением товарно-материальных ценностей», A_3 = Программное обеспечение АС «Управление приобретением товарно-материальных ценностей».

В ходе теоретико-множественного анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для модели планирования государственных закупок товарно-материальных ценностей.

В информационное обеспечение входят заявки на закупку товарно-материальных ценностей, так как содержат информацию, на основе которой составляется план закупок; справочник товарно-материальных ценностей, так как содержит информацию о закупаемых ТМЦ; и федеральные законы, так как содержат информацию о способах закупок и ограничениях по ним.

В математическое обеспечение входит задача «Сумма размеров», так как задача планирования является частным случаем этой задачи; точный алгоритм ее решения, приближенный алгоритм и оценка погрешности приближенного алгоритма.

В программное обеспечение входит база данных, в которой хранится информация о заявках на закупку, контрактах и основные справочники; система подачи заявок на закупку,

через которую подразделения могут сообщить о необходимости покупки товаров; клиентское приложение ведения учета закупок, в котором работает контрактная служба вуза; модуль планирования закупок, который позволяет автоматически составлять план закупок.

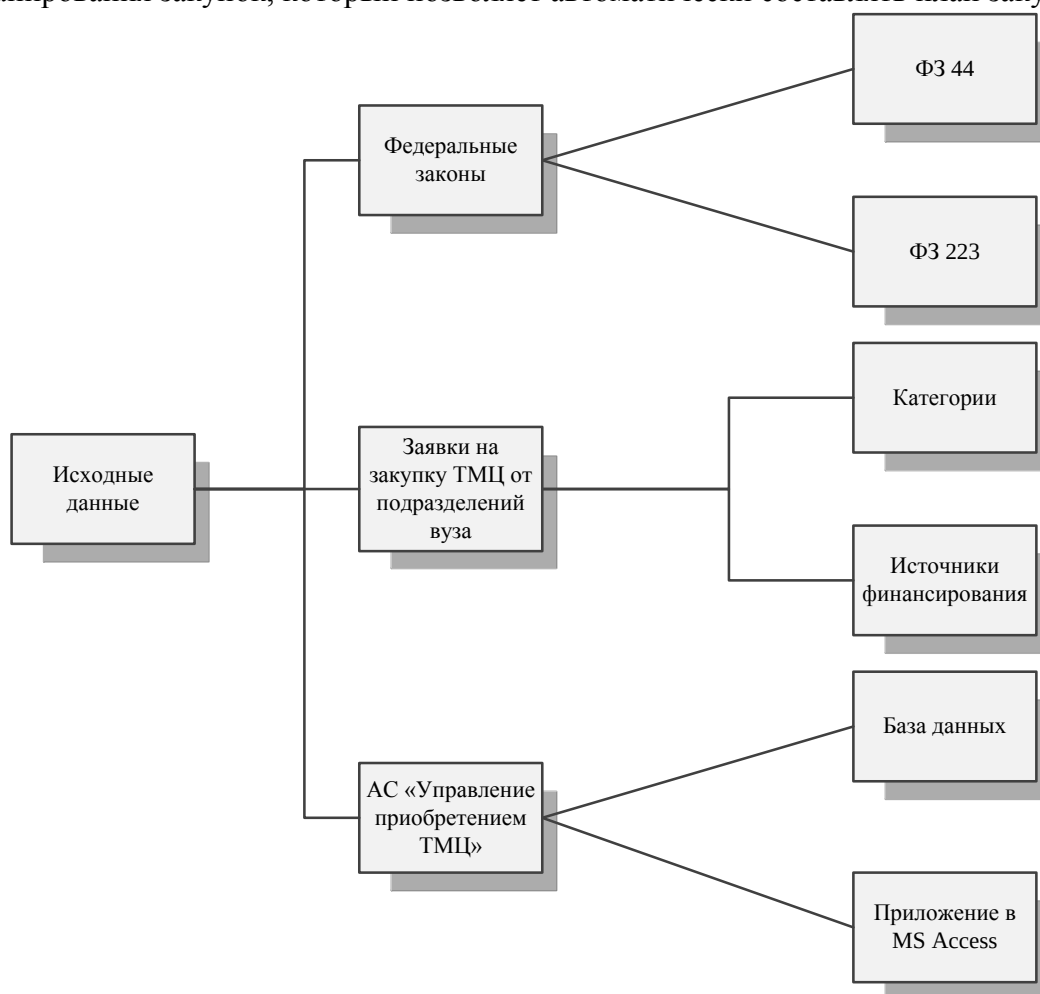


Рис. 2. Ментальная карта исходных данных

Результат построения модели приведен на рис. 3.

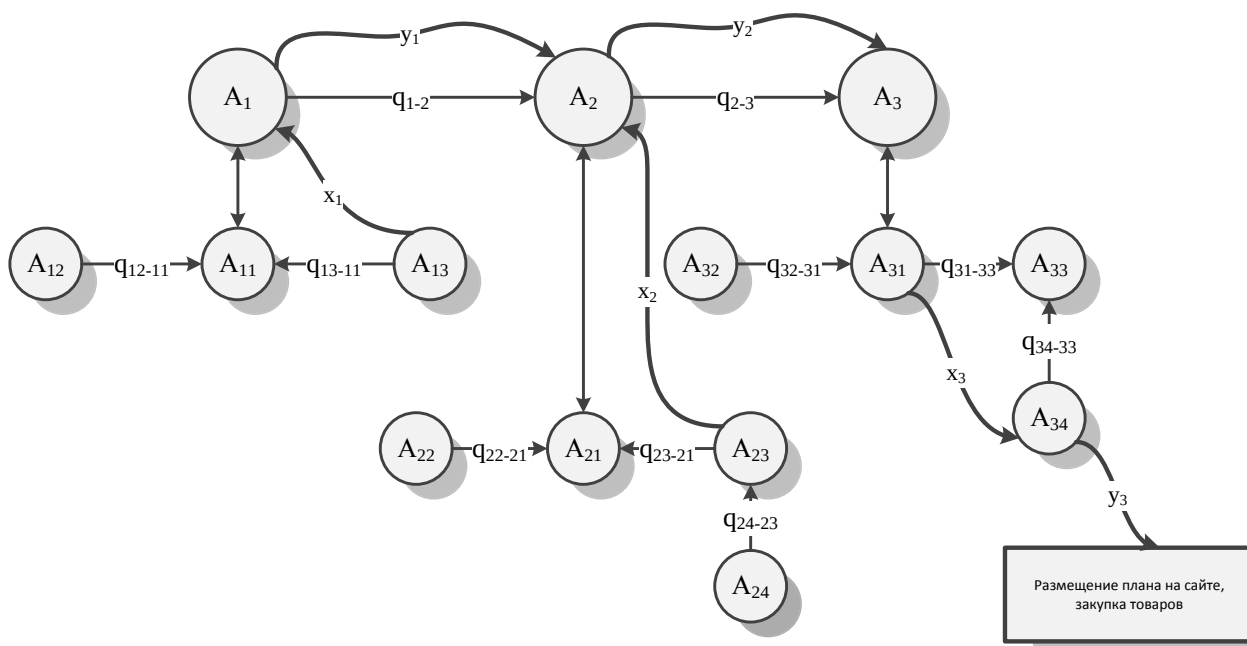


Рис. 3. Множественная модель объекта исследования

Описание объектов, приведенных на рис. 3 и входящих в проектируемую модель, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Описание элементов объектно-множественной модели планирования государственных закупок товарно-материальных ценностей.

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
A_1	A_{11}	Заявки на закупку	
	A_{12}	Справочник ТМЦ	
	A_{13}	ФЗ	
A_2	A_{21}	Задача «Сумма размеров»	
	A_{22}	Точный алгоритм решения задачи «Сумма размеров»	
	A_{23}	Приближенный алгоритм решения задачи о наборе заданной суммы с заданным отклонением	
	A_{24}	Оценка погрешности алгоритма	
A_3	A_{31}	База данных с заявками на закупку и контрактами	
	A_{32}	Система подачи заявок подразделениями	
	A_{33}	Клиентское приложение ведения закупок	
	A_{34}	Модуль планирования закупок	

В табл. 2 представлено описание управляющих взаимосвязей между объектами.

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами

Обозначение	Вид потока	Содержание потока
q_{1-2}	Электронный	Список заявок, способов закупок и ограничений
q_{2-3}	Электронный/бумажный	План закупок
q_{12-11}	Электронный	Наименования тмц и их цена
q_{13-11}	Электронный	Бюджет/Внебюджет
q_{22-21}	Математический	Метод решения
q_{23-21}	Математический	Приближенный метод решения
q_{24-23}	Математический	Погрешность
q_{32-31}	Электронный	Заявки
q_{31-33}	Электронный	Данные, справочники
q_{34-33}	Электронный	Форма «Заявки»

Каждый элемент модели характеризуется свойствами. В табл. 3 приведено описание каждого из определенных объектов.

Для объекта A определены входы $X=\{x_1, x_2, x_3\}$ и выходы $Y=\{y_1, y_2, y_3\}$, где x_1 – информация о способах закупок и ограничениях, y_1 – ограничения на закупку, x_2 – задача о наборе заданной суммы, y_2 – приближенный алгоритм решения задачи с заданной точностью, x_3 – заявки на закупку, y_3 – план закупок.

Заключение

Таким образом, на основе теоретико-множественного анализа планирования закупок товарно-материальных ценностей в работе было выполнено определение основных объектов системы – информационное, математической и программное обеспечение, выявлены их структура, свойства и определены все возможные взаимодействия между ними.

Описание объектов модели планирования государственных закупок товарно-материальных ценностей

Объект	Свойство	Описание свойства
A ₁₁	Z ₁₁	Z ₁₁₁ = количество заявок Z ₁₁₂ = категории заявок Z ₁₁₃ = источник финансирования
A ₁₂	Z ₁₂	Z ₁₂₁ = список ТМЦ Z ₁₂₂ = цена ТМЦ Z ₁₂₃ = прочая информация о ТМЦ (ОКВД, КБК, ОКВЕД)
A ₁₃	Z ₁₃	Z ₁₃₁ = регламент проведения закупок Z ₁₃₂ = определение способов закупок Z ₁₃₃ = ограничение по суммам закупок
A ₂₁	Z ₂₁	Z ₂₁₁ = постановка задачи Z ₂₁₂ = сложность задачи
A ₂₂	Z ₂₂	Z ₂₂₁ = количество N, при котором точный алгоритм работает реальное время Z ₂₂₂ = сложность точного алгоритма
A ₂₃	Z ₂₃	Z ₂₃₁ = параметр масштабирования Z ₂₃₂ = параметр аппроксимации
A ₂₄	Z ₂₄	Z ₂₄₁ = абсолютная погрешность Z ₂₄₂ = асимптотическая погрешность
A ₃₁	Z ₃₁	Z ₃₁₁ = таблицы Z ₃₁₂ = связи Z ₃₁₃ = данные
A ₃₂	Z ₃₂	Z ₃₂₁ = Web-интерфейс Z ₃₂₂ = связь с базой данных
A ₃₃	Z ₃₃	Z ₃₃₁ = форма работы с контрактами Z ₃₃₂ = форма работы с заявками Z ₃₃₃ = форма работы с отчетами
A ₃₄	Z ₃₄	Z ₃₄₁ = входные параметры (заявки) Z ₃₄₂ = заданная сумма Z ₃₄₃ = отклонение Z ₃₄₄ = способ закупки Z ₃₄₅ = текущие суммы заявок с определенными способами

В информационное обеспечение входят заявки на закупку товарно-материальных ценностей, справочник товарно-материальных ценностей и федеральные законы. В математическое обеспечение входит задача «Сумма размеров», точный алгоритм ее решения, приближенный алгоритм и оценка погрешности приближенного алгоритма. В программное обеспечение входит база данных, система подачи заявок на закупку, клиентское приложение ведения учета закупок и модуль планирования закупок.

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 разработать приближенный алгоритм решения задачи о наборе заданной суммы с большой размерностью, так как точный алгоритм в данном случае не будет укладываться в реальное время.

Список используемых источников

1. Логунова, О.С. Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – № 2. – С. 281-291.
2. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // «Собрание законодательства РФ», 08.04.2013, N 14, ст. 1652.
3. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» // «Собрание законодательства РФ», 25.07.2011, N 30 (ч. 1), ст. 4571.
4. ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения».
5. Трапезникова, А.С. Результаты теоретико-информационного анализа структуры сетей водоснабжения городского населения / А.С. Трапезникова, О.С. Логунова // Информационные технологии и системы: материалы Первой междунар. науч. конф. Челябинск: Изд-во ЧГУ, 2012. С. 50-54 с.

6. Трапезникова, А.С. Модель обслуживания абонентов сети водоснабжения городского населения // Ab ovo ... (С самого начала ...). – 2013. – №1. – С. 3-9.
7. СМК-РИ-01 -12. Стандарт организации. Рабочая инструкция о порядке формирования бюджета университета, внесения изменения и дополнений в бюджет (корректировке бюджета), исполнения бюджета университета. – Введ. 2012-12-01. – Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 22 с.
8. Девятков, Д.Х. Оперативное планирование отгрузки готовой продукции со складов металлургических предприятий / Д.Х. Девятков, С.И. Файнштейн, В.Д. Тутарова, А.Н. Калитаев // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2008. – №4. – С. 36-40.
9. Файнштейн, С.И. Эвристический полиномиальный алгоритм оперативного планирования размещения готовой продукции на складах металлургических предприятий / Д.С. Каплан, Д.Х. Девятков, С.И. Файнштейн, В.Д. Тутарова, А.Н. Калитаев // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – №6. – С. 35-39.
10. Каприлевская, З.Г. Результаты теоретико-множественного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников вуза по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» / З.Г. Каприлевская, Е.А. Ильина // Психология и педагогика на современном этапе: Материалы II Междунар. науч.-практич. конф. Ставрополь: Центр науч. зн. «Логос», 2011. – С. 160-164
11. Бусленко, Н. П. К теории сложных систем // Изв. АН СССР. «Техническая кибернетика». – 1963. – №5.

*Руководитель работы канд. техн. наук
Калитаев А.Н.*

Торчинская И.В. Теоретико-множественный анализ процесса планирования закупок товарно-материальных ценностей // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 64-70.

УДК 377.5

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Королева В.В.

Аннотация. В данной работе пересматриваются технологии профессионально-направленного образования в условиях новой образовательной парадигмы. Предпринята попытка построения модели образовательного процесса. Представлена схема в нотации структурно-функционального анализа.

Ключевые слова: построение модели, структурно-функциональный анализ, профессионально-направленное образование.

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL OF PROFESSIONAL-DIRECTED EDUCATION

Koroleva V.V.

Abstract. In this paper reviewed the technology professionally-directed education in the new educational paradigm. Attempted to construct a model of the educational process. A scheme of notation structural and functional analysis.

Keywords: model, structural and functional analysis, professional-directed education.

Актуальность работы

Одной из современных проблем высшей школы является внедрение в практику образовательных систем, позволяющих качественно подготовить конкурентоспособного, мобильного специалиста, способного эффективно решать профессиональные задачи. Большинство вузов имеют образовательную систему, складывающуюся из подсистем факультетов либо подсистем педагогической деятельности отдельных преподавателей.

Создание образовательной системы в основе, которой лежит функционально-деятельностный подход [1-8], предполагает моделирование целевой структуры учебно-профессиональной деятельности студента с учетом конкретных производственных функций специалиста. Основой подхода выступает реализация теории деятельности, которая предусматривает наличие в системе следующих компонентов: мотив, цель, содержание, средства, результат, коррекция. Указанные компоненты наполняются конкретным содержанием на основе учета взаимодействия, взаимообусловленности деятельности студента и преподавателя, направленной на решение учебно-профессиональных задач по выполнению определенных функций специалиста. Функционально-деятельностный подход может служить системообразующим фактором системы управления профессиональной деятельностью студентов (образовательной системы).

Конструирование подобных систем проходит поэтапно: определение места данной системы в общей структуре образовательного процесса в вузе; теоретическое обоснование создания системы; выбор компонентов системы, отвечающих методическим целям и задачам обучения и воспитания студентов; наполнение содержания компонентов на основе определения инновационных или экспериментальных методов, форм, средств, технологий обучения и воспитания в высшей школе; обнаружение основных связей между отдельными компонентами системы; конструирование модели, иллюстрирующей основные связи между смысловыми единицами и компонентами системы; наглядное изображение системы; внедрение системы в практику образовательного процесса и проверка ее эффективности; коррекция отдельных элементов, позволяющая повысить эффективность всей образовательной системы.

Основные проблемы и решения

Социально-экономические, научно-технические, экологические и социально-культурные изменения, происходящие в нашей стране, неизбежно влекут за собой радикальные изменения в образовании. Темпы обновления знаний настолько высоки, что на протяжении жизни человеку приходится неоднократно переучиваться, овладевать новыми профессиями. Изменившиеся социально-экономические условия в стране и конкуренция на рынке труда по-новому ставят вопрос о необходимости значительного повышения качества подготовки современных специалистов в области техники и технологии.

В связи с этим сейчас в России меняются образовательные стандарты, да и сама парадигма образования. Стандарты первого поколения были ориентированы на решение основной задачи: сохранение единого образовательного пространства страны, обеспечение доступности образования в пределах минимального достаточного уровня его содержания. В основу разработки новых стандартов положен системно-деятельностный подход. Компетентностный подход при этом рассматривается как частный случай системно-деятельностного подхода [15-17, 19-23]. Профессиональная направленность образования студентов вуза также является одной из компонент образовательных стандартов.

Актуальность проблемы профессиональной направленности образования студентов вуза обусловлена необходимостью:

- совершенствования качества подготовки конкурентоспособного на рынке труда профессионально мобильного специалиста;
- повышения теоретического уровня обучения студентов вузов фундаментальным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам;
- усиления прикладного характера обучения дисциплин в вузе;
- соблюдения преемственности целей, содержания, форм, методов и средств обучения для общепрофессиональных и специальных циклов дисциплин в высшей школе.

Для решения указанных проблем необходим пересмотр технологии профессионально-направленного образования в условиях новой образовательной парадигмы. Традиционно это решалось раньше путем разработки новой методики образования. Т.е. разрабатывались конкретные приёмы, способы, техники, правила педагогической деятельности в отдельных образовательных процессах, которые включали в себя цели, принципы, содержание и методы обучения. Сейчас пересмотр технологии образования решается путем разработки новой модели (проекта) образовательного процесса, из которой, как следствие, вытекают усовершенствованные методики обучения. Например, проблему профессиональной направленности образования в вузе предлагали решать ряд авторов [9, 12-14, 18] путем проектирования новых моделей образования.

Разнообразие моделей образования для решения одной и той же проблемы оправдано для различных специфичных условий образовательного процесса.

Разработка модели профессионально-направленного образования в вузе является системой, включающей себя в качестве подсистем разработку моделей обучения и реализацию этих моделей в образовательном процессе.

Все это можно представить в виде концептуальной модели и отобразить с четырех позиций:

1. *Компоненты*. Отвечают на вопрос: «Что содержит модель?».
2. *Динамика процессов*, отраженных в модели. Отвечает на вопрос: «Когда наступит соответствующее событие?».
3. *Дидактика*. Отвечает на вопрос: «Как должен быть реализован образовательный процесс?».
4. *Управление*. Отвечает на вопрос: «Кто и с какими ресурсами будет осуществлять образовательный процесс?».

Данный процесс включает в себя следующие структурные компоненты:

Разработки моделей образовательного процесса, реализуемая в каждом конкретном случае согласно представленному ниже алгоритму;

Реализация разработанных моделей учебного процесса, учитывающая специфику учебного заведения, предметной среды и других особенностей, присущих реальным образовательным системам.

На рис.1. представлена взаимосвязь этих компонентов. Разработка моделей и процесс их реализации в учебном процессе является взаимосвязанным и взаимозависимым.

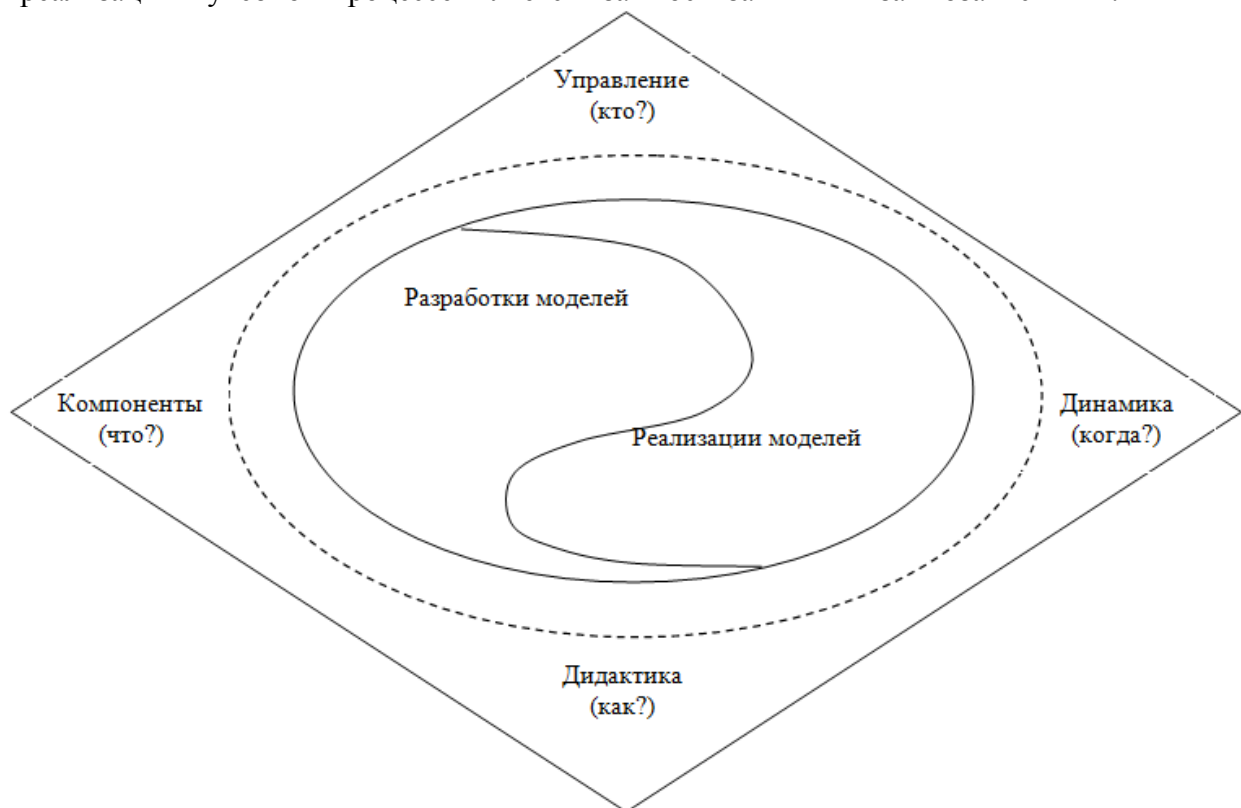


Рис.1. Взаимосвязь компонентов

Разработка моделей образования включает в себя следующие компоненты, спецификация которых приведена ниже.

1. *Формат описания моделей.*

Данный компонент обусловлен необходимостью однозначной интерпретации, как самого процесса моделирования, так и построенных моделей различными пользователями (преподавателями, тьюторами, разработчиками методического обеспечения). Формат описания модели зависит от выбора анализа объекта научного изучения.

Для целей нашего исследования выбран структурный анализ и проектирование Дугласа Т.Росса (*Duglas T. Ross*) [7,8], реализованная в формате интегрального определения функциональных моделей *IDEF0* (*Integrated DEFinition 0 – Function Modeling*). Предлагаемая разработка моделей образования предназначена для создания структурно-функциональных моделей, т.е. образовательный процесс представляется в виде структуры функциональных элементов.

2. *Участники образовательного процесса.*

В этом компоненте определяются:

- квалификация (компетенция) преподавателей, вовлеченный в заданный образовательный процесс;
- требования к начальному уровню знаний/умений/навыков (начальных компетенций) студентов, начинающих обучение по заданному в целях направлению (модулю);
- возможные сферы/области применения сформированных компетенций;
- требования потребителей к уровню подготовки данного специалиста.

3. Ресурсы образовательного процесса.

В этом компоненте определяются требования к:

- дидактическим материалам, включая специальное оборудование, расходные материалы, организацию учебных занятий в заданной образовательной среде;
- временные ресурсы, необходимые на подготовку учебных занятий, проведение занятий, самостоятельную работу студентов.

4. Постановка целей и задач (с учетом участников образовательного процесса и наличия/возможности получения ресурсов).

Предполагается, что в конкретных учебных условиях и учебных заведениях целевые установки могут меняться. Соответственно будут меняться и частные задачи, решаемые для достижения этих целей. Это особенно важно в условиях перехода на ФГОС третьего поколения и расширения самостоятельности университетов в области формирования собственных планов по ключевым компетенциям и кросс-планов по учебным дисциплинам.

5. Выделение набора компетенций, соответствующих модели бакалавра /специалиста /магистра.

В данном компоненте заложено требование к непрерывному изучению рынка труда и прогнозированию/оценке возможных тенденций и/или существенного изменения требований к выпускникам вузов.

6. Управление образовательным процессом.

В этом компоненте для заданного учебного процесса/подпроцесса описывается кто, при помощи чего, в какие моменты времени осуществляет управляющие воздействия на процесс. Эти воздействия включают в себя направляющие, контролирующие и диагностические мероприятия. В отдельных случаях (например, в условиях заочного обучения) – создание подсистемы мониторинга учебного процесса с акцентом на самоуправление студентов.

На рис. 2. и рис. 3 в формате *IDEF0* приведена разработка структурно-функциональной модели профессионально-направленного образования. Она описана в структурно-функциональном представлении и содержит последовательно декомпозированные блоки, раскрывающие сущность и функциональные связи описанных выше компонентов.

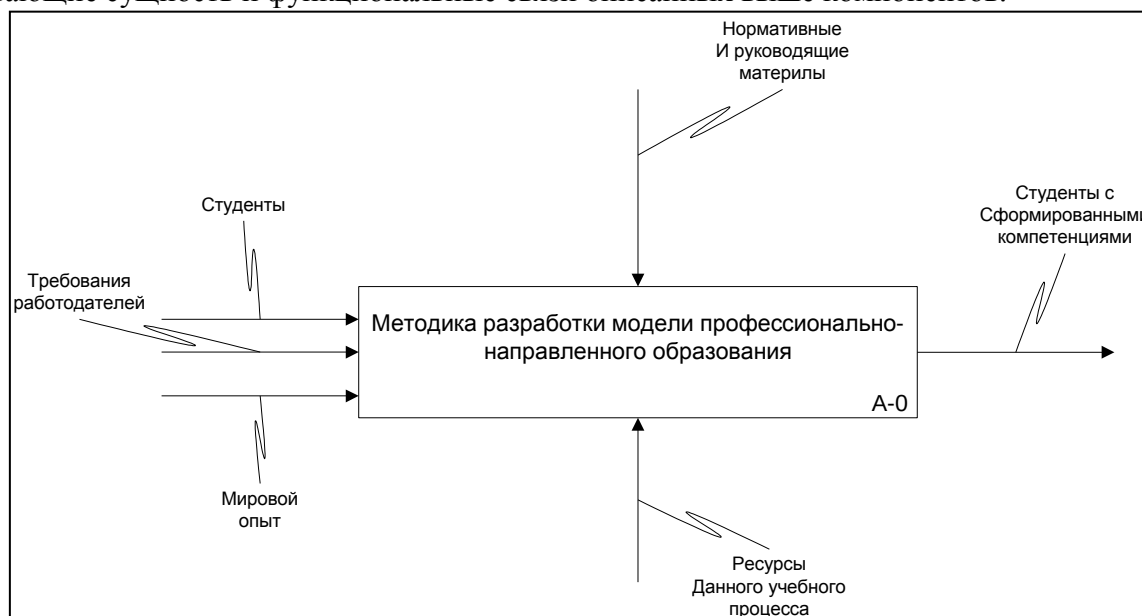


Рис.2. Нулевой уровень разработки модели профессионально-направленного образования

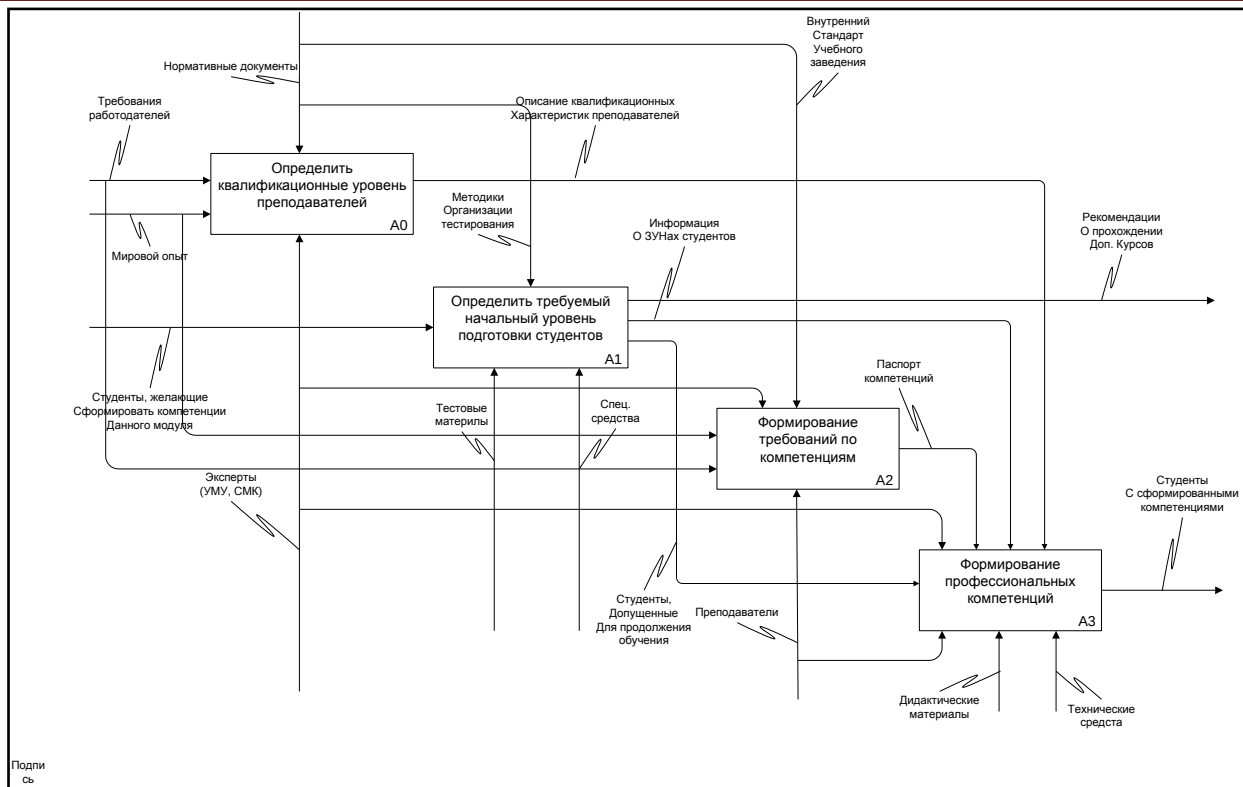


Рис.3. Первый уровень разработки модели профессионально-направленного образования.

Последовательно раскрывая следующие уровни модели в формате *IDEF0* (с использованием перечисленных выше компонентов разработки структурно-функциональной модели профессионально-направленного образования), проектируется конкретная модель образования. (см. рис.4 и рис. 5).

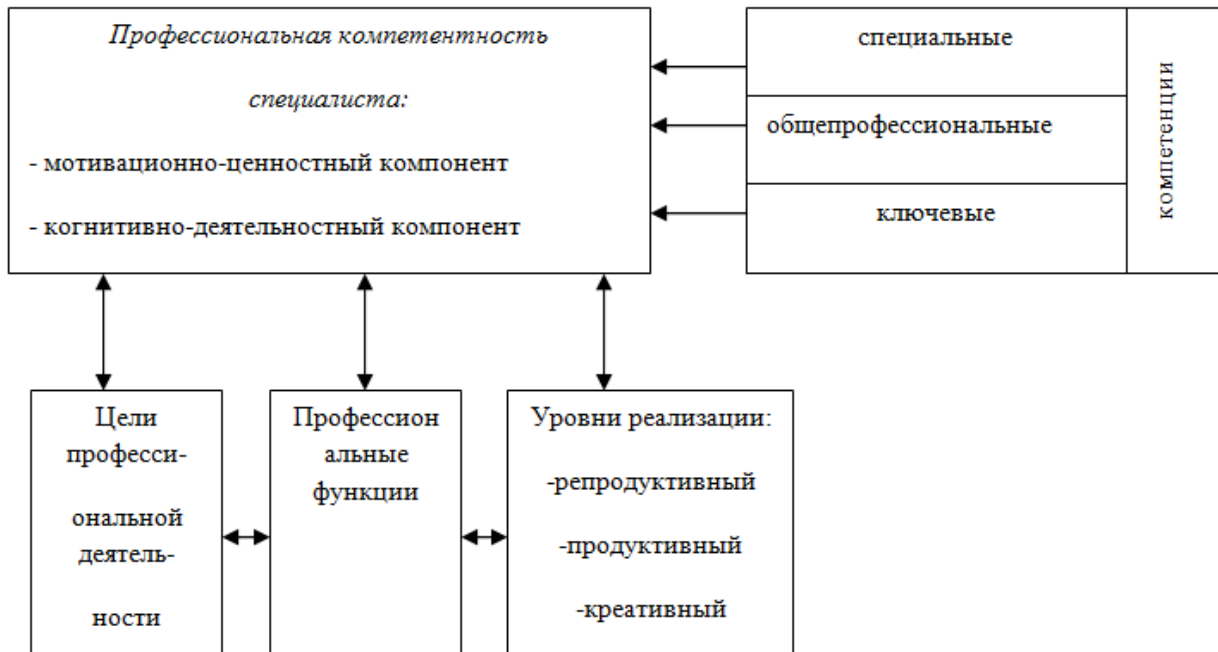


Рис. 4. Модель специалиста

Выводы

В нашем исследовании:

1. Концептуальная модель рассматривается с четырёх позиций:
 - Компоненты.
 - Динамика процесса.

- Дидактика.
- Управление.

2. Разработка моделей образования включает в себя следующие компоненты:

- Формат описания моделей.
- Участники образовательного процесса.
- Ресурсы образовательного процесса.
- Постановка целей и задач (с учетом участников образовательного процесса и наличия/возможности получения ресурсов).
- Выделение набора компетенций, соответствующих модели бакалавра /специалиста /магистра.
- Управление образовательным процессом.

3. Разработана структурно-функциональная модель профессионально-направленного образования. Она содержит последовательно декомпозированные блоки, раскрывающие сущность и функциональные связи описанных выше компонентов.

4. Последовательно раскрывая уровни модели, проектируется конкретная модель образования.

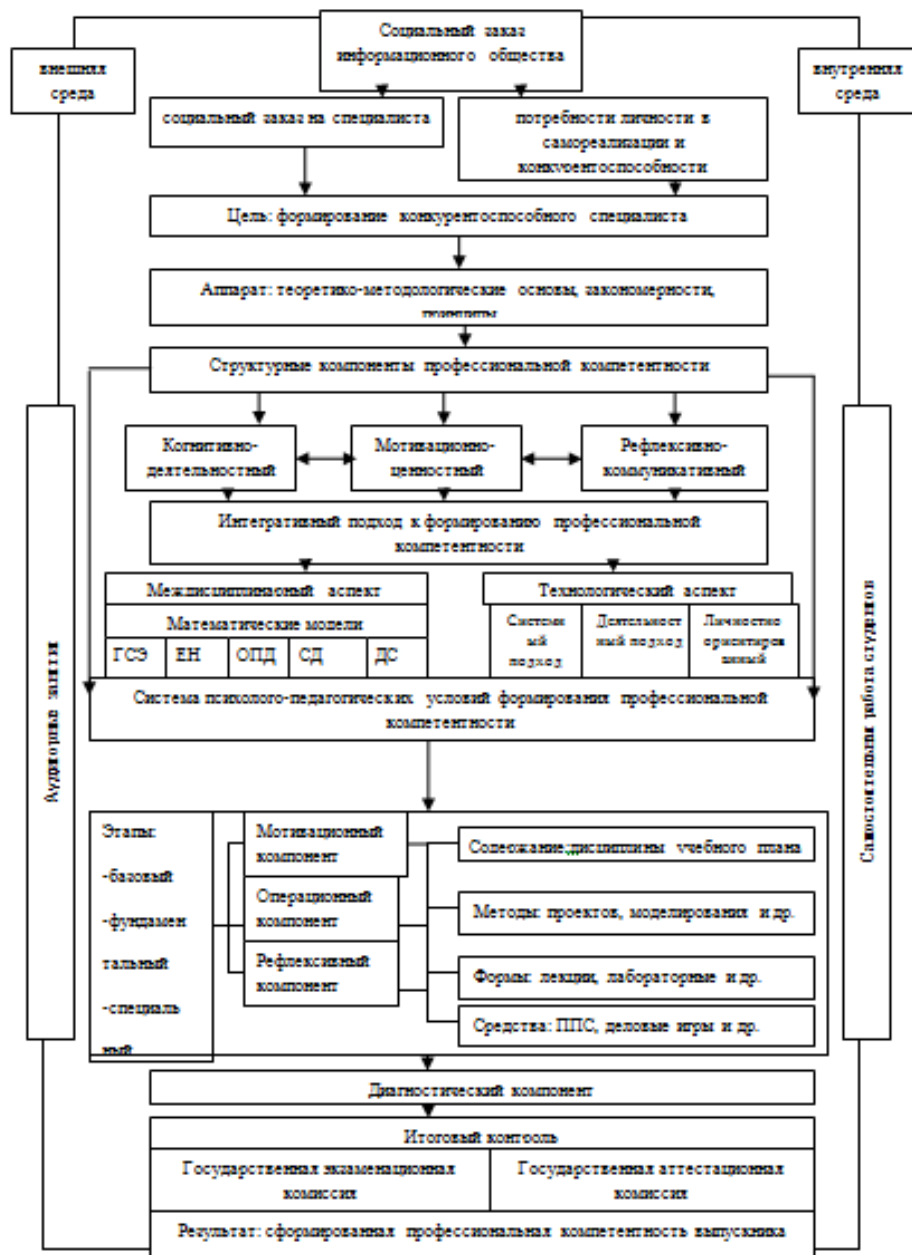


Рис. 5. Концептуальная модель оптимизационного моделирования профессиональной подготовки студентов вуза

Список используемых источников

1. Земцова, В.И. Моделирование образовательных систем профессиональной подготовки специалистов в вузе / В.И. Земцова // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 1. – С. 51-52.
2. Вагина, Е.Е. Структурно-функциональная модель профессиональной подготовки социального работника в вузе к превентивной деятельности с детьми-сиротами и детьми, оставшимися без попечения родителей / Е.Е. Вагина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
3. Белая, О.П. Инновационные модели образовательных систем в высшей школе России: современные тенденции / О.П. Белая // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – №6. – С. 64-65.
4. Талызина, Н.Ф. Теоретические основы разработки модели специалиста / Н.Ф. Талызина. М., Изд-во Знание, – 1986.
5. Курзаева, Л.В. Структурно-функциональная модель развития конкурентоспособности будущего ИТ-специалиста в процессе профессиональной подготовки в Вузе: организационно-управленческий аспект // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.
6. Погоньшева, Д.А. Экономико-математическое моделирование в подготовке будущих специалистов/Д.А. Погоньшева // Almamater. – М. – 2004. – №8. – С.59-61.
7. Погоньшева, Д.А. Моделирование как метод реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании / Д.А. Погоньшева // Педагогика. – М. – 2009. – №10. – С.22-28.
8. Погоньшева, Д.А. Личностно-профессиональное развитие будущих специалистов на основе математического моделирования // Сибирский педагогический журнал. – Новосибирск. – 2009. – №11. – С.89-98.
9. Королева, В.В. Модель профессионально-направленного математического образования будущего специалиста / В.В. Королева // Закон и право. — М., Изд-во «Юнити-Дана». – 2007. – №2. – С. 79-81.
10. Ross Douglas, T. Structured Analysis (SA): A Language for Communicating Ideas. In: IEEE Trans. Software Eng. 3(1): 1977. pp. 16-34.
11. Marca David A., McGowan Clement L. SADT: Structured Analysis and Design Technique. McGraw-Hall, 1988.
12. Егорова, И.П. Проектирование и реализация системы профессионально-направленного обучения математике студентов технических вузов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Тольятти, 2002. – 234 с.
13. Григоренко, О.А. Контекстная модель профессионально направленного обучения (на материале иностранного языка в военном вузе): дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. – М., 2001. – 239 с.
14. Леднев, В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М., Высш. шк., 1991. – 223 с.
15. Королева, В.В. Оценка социального заказа подготовки специалистов в многоуровневой системе образования России / В.В. Королева, О.С. Логунова, П.П. Макарычев // Проблемы теории и практики управления. – М., 2010. – № 5. – С. 43-52.
16. Королева, В.В. Социальный заказ по подготовке кадров в многоуровневой системе образования России / В.В. Королева, О.С. Логунова // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2010. Т. 2. Технические науки: Сб. науч. тр. по материалам междунаро. науч.-практ. конф. – Одесса, Черноморье, 2010. – С.13-21.
17. Королева, В.В. Управление подготовкой специалистов в области информационных технологий: компетентностный подход / В.В. Королева, О.С. Логунова, А.Б. Белявский // Проблемы теории и практики управления. – М., 2010. – № 12. – С. 63-69.
18. Королева, В.В. Структура профессионально-направленного математического образования выпускника высшей школы / В.В. Королева, О.С. Логунова // Инженерная поддержка инновации и модернизации: Материалы Международ. заочной конф., посвященной 15-летию со дня создания РУО АИН. – Екатеринбург, УГТУ МПИ, 2010. – С. 412-418.
19. Королева, В.В. Компетентностный подход в системе управления учебным процессом подготовки специалистов в области информационных технологий / В.В. Королева, О.С. Логунова // Перспективы развития информационных технологий: Материалы II ежегодной Международ. научн.-практ. конф. – Новосибирск, ЦРНС, 2011. – С. 9-14.
20. Королева, В.В. Система профессионального образования в России: проблемы и перспективы развития. Книга 2 : монография / В.В. Королева, О.С. Логунова, И.М. Ячиков. Новосибирск, СИБ-ПРИНТ, 2011. – 184 с.
21. Королева, В.В. Структура информационного образовательного пространства для подготовки ИТ-специалистов / В.В. Королева, О.С. Логунова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2011. – №1-2. – С. 220-228.
22. Королева, В.В. Роль математического образования при формировании общекультурных и профессиональных компетенций выпускника высшей школы / В.В. Королева, О.С. Логунова // Инновации в образовании и науке в условиях политической и экономической модернизации Казахстана: Сб. трудов междунар. науч.-практ. конф. Рудный, Рудненский индустриальный институт, 2011. – С 344-348.
23. Королева, В.В. Компетентностный подход в системе управления учебным процессом / В.В. Королева, О.С. Логунова //TA'LIM TEXNOLOGIYALARI журналы. – 2012. – № 3. – С. 29-34.
24. Логунова, О.С. Информатика. Курс лекций: учебное пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, И.И. Мацко. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 128 с.
25. Логунова, О.С. Обработка экспериментальных данных на ЭВМ. Курс лекций : учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2004. – 176 с.

26. Логунова, О.С. Программные статистические комплексы: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, Е.Г. Филиппов, В.В. Королева, В.В. Павлов. М., Академия, 2011. – 300 с.
27. Логунова, О.С. Теория и практика обработки экспериментальных данных на ЭВМ: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, В.В. Павлов. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 300 с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.*

Королева В.В. Разработка структурно-функциональной модели профессионально-направленного образования // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 70-77.

УДК 62.011.56

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАННЕГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ТРЕЩИН В РАЙОНЕ ПОГРУЖНОГО СТАКАНА НА МНЛЗ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ УЧАСТКОМ

Апет А.А.

Аннотация. В работе представлены основные результаты исследований, выполненных в ходе подготовки магистерской квалификационной работы на тему «Разработка системы раннего детектирования продольных трещин в теле отливаемой заготовки для МНЛЗ с вертикальным участком».

Ключевые слова: МНЛЗ, продольная трещина, автоматизация.

LONGITUDE CRACKS EARLY DETECTION SYSTEM DEVELOPMENT FOR CONTINUOUS CASTING MACHINES WITH A VERTICAL SECTION

Apet A.A.

Abstract. This paper presents the main results of researches, made within the master qualification work on the topic “Longitude cracks early detection system development for continuous casting machines with a vertical section”

Keywords: CCM, longitudinal crack, automatization.

В мире доля стали, произведенной на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), непрерывно растет. С целью улучшения качества выпускаемой продукции и увеличения производительности конструкция МНЛЗ непрерывно совершенствуется. Системы, которыми оснащены современные МНЛЗ, позволяют заблаговременно выявлять отклонения технологических параметров литья от нормы и, либо в автоматическом режиме предпринимать меры по стабилизации указанных параметров в рамках технологических требований, либо оповещать технологический персонал об указанных отклонениях [1].

Однако существуют такие дефекты непрерывнолитой заготовки предотвратить которые существующими средствами не представляется возможным.

Одним из существенных дефектов непрерывнолитой заготовки является продольная трещина на поверхности сляба, представленная на рис. 1. Наличие трещины не позволяет от-

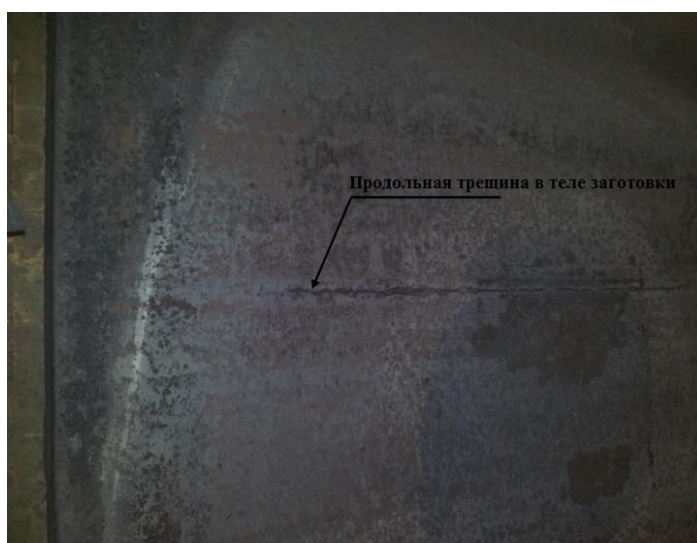


Рис. 1. Продольная трещина в теле отливаемой заготовки

править слябовую заготовку в прокатку. Для устранения трещины осуществляют огневую зачистку сляба, т.е. срезают часть поверхности заготовки на глубину залегания трещины. При этом возникают дополнительные затраты, связанные с оплатой труда, потерей металла и прочими расходами.

Хотя причины образования продольных трещин и известны [2, 3], полностью их устранить в существующих условиях ОАО «ММК» не удаётся.

Добиться этого можно при помощи системы раннего обнаружения

возникновения трещины, позволяющей своевременно детектировать наличие трещины и предпринимать меры по её устранению. Такой подход не может обеспечить полное отсутствие заготовок с данным дефектом, но способен сократить их количество [3].

В литературных источниках приводится расчет диагностических продольных трещин в теле отливаемой заготовки на МНЛЗ с вертикальным участком [4]. Расчет признаков основан на изменении абсолютных значений показаний термодатчиков.

Однако при изменении покрытия кристаллизатора, скорости разливки и сортамента разливаемой стали, абсолютные изменения показаний термопар при зарождении продольной трещины могут сильно различаться, поэтому при расчете диагностических признаков было предложено использование относительных изменений показаний термопар, рассчитываемые как частное значений параметра X до и после момента образования трещины:

$$dX = \frac{X_{\text{до}}}{X_{\text{после}}}.$$

На основании анализа эффективности тридцати признаков в относительных и абсолютных единицах измерения при диапазонах наблюдения изменения показаний термопар $N = 15, 30, 60$ и 90 посылок для шестнадцати достоверных случаев возникновения продольных трещин в теле отливаемой заготовки в районе погружного стакана МНЛЗ, с учётом эквивалентности ряда параметров при фиксированном интервале расчёта, предложена следующая методика детектирования продольных трещин в теле отливаемой заготовки в районе погружного стакана:

1. Формируется массив показаний термопар глубиной не менее 60 секунд (в условиях МНЛЗ №6 при существующей частоте обновления данных – 60 секунд). Массив представляет собой буфер *FIFO*, обновляющийся с приходом каждой новой посылки показаний термопар.

2. Для каждой термопары столбца определяется значение последнего локального максимума $T_{\text{max_loc}}$ и последнего локального минимума $T_{\text{min_loc}}$.

3. Определяется разница между текущими показаниями термопары и значениями локальных экстремумов $\Delta T_{\text{макс}} = T_{\text{max_loc}} - T$ и $\Delta T_{\text{мин}} = T_{\text{min_loc}} - T$.

4. Полученные значения $\Delta T_{\text{макс}}$ и $\Delta T_{\text{мин}}$ сравниваются с критическими значениями $\Delta T_{\text{кр1}}$ и $\Delta T_{\text{кр2}}$ и, если выполняется условие: $(\Delta T_{\text{макс}} < \Delta T_{\text{кр1}}) \& (\Delta T_{\text{мин}} < \Delta T_{\text{кр2}})$, по данной термопаре выставляется флаг наличия захлаживания. Флаг остаётся активным до тех пор, пока длина отлитой заготовки с момента обнаружения захлаживания не превысит высоту кристаллизатора.

5. Аналогично пп. 2-4 выполняется анализ показаний остальных термопар столбца координатной сетки.

6. Если хотя бы для двух термопар какого-либо столбца координатной сетки установлены флаги обнаружения захлаживания – для данного столбца выставляется флаг подозрения на наличие продольной трещины в районе встройки термопар столбца.

7. Выполняется послойная нормализация показаний термопар кристаллизатора относительно показаний, полученных двадцать пять секунд назад от текущего момента времени. Для этого

- рассчитываются средние по слоям значения показаний термопар, полученных двадцать пять секунд назад от текущего момента времени;
- рассчитывается разница между рассчитанными средними значениями и показаниями термопар, полученными двадцать пять секунд назад от текущего момента времени;
- к текущим показаниям термопар добавляются разницы, рассчитанные в предыдущем пункте.

8. По нормированным показаниям отдельно для базовой и небазовой стенок кристаллизатора рассчитываются средние значения показаний фоновых термопар – термопар входящих в сечение слитка и удалённых от района погружного стакана.

9. Для столбцов, обозначенных флагом подозрения на наличие продольной трещины в районе встройки термопар столбца, по нормированным показаниям послойно рассчитывает-

ся разница между средним значением фоновых термопар и текущим значением показаний термопар столбца.

10. Если хотя бы для двух термопар столбца рассчитанная в п. 9 разница превышает критическое значение – устанавливается флаг наличия продольной трещины в районе встройки термопар столбца.

В результате исследований [4] установлено, что для разработки системы раннего детектирования продольных трещин требуется следующая информация:

- 1) показания термодатчиков, встроенных в кристаллизатор МНЛЗ;
- 2) текущая скорость вытягивания заготовки;
- 3) текущее положение уровня расплавленного металла в кристаллизаторе;
- 4) ширина отливаемой заготовки.

Система сбора информации о показаниях термопар, встроенных в кристаллизатор МНЛЗ №6, реализована на базе контроллеров *Beckhoff FM33xx*. Данные контроллеры установлены непосредственно на кристаллизаторе, а информация с них передаётся по сети *Profibus* на сервер систем *Mould Monitor System*. Сервер представляет собой промышленный компьютер, оснащённый коммуникационным процессором *Siemens CP5613A2* (или аналогичным). На данном сервере установлено специализированное программное обеспечение *TwinCAT* фирмы *Beckhoff*, позволяющее осуществлять настройку и опрос контроллеров *FM33xx*, а также распределение информации с контроллеров среди различных клиентов сети. При этом программное обеспечение *TwinCAT* создаёт специализированный сервер (*ADS сервер*), к которому, с использованием свободно распространяемой фирмой *Beckhoff* динамически подключаемой библиотеки, может подключиться любой клиент, находящийся в одной подсети с сервером *Mould Monitor System*. На основании вышеизложенного принято решение информацию о показаниях термопар, встроенных в кристаллизатор МНЛЗ №6, брать с *ADS сервера* системы мониторинга кристаллизатора *Mould Monitor System*.

Информация об остальных технологических параметрах: скорости вытягивания слитка, уровне металла в кристаллизаторе и ширине заготовки – в сервере мониторинга кристаллизатора отсутствует. В ходе консультаций с представителями фирмы *SMS Siemag*, осуществляющей сервисное обслуживание МНЛЗ №6, принято решение о получении данных параметров из *OPC сервера* системы контроля качания кристаллизатора.

Оборудование системы раннего детектирования продольных трещин располагается в отдельном 19-дюймовом шкафу. Информация о работе системы должна отображаться на посту управления МНЛЗ. Там же, согласно техническому заданию на систему, должна быть предусмотрена звуковая сигнализация.

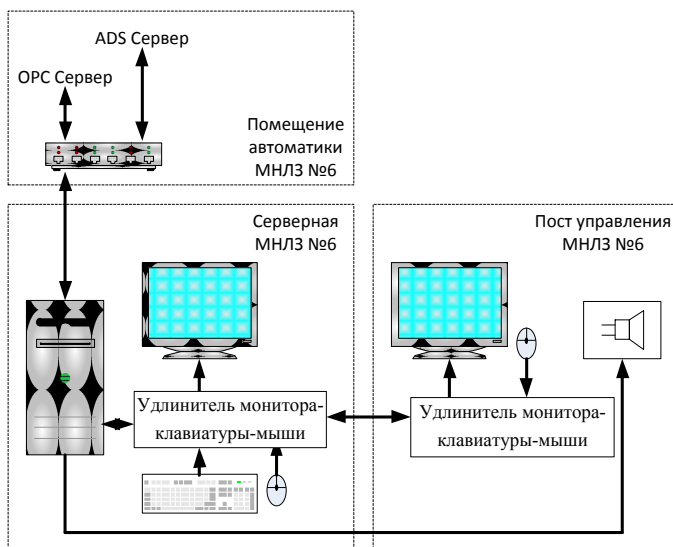


Рис. 2. Структурная схема системы детектирования продольных трещин

На основании вышеизложенного предложена структурная схема системы детектирования продольных трещин, представленная на рис. 2.

Для реализации данной структурной схемы были приобретено следующее оборудование и материалы:

1. Персональный компьютер в сборе в составе: корпус *B440L-B-0*, салазки *SU-20*, блок питания *Aerocool ATX 700W*, материнская плата *ASUS P8Z77-V LX RTL*, процессор *Intel Core i5-3570*, вентилятор *Thermaltake ISGC 300*, два модуля оперативной памяти *Kingston DDRIII 2x8GB*, два жёстких диска *SATA Seagate Barracuda 1 TB*, сетевая карта *D-Link DGE-560T/B1A*, оптический привод *Sony NEC*, аудио

колонки Jetbalance JB-125, клавиатура A4Tech KR-750B, два манипулятора мышь Logitech B110, два монитора Acer 19" V193DObmd.

2. Удлинитель монитора-клавиатуры-мыши ATEN CE100 Mini.

3. Кабель NEOMAX FTP кат. 5е, 4 пары, 305 м на катушке.

Также приобретено и передано следующее программное обеспечение: операционная система Windows 7, среда разработки LabView Basic с аддоном Application Builder.

В ходе выполнения работы с помощью среды разработки LabView Basic были реализованы следующие программы и алгоритмы:

- подпрограмма обмена информацией с ADS сервером;
- подпрограмма обмена информацией с OPC сервером;
- программа детектирования продольных трещин в теле отливаемой заготовки, опирающаяся на критерии зарождения трещин [2];
- программа просмотра и анализа архивных данных системы детектирования продольных трещин в теле отливаемой заготовки.

Также были написаны инструкции и произведено обучение технологического персонала. На рис. 3 представлен алгоритм детектирования продольной трещины, реализованный в среде разработки LabView Basic.

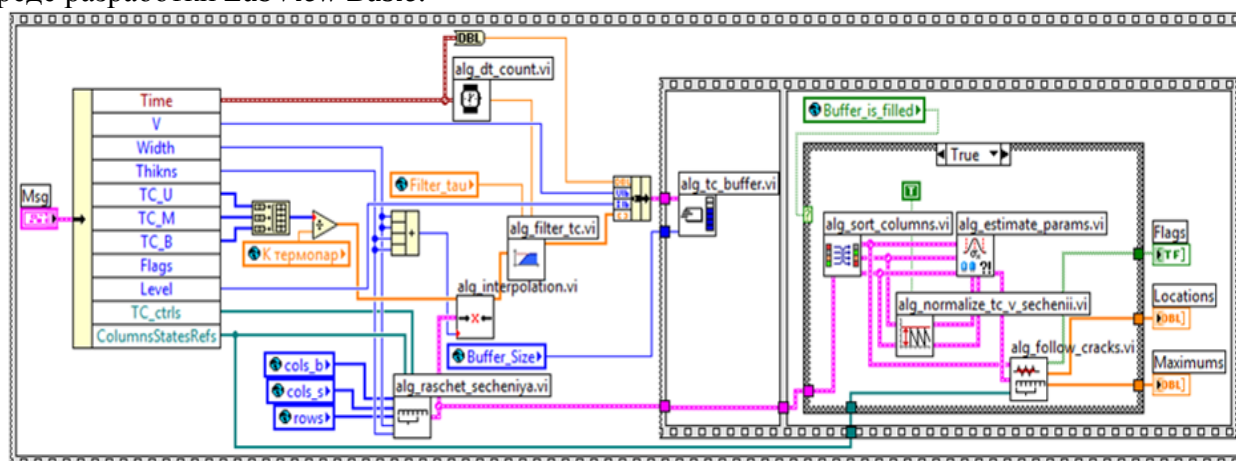


Рис. 3. Алгоритм детектирования продольных трещин в теле отливаемой заготовки, образующихся в районе погружного стакана МНЛЗ №6

Система раннего обнаружения возникновения трещины была внедрена в августе 2013 г. на МНЛЗ №6 ОАО «ММК».

Таблица 1

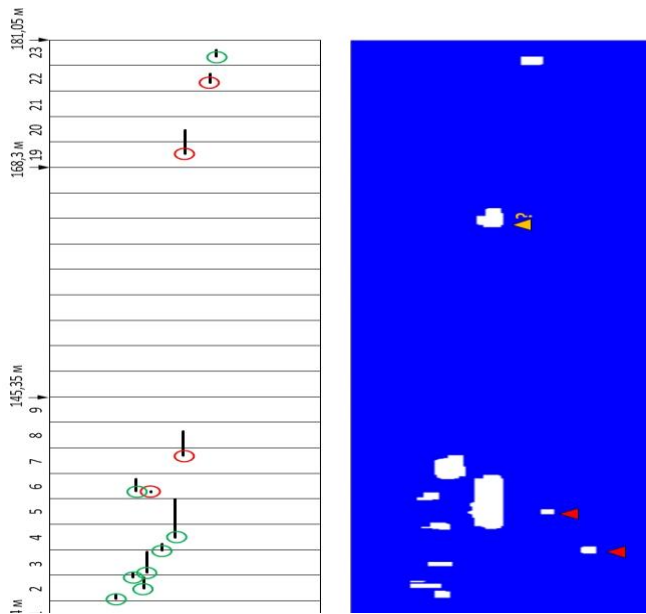
Параметры продольных трещин контрольной плавки 16271

№ начального сляба	Расстояние от левого края сляба, мм	Расстояние от начала сляба, мм	Длина трещины, мм
2	1970	200	400
2	1700	1200	1100
2	1800	2300	530
3	1670	240	2100
3	1520	2450	700
4	1400	1200	4300
6	1630	630	150
6	1770	750	1200
7	1500	1750	2480
19	1300	1350	2400
22	1060	800	900
23	1000	850	670

В табл. 1 приведены числовые параметры трещин контрольной плавки 16271. На рис. 4 представлен раскрой плавки 16271 за 05.08.2013 г. Линиями на рисунке обозначены продольные трещины в теле отливаемой заготовки, зафиксированные на участке ТОЛ-3 ККЦ. На том же рисунке белыми линиями на синем фоне обозначена хронология появления сигналов системы детектирования продольных трещин. Зелёными кружками на рисунке обозначены трещины, выявленные системой раннего детектирования продольных трещин,

красными кружками – не выявленные трещины. Красными треугольниками обозначены сработки системы, сопровождавшиеся характерным захолаживанием кристаллизатора, но не приведшие к образованию продольных трещин. Оранжевым треугольником обозначена сра-

ботка системы, неподтверждённая наличием или отсутствием трещины вследствие отсутствия возможности осмотреть данный сляб.



Из сравнительного анализа раскроя сляба и хронологии сработок системы следует, что из 12 трещин система детектирования выявила 8 (66,7%) и дважды сгенерировала сигнал, не сопровождавшийся образованием продольной трещины.

За контрольный период (с 07.08.2013 по 08.09.2013, разлито 319 плавков) работы системы детектирования продольных трещин в кристаллизаторе МНЛЗ №6 зафиксировано 444 сигнала в области подвижной стенки и 339 в области фиксированной стенки. За указанный период службой ОКП выявлено 143 продольные трещины, из которых системой обнаружено 103 трещины.

В результате анализа работы системы установлено:

1. Количество трещин обнаруженных системой составляет 72%.
2. Среднее количество предупреждающих сигналов составляет в среднем 2,5 на плавку.

Список используемых источников

1. Дюдкин, Д.А. Производство стали. Том 4. Непрерывная разливка металла / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко, А.Н. Смирнов – М.: «Теплотехник», 2009, – 528 с.
2. Смирнов, А.Н. Непрерывная разливка стали: учебник / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонГТУ, 2011. – 482 с.
3. Непрерывная разливка стали: учеб пособие / А.П. Огурцов, А.Г. Величко, Е.И. Исаев, А.В. Гресс. Днепро-дзержинск: ДГТУ, 1999. – 306 с.
4. Пишнограев, Р.С. Исследование влияния продольных трещин в теле отливки на характер распределения температур по ее поверхности / Р.С. Пишнограев, С.С. Красильников, Д.Ф. Сафиулина, А.А. Апет // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 71-й научно-технической конференции. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – Т.2. – С.35-37.

Руководитель работы

Пишнограев Р.С., Швидченко Д.В., Суслицын Е.С.

Апет А.А. Разработка системы раннего детектирования продольных трещин в районе погружного стакана на МНЛЗ с вертикальным участком // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 77-81.

УДК: 66.041.2-52

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЕМ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Васильев М.И.

Аннотация. Рассмотрена структурная схема, математическая модель и алгоритм расчёта системы автоматического управления давлением в рабочем пространстве промышленных печей, основанная на принципе нечёткой логики. Составлены функции принадлежности нечётких множеств для входных лингвистических переменных. Сформулированы базы правил с учётом экстремальной статической характеристики объекта управления. Определена динамика изменения регулируемого параметра за счёт решения двух дифференциальных уравнений методом Эйлера. Осуществлён поиск уровней «отсечений» для предпосылок каждого из правил с использованием операции «минимум» в соответствии с составленной базой правил. Произведена процедура дефазификации (приведение к чёткости). Показаны преимущества данной системы над традиционными стабилизирующими системами управления в условиях действия множества случайных факторов и существенно нелинейной связи между входными и выходными величинами. Определены оптимальные значения коэффициентов масштабирования для разработанной системы автоматического управления.

Ключевые слова: лингвистическая переменная, степень истинности, функции принадлежности, нечёткие множества, эвристические правила.

ENERGY EFFICIENT FUZZY CONTROL PRESSURE IN THE WORKING SPACE HEATING FURNACES

Vasiliev M.I.

Abstract. The structural scheme, the mathematical model and algorithm for calculating the automatic control system pressure in the working space of industrial furnaces, based on the principle of fuzzy logic. Composed of the membership function of fuzzy sets for the input linguistic variables. Formulated the rule base, taking into account extreme static characteristics of the control object. The dynamics of the controlled parameter changes by addressing the two differential equations by Euler's method. We search levels "truncation" prerequisites for each of the rules using the operation "minimum" prepared in accordance with the rule base. Defuzzification procedure performed (leading to definition). The advantages of this system over conventional stabilizing control systems under the action of a set of random factors and the highly nonlinear relationship between input and output values. The optimal values of the scaling factors for the developed system of automatic control.

Keywords: linguistic variable, truth degree, membership functions, fuzzy sets, heuristic rules.

Актуальность работы

Режим управления давлением в рабочем пространстве промышленных печей оказывает влияние на величину удельного расхода топлива, на сохранность технологических агрегатов, на потери металла с окислением и на экологические условия производственного помещения.

Наиболее благоприятным энергосберегающим режимом автоматизированного управления давлением является режим, при котором обеспечивается минимальное значение тепловых потерь с подсосами холодного атмосферного воздуха и с выбиваниями горячих продуктов сгорания.

Общепринято управление давлением в рабочем пространстве промышленных печей, отапливаемых газообразным или жидким топливом, осуществлять путем автоматической стабилизации заданного давления под сводом рабочего пространства печи в зоне выдачи выходного продукт. С учетом геометрического напора относительно уровня выдачи.

В работе [1] показано, что для условий многозонных промышленных печей, работающих в условиях переменной производительности, целесообразно и экономически выгодно управление давлением в рабочем пространстве осуществлять по импульсу давления на уровне нагреваемого металла в зоне печи, куда подается максимальное количество топлива. Положительный эффект достигается за счет повышения оперативности и целенаправленности управления при безусловном упрощении условий обслуживания отбора импульса давления.

Основные проблемы и решения

Использование стабилизирующих контуров автоматического управления давлением упрощает решение задачи, но не обеспечивает независимого от субъективного влияния технолога-оператора, энергосберегающего управления газодинамическим режимом рабочего пространства промышленных печей.

Энергосберегающее автоматическое управление давлением в рабочем пространстве, обеспечивающее минимальные величины подсосов и выбиваний целесообразно осуществлять в соответствии с выполнением условия (1):

$$\alpha_{\text{вх}}(\tau) = \alpha_{\text{вых}}(\tau), \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{вх}}(\tau)$ и $\alpha_{\text{вых}}(\tau)$ соответственно текущие величины коэффициентов расхода воздуха на входе и выходе рабочего пространства печи.

Величина $\alpha_{\text{вх}}(\tau)$ определяется в соответствии с выражением (2):

$$\alpha_{\text{вх}}(\tau) = \frac{V_{\text{в}}(\tau)}{(V_{\text{т}}(\tau) \cdot L_0)}, \quad (2)$$

где $V_{\text{в}}(\tau)$, $V_{\text{т}}(\tau)$ – общие, а для многозонных печей суммарные, расходы соответственно воздуха и топлива на печь; L_0 – расчетный коэффициент, численно равный количеству воздуха, необходимого для полного сжигания единицы измерения используемого вида топлива.

Величина $\alpha_{\text{вых}}(\tau)$ определяется по упрощенной «кислородной» формуле (3):

$$\alpha_{\text{вых}}(\tau) = \frac{21}{(21 - O_2(\tau))}, \quad (3)$$

где $O_2(\tau)$ – текущее содержание кислорода в продуктах сгорания топлива на выходе из рабочего пространства печи, %;

В условиях ограниченных возможностей дымоотводящей системы на большинстве нагревательных промышленных печей существует ограничение на реализуемость энергосберегающего управления газодинамическим режимом при максимальных тепловых нагрузках.

Величина положения дымового клапана, при котором обеспечивается соблюдение условия $\alpha_b(\tau) = 0$, зависит от текущих расходов газа и воздуха, температуры продуктов сгорания и обеспечивается при практически нулевом давлении на уровне нагреваемого изделия или металла. Диапазон эффективного управления газодинамическим режимом практически совпадает с рабочим диапазоном функционирования систем автоматического управления температурным режимом управления соотношением топливо-воздух [2].

При $\alpha_b(\tau) < 0$ с выбиваниями, а при $\alpha_b(\tau) > 0$ с подсосами величину объема газов $\Delta V_n(\tau)$ ориентировочно можно оценить в соответствии с выражением (4):

$$\Delta V_n(\tau) = K_o \cdot V_T(\tau) \cdot \Delta \alpha_b(\tau), \quad (4)$$

где K_o – коэффициент, определяющий объем продуктов сгорания, образующийся при полном сгорании единицы измерения расхода используемого вида топлива.

Статическая характеристика и структурная схема энергосберегающего нечеткого управления

Для металлургических предприятий с полным циклом использование коксового и доменного газов вместо дорогостоящего природного для отопления промышленных нагревательных и термических печей является экономически целесообразным и выгодным.

Так для нагревательной печи камерного типа отапливаемой смесью коксового и доменного газов статическая зависимость абсолютного значения $|\Delta V_n[P_p(\tau)]|$ от величины разрежения в дымоотводящем канале имеет вид (5):

$$|\Delta V_n[P_p(\tau)]| = -74\,503,23 + 13\,476,84 \cdot P_p + 140,83 \cdot P_p^2 - 124,1 \cdot P_p^3 + 5,19 \cdot P_p^4, \quad (5)$$

при $10 \leq P_p \leq 16$ кг/м².

Полученная зависимость (5) имеет унимодальный экстремальный вид и это свидетельствует о возможности и целесообразности энергосберегающего управления газодинамическим режимом путем поддержания величины $\alpha_b(\tau)$ на нулевом значении за счет изменения разрежения в дымоотводящем канале при изменении положения дымового клапана.

Экспериментально установлено, что для рассматриваемой печи камерного типа, отапливаемой смесью коксового и доменного газов при постоянной температуре рабочего пространства зависимости $P_d(\tau) = f[x_{bx}]$ имеют практически линейный вид.

Здесь $x_{bx}(\tau)$ – фиксированное постоянное положение дымового клапана в диапазоне $10 \div 100$ % открытия.

Расчетно-экспериментальная статическая зависимость $\Delta \bar{\alpha}_b(\tau) = Y[x_{bx}(\tau)]$ при $\alpha_{bx}(\tau) = 1$ в условиях стабилизации температуры рабочего пространства только сжиганием доменного газа представлена на рис. 1.

При расчете траектории изменения $\Delta \bar{\alpha}_b(\tau) = Y[x_{bx}(\tau)]$ любое установившееся промежуточное значение $\Delta \bar{\alpha}_b(x_T)$ определяется по методу кусочно-линейной аппроксимации (6):

$$\Delta \bar{\alpha}_b(x_T) = \Delta \bar{\alpha}_{b(i)} + \frac{\Delta \bar{\alpha}_{b(i+1)} - \Delta \bar{\alpha}_{b(i)}}{x_{bx(i+1)} - x_{bx(i)}} \cdot [\Delta \bar{\alpha}_b(\tau) - \Delta \bar{\alpha}_{b(i)}], \quad (6)$$

где $i = 1 \div n$ – количество реперных точек экспериментальной статической зависимости $\Delta \bar{\alpha}_b(\tau) = Y[x_{bx}(\tau)]$; x_{bx} – текущее значение управляющего воздействия; $\Delta \bar{\alpha}_b(x_T)$ – установившееся значение управляемого параметра; $i, i + 1$ – номера реперных точек, для которых выполняется условие $x_i \leq x_T \leq x_{i+1}$.

При увеличении расходов газа и воздуха характеристика $\Delta \bar{\alpha}_b(\tau) = Y[x_{bx}(\tau)]$ смещается вниз и при расходах газа и воздуха, больших 3 000 м³/ч энергосберегающее управление газодинамическим режимом становится проблематичным (практически невозможным) [3].

При наличии инерционности и запаздывания, в условиях действия множества случайных факторов, наличии существенно нелинейных связей между параметрами процесса и т.д.



Рис. 1. Экспериментальная зависимость $\Delta\alpha_v(\tau) = Y[x_{вх}(\tau)]$ для печи камерного типа при $\alpha_{вх}(\tau) = 1$

традиционные системы автоматического управления, основанные на типовых динамических моделях, не всегда могут справляться с задачами управления. Основной причиной этого является исходное для них предположение о линейности связи между параметрами процесса, что часто не соответствует реальным условиям газодинамического режима в рабочем пространстве промышленных печей.

В таких сложных условиях для управления процессом эффективнее использовать системы автоматического управления, принцип действия которых основан на теории нечетких множеств и нечеткой логике [4, 5].

Нечеткое управление имеет преимущество перед широко используемыми типовыми системами автоматического управления за счет замены используемой упрощенной количественной линейной модели управляющей системы нелинейной многосторонней лингвистической моделью, основанной на базе формализованной имитации и обобщенно практического опыта, формирования управляющих воздействий экспертом (лучшим технологом оператором) в различных реальных производственных ситуациях.

Принцип работы нечетких автоматических систем основан на использовании лингвистической модели, составленной из логических правил, задаваемых в форме «Если есть ситуация, тогда нужно такое управление» [6].

Используя базу правил и методы синтеза нечетких алгоритмов управления, можно осуществлять автоматизацию и даже оптимизацию управления технологическими процессами без проведения всесторонних экспериментальных и математических исследований по созданию моделей управляемых процессов путем изменения базы логических правил управления в соответствии изменением реальных условий [7].

Структурная схема энергосберегающего нечеткого управления газодинамическим режимом в рабочем пространстве промышленной печи представлена на рис. 2.

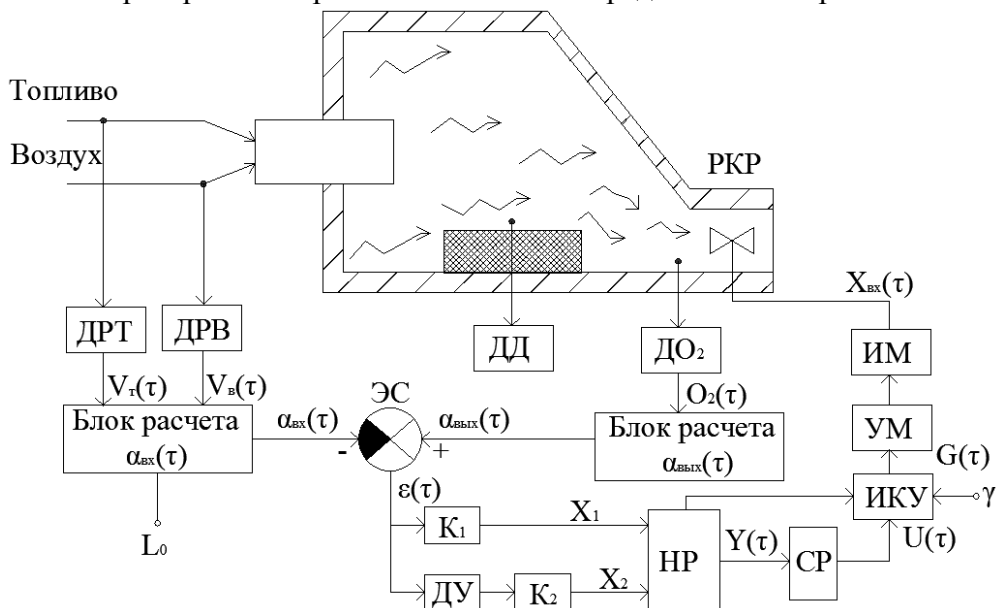


Рис. 2. Структурная схема энергосберегающего нечеткого управления давлением в рабочем пространстве промышленной печи

Информационные сигналы пропорциональные расходам топлива $V_T(\tau)$ и воздуха $V_B(\tau)$, измеряемые соответственно датчиками расхода топлива (ДРТ) и расхода воздуха (ДРВ), подаются на вход блока расчета текущего значения $\alpha_{\text{вх}}(\tau)$ (2).

Величины текущих значений $V_T(\tau)$ и $V_B(\tau)$ определяются соответственно системами автоматического управления температурным режимом и соотношением топливо-воздух [8].

Текущее значение содержания кислорода на выходе из рабочего пространства печи $O_2(\tau)$ измеряется датчиком (ДО₂) и подается на блок расчета текущего значения $\alpha_{\text{вых}}(\tau)$ (3).

На выходе элемента сравнения (ЭС) формируется сигнал рассогласования (7):

$$\varepsilon(\tau) = \alpha_{\text{вых}}(\tau) - \alpha_{\text{вх}}(\tau), \quad (7)$$

который масштабируется в блоке K_1 и дифференцируется блоком ДУ. На вход нечеткого регулятора (НР) подаются два нормированных сигнала (8):

$$\begin{aligned} x_1 &= K_1 \cdot \varepsilon(\tau), \\ x_2 &= K_2 \cdot \frac{d\varepsilon(\tau)}{d\tau}. \end{aligned} \quad (8)$$

На выходе НР с использованием алгоритма нечеткой логики формируется управляющий сигнал $Y(\tau)$, подаваемый на вход логического элемента сигнум реле (СР). На выходе СР формируется управляющий сигнал $U(\tau)$ в соответствии с условием (9):

$$U(\tau) = \begin{cases} +1, & \text{если } Y(\tau) > \frac{\Delta Y_H}{2}, \text{ при } \varepsilon(\tau) < 0 - \text{откр. (выбивания)}, \\ 0, & \text{если } \left(-\frac{\Delta Y_H}{2}\right) \leq Y(\tau) \leq \frac{\Delta Y_H}{2}, \\ -1, & \text{если } Y(\tau) < \left(-\frac{\Delta Y_H}{2}\right), \text{ при } \varepsilon(\tau) > 0 - \text{закр. (подсосы)}; \end{cases} \quad (9)$$

при $\varepsilon(\tau) = \Delta\alpha = \alpha_{\text{вых}}(\tau) - \alpha_{\text{вх}}(\tau)$,

где ΔY_H – заданная зона нечувствительности системы нечеткого управления давлением.

Импульсное коммутирующее устройство (ИКУ) позволяет за счет импульсного управления с заданной скважностью γ устанавливать требуемую среднюю постоянную скорость исполнительного механизма (ИМ) $\bar{K}_{\text{ИМ}}$, перемещающего регулирующий клапан разряжения (РКР) в соответствии с выражением (10):

$$x_{\text{вх}}(\tau) = x_0 + U(\tau) \cdot \bar{K}_{\text{ИМ}} \cdot \tau, \quad (10)$$

где x_0 , $x_{\text{вх}}(\tau)$ – начальное и текущее положение регулирующего клапана РКР; $U(\tau) \in (+1, 0, -1)$ – переключающая функция, определяющая текущее направление движения ИМ. Величина хода ИМ ограничена конечными выключателями в пределах $0 \div 100\%$. Контроль эффективности работы энергосберегающей системы осуществляется по показателям датчика давления в рабочем пространстве печи (ДД) на уровне нагреваемого металла. Схема без существенных изменений может быть использована для нечеткого управления путем стабилизации этого измеряемого давления в рабочем пространстве печи. Экспериментальная статическая зависимость между содержанием кислорода в продуктах сгорания и коэффициентом расхода воздуха $\alpha_{\text{вых}}(\tau)$ при анализе продуктов сгорания на CO , CO_2 , O_2 выражается уравнением (11):

$$\bar{\alpha}_{\text{вых}}(\tau) = 0,92 + 0,11 \cdot O_2, \quad 0 \leq O_2 \leq 7 \quad (11)$$

при коэффициенте корреляции 0,705.

Динамические свойства инерционного с запаздыванием управляемого процесса учитываются при использовании численного метода Эйлера при решении системы уравнений [9].

$$\frac{d[\Delta\alpha_{\text{в1}}(\tau)]}{d\tau} = \frac{1}{T_0} \cdot [Y[x_{\text{вх}}(\tau)] - \Delta\alpha_{\text{в1}}(\tau)] \quad (12)$$

$$\Delta\alpha_{\text{в1}}(\tau + 1) = \Delta\alpha_{\text{в1}}(\tau) + \frac{d\alpha_{\text{в1}}(\tau)}{d\tau} \quad (13)$$

$$\frac{d[\Delta\alpha_{\text{в}}(\tau)]}{d\tau} = \frac{1}{\tau_3} \cdot [\Delta\alpha_{\text{в1}}(\tau) - \Delta\alpha_{\text{в}}(\tau)]; \quad (14)$$

$$\Delta\alpha_B(\tau + 1) = \Delta\alpha_B(\tau) + \frac{d\alpha_B(\tau)}{d\tau} \quad (15)$$

здесь T_0 , τ_3 – соответственно постоянные времени количественно характеризующие инерционность и запаздывание; τ , $\tau + 1$ – текущий и последующий моменты времени; $\Delta\alpha_{B1}(\tau)$, $\Delta\alpha_B(\tau)$ – соответственно текущее значение управляемого параметра с учетом только инерционности и запаздывания.

Формирование управляющего воздействия $Y(\tau)$ на выходе НР с использованием принципа нечеткого управления осуществляется следующим образом.

Вводятся лингвистические переменные физических нормированных предметных величин: X_1 – «рассогласование»; X_2 – «скорость рассогласования»; Y – «управляющее воздействие». Нормированные предметные величины X_1 и X_2 фиксируют по оси аргумента функций принадлежности. Нечеткое множество функций принадлежности $\mu(x_i)$ формируется с использованием выбранных технологически обоснованных функций, которые количественно характеризуют степень приближения значения предметной переменной к нечеткому множеству. Значение $\mu(x)$ фиксируются по оси функций (см. рис. 1) [10].

В области определения предметной переменной X_1 использованы пять нечетких множеств $\mu(x_1)$, определяющих значение лингвистической переменной X_1 соответствующими функциями принадлежности $A_i^{x_1}$: $A_1^{x_1}$ – «положительное большое»; $A_2^{x_1}$ – «положительное малое»; $A_3^{x_1}$ – «нулевое»; $A_4^{x_1}$ – «отрицательное малое»; $A_5^{x_1}$ – «отрицательное большое». Аналогично определяем функции принадлежности $A_i^{x_2}$ для значений лингвистической переменной X_2 . В общем случае вид функций принадлежности $\mu(x_i)$ и форма их представления может быть произвольной. Но наибольшее применение получили так называемые «стандартные» функции принадлежности: «Z» – функции; «Л» – функции; «S» – функции; «П» – функции [11].

Применительно к рассматриваемому случаю выберем следующие функции принадлежности.

Используем «S» – функции для $A_1^{x_i}$, где $i = 1 \div 2$ в виде выражения (16):

$$A_1^{x_i} = \begin{cases} 1, & \text{если } X_i > 1, \\ 1,25 \cdot X_i - 0,25, & \text{если } 0,2 \leq X_i \leq 1, \\ 0, & \text{если } X_i < 0,2. \end{cases} \quad (16)$$

Используем функции «Л» вида для представления $A_2^{x_i}$, $A_3^{x_i}$, $A_4^{x_i}$:

$$A_2^{x_i} = \begin{cases} -\frac{7}{5} \cdot X_i + \frac{17}{10}, & \text{если } 0,5 \leq X_i \leq 1, \\ \frac{10}{7} \cdot X_i + \frac{2}{7}, & \text{если } -0,2 \leq X_i \leq 0,5, \\ 0, & \text{если } X_i < -0,2; \end{cases} \quad (17)$$

$$A_3^{x_i} = \begin{cases} -1,25 \cdot X_i + 1, & \text{если } 0 < X_i < 0,8, \\ 1,25 \cdot X_i + 1, & \text{если } -0,8 \leq X_i \leq 0, \\ 0, & \text{если } X_i > 0,8 \text{ или } X_i < -0,8; \end{cases} \quad (18)$$

$$A_4^{x_i} = \begin{cases} -\frac{10}{7} \cdot X_i + \frac{2}{7}, & \text{если } -0,5 \leq X_i \leq 0,2, \\ \frac{7}{5} \cdot X_i + \frac{17}{10}, & \text{если } -1 \leq X_i \leq -0,5, \\ 0, & \text{если } X_i > 0,2; \end{cases} \quad (19)$$

Для отражения функций $A_5^{x_i}$ используем «Z» – функцию в виде:

$$A_5^{x_i} = \begin{cases} 1, & \text{если } X_i < -1, \\ -1,25 \cdot X_i - 0,25, & \text{если } -1 \leq X_i \leq -0,2, \\ 0, & \text{если } X_i > -0,2. \end{cases} \quad (20)$$

Графические изображения функций принадлежности нечетких множеств $\mu(x_i)$ для входных переменных представлены на рис. 3.

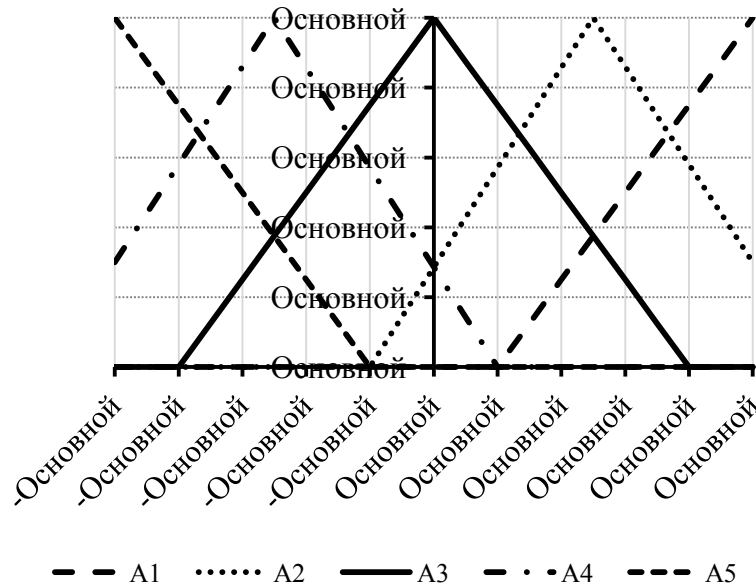


Рис. 3. Функции принадлежности нечетких множеств для входных переменных

Нечеткие множества значений выходной лингвистической переменной Y определены функциями принадлежности B_i при $i = 1 \div 5$: B_1 – «положительное большое»; B_2 – «положительное малое»; B_3 – «нулевое»; B_4 – «отрицательное малое»; B_5 – «отрицательное большое» [12].

Нечеткие множества выходной лингвистической переменной представлены в виде функции $\mu^Y(x)$:

$$\mu^Y(x) = \delta \cdot (x - B) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i = B_i, \\ 0, & \text{если } x_i \neq B_i, \end{cases} \quad (21)$$

где величины B_i представлены в виде вектора $B_i = [1; 0,5; 0; -0,5; -1]$ при $i = 1 \div 5$.

При формировании базы правил для реализации нечеткого управления принято основное эвристическое правило, определяющее стратегию качественного управления [13].

Это правило формулируется следующим образом:

«Если возникает рассогласование $\varepsilon(\tau)$, тогда необходимо управляющее воздействие, обеспечивающее устранение возникшего рассогласования. При $\varepsilon(\tau) \leq \varepsilon_n$ процесс управления считать завершенным, если это состояние соблюдается в течение заданного интервала времени. Здесь ε_n – заданная зона нечувствительности системы нечеткого управления» [14].

Функционирование системы энергосберегающего управления давлением в рабочем пространстве промышленной печи определяется следующей базой правил:

$$\begin{aligned} R_1: (X_1 = A_5^{X_1}) \cap (X_2 = A_3^{X_2}) &\rightarrow Y = B_1; & R_2: (X_1 = A_1^{X_1}) \cap (X_2 = A_3^{X_2}) &\rightarrow Y = B_5; \\ R_3: (X_1 = A_4^{X_1}) \cap (X_2 = A_3^{X_2}) &\rightarrow Y = B_2; & R_4: (X_1 = A_2^{X_1}) \cap (X_2 = A_3^{X_2}) &\rightarrow Y = B_4; \\ R_5: (X_1 = A_4^{X_1}) \cap (X_2 = A_4^{X_2}) &\rightarrow Y = B_1; & R_6: (X_1 = A_2^{X_1}) \cap (X_2 = A_2^{X_2}) &\rightarrow Y = B_5; \\ R_7: (X_1 = A_4^{X_1}) \cap (X_2 = A_2^{X_2}) &\rightarrow Y = B_3; & R_8: (X_1 = A_2^{X_1}) \cap (X_2 = A_4^{X_2}) &\rightarrow Y = B_3; \\ R_9: (X_1 = A_3^{X_1}) \cap (X_2 = A_4^{X_2}) &\rightarrow Y = B_2; & R_{10}: (X_1 = A_3^{X_1}) \cap (X_2 = A_2^{X_2}) &\rightarrow Y = B_4; \\ R_{11}: (X_1 = A_3^{X_1}) \cap (X_2 = A_3^{X_2}) &\rightarrow Y = B_3. \end{aligned}$$

Каждое правило может быть технологически и лингвистически обосновано следующим образом.

R_1 : «Если скорость рассогласования практически нулевая и возникло большое отрицательное рассогласование $\alpha_{\text{вх}}(\tau) > \alpha_{\text{вых}}(\tau)$, то на выходе нечеткого регулятора должно быть сформировано управляющее воздействие в направлении закрытия дымового клапана «отрицательное большое» для устранения значительного выбивания продуктов сгорания».

При формулировке базы правил обязательно следует учитывать два важных обстоятельства [15].

1. Условия формирования сигнала рассогласования $\varepsilon(\tau)$ на элементе сравнения ЭС.

2. Вид статической зависимости управляемого параметра от управляющего воздействия.

Реализация энергосберегающего нечеткого управления давлением в рабочем пространстве промышленной печи на конкретном примере

Рассмотрим пример формирования управляющего воздействия $Y(\tau)$ при реализации нечеткого энергосберегающего управления давлением в рабочем пространстве нагревательной печи камерного типа в условиях стабилизации температуры рабочего пространства путем изменения расходов доменного газа и воздуха.

Допустим, что в начальный момент времени $\tau = 0$ процесс находится в установившемся состоянии при условиях: расход доменного газа $2\ 500\ \text{м}^3/\text{ч}$; расход воздуха $2\ 500\ \text{м}^3/\text{ч}$; $\Delta\alpha_B \approx 0$; $x_{\text{вх}}(\tau = 0) = 50\%$; $P_d \approx 0\ \text{кг}/\text{м}^3$. В момент $\tau > 0$ за счет уменьшения расходов газа и воздуха до $2\ 000\ \text{м}^3/\text{ч}$ на вход контура нечеткого управления поступит сигнал $\Delta\alpha_B(\tau) = 0,17$.

Система управления характеризуется следующими параметрами: постоянная скорость перемещения дымового клапана $\bar{K}_{\text{им}} = 1,25\ \%/с$; постоянная времени $T_0 = 2,2\ с$; время запаздывания $\tau_3 = 1\ с$; средний коэффициент передачи объекта (см. рис. 2) $\bar{K}_{\text{об}} = 0,0063\ \Delta\alpha/\%$ хода ИМ; $K_1 = 0,3$; $K_2 = \bar{K}_{\text{об}} \cdot \bar{K}_{\text{им}} = 0,0079$; $\Delta Y_n = \pm 0,02$.

В соответствии с направлением изменения суммарных расходов газа и воздуха рабочая характеристика (см. рис.2) $\Delta\bar{\alpha}_B(\tau) = Y[x_{\text{вх}}(\tau)]$ соответственно смещается по оси $x_{\text{вх}}(\tau)$ на величину $0,02\ \%/(\text{м}^3/\text{ч})$ и по оси $\Delta\bar{\alpha}_B(\tau)$ на величину $0,0063\ \text{ед}\ \Delta\bar{\alpha}_B/(\text{м}^3/\text{ч})$.

Дискретность расчета переходного процесса в контуре нечеткого управления принимаем равной $0,25\ с$.

При $\tau > 0$ и $\Delta\alpha_B(\tau) = 0,17$ величина управляющего воздействия $Y(\tau)$ в контуре нечеткого управления инерционным с запаздыванием процессом определяется следующим образом:

$$\begin{aligned}\varepsilon(\tau) &= \Delta\alpha_B(\tau) = 0 - (-0,17) = 0,17 \\ \frac{\Delta\alpha_B(\tau)}{d\tau} &= \frac{d\varepsilon(\tau)}{d\tau} = 0; \text{ тогда} \\ X_1 &= \frac{\Delta\alpha_B(\tau)}{K_1} = \frac{0,17}{0,3} = 0,57; X_2 = \frac{0}{K_2} = \frac{0}{0,0079} = 0.\end{aligned}$$

Используя зависимости, приведенные на рис. 4, определяем значения функций принадлежности для каждого нормированного предметного информационного сигнала $A_i^{x_1}$ и $A_i^{x_2}$ при $X_1 = 0,57$; $X_2 = 0$ (см. рис. 4).

$$A_1^{x_1}=0,46; A_2^{x_1}=0,9; A_3^{x_1}=0,3; A_4^{x_1}=0; A_5^{x_1}=0; A_1^{x_2}=0; A_2^{x_2}=0,28; A_3^{x_2}=1; A_4^{x_2}=0,28; A_5^{x_2}=0.$$

Определяем уровни «отсечений» для предпосылок каждого из правил (с использованием операции минимум) в соответствии с базой правил (22):

$$\begin{aligned}\mu_1^p &= \min(A_5^{x_1}; A_3^{x_2}) = \min(0; 1) = 0; \\ \mu_2^p &= \min(A_1^{x_1}; A_3^{x_2}) = \min(0,46; 1) = 0,46; \\ \mu_3^p &= \min(A_4^{x_1}; A_3^{x_2}) = \min(0; 1) = 0; \\ \mu_4^p &= \min(A_2^{x_1}; A_3^{x_2}) = \min(0,9; 1) = 0,9; \\ \mu_5^p &= \min(A_4^{x_1}; A_4^{x_2}) = \min(0; 0,28) = 0; \\ \mu_6^p &= \min(A_2^{x_1}; A_2^{x_2}) = \min(0,9; 0,28) = 0,28; \\ \mu_7^p &= \min(A_4^{x_1}; A_2^{x_2}) = \min(0; 0,28) = 0; \\ \mu_8^p &= \min(A_2^{x_1}; A_4^{x_2}) = \min(0,9; 0,28) = 0,28; \\ \mu_9^p &= \min(A_3^{x_1}; A_4^{x_2}) = \min(0,3; 0,28) = 0,28; \\ \mu_{10}^p &= \min(A_3^{x_1}; A_2^{x_2}) = \min(0,3; 0,28) = 0,28; \\ \mu_{11}^p &= \min(A_3^{x_1}; A_3^{x_2}) = \min(0,3; 1) = 0,3.\end{aligned}\tag{22}$$

Далее определяем четкое значение выходной переменной (нормированного управляющего воздействия) в соответствии с выражением (23):

$$Y(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{11} \mu_i^R}{\sum_{i=1}^{11} \mu_i^P} = \frac{\sum_{i=1}^{11} (\mu_i^R \cdot \mu_i^Y)}{\sum_{i=1}^{11} \mu_i^P} \quad (23)$$

$$Y = \frac{0 \cdot (1) + 0,46 \cdot (-1) + 0 \cdot (0,5) + 0,9 \cdot (-0,5) + 0,28 \cdot 1 + 0 \cdot (-1)}{0 + 0,46 + 0 + 0,9 + 0,28 + 0 + 0 + 0,28 + 0,28 + 0,28 + 0,3} +$$

$$+ \frac{0 \cdot 0 + 0,28 \cdot 0 + 0,28 \cdot 0,5 + 0,28 \cdot (-0,5) + 0,3 \cdot 0}{0 + 0,46 + 0 + 0,9 + 0,28 + 0 + 0 + 0,28 + 0,28 + 0,28 + 0,3} = \frac{-0,63}{2,78} = -0,23.$$

Поскольку $-0,23 < \Delta Y_n$, то ИМ начинает движение в направлении закрытия дымового клапана.

Расчётные траектории переходного процесса системы регулирования на основе нечёткой логики представлены на рис. 4 и 5.

Из графика (рис. 4) видно, что первое время регулирования составляет $\tau_{p1} = 40$ с, а значит система управления, основанная на нечеткой логике достаточно быстро действенная, плюс данная система не допускает перерегулирования.

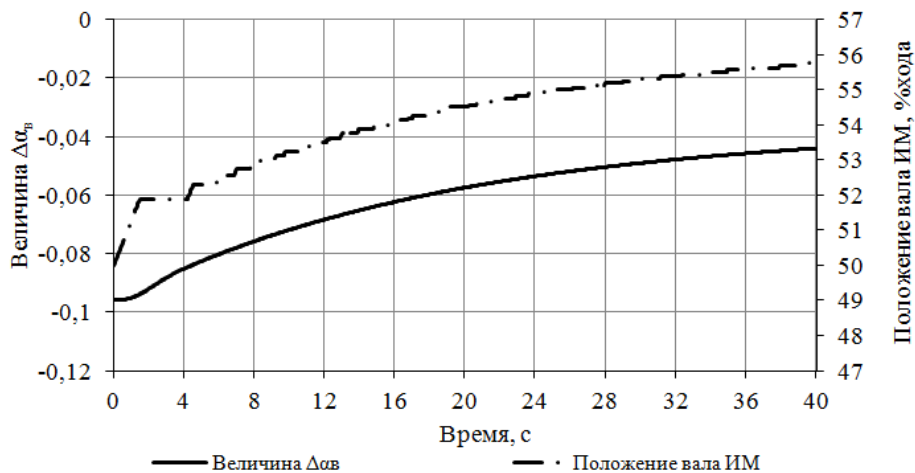


Рис. 4. Переходный процесс системы регулирования

Достоинством регуляторов основанных на нечёткой логике является не только их быстроедействие, но и возможность поддержания определённой траектории выхода на задание.

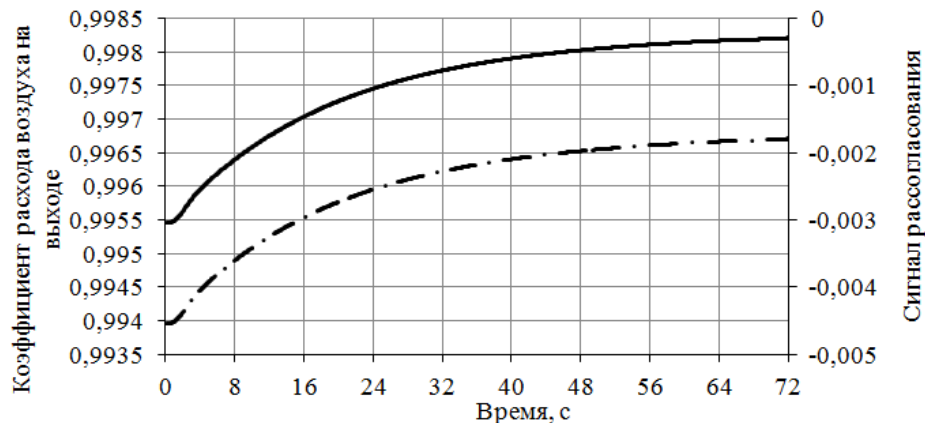


Рис. 5. Траектории изменения коэффициента расхода воздуха на выходе и сигнала рассогласования

Из графика (рис. 5) видно, что в результате регулирования остается рассогласование, это объясняется зоной нечувствительности ΔY_n .

Заключение

Энергосберегающее управление давлением в рабочем пространстве промышленных печей при использовании системы управления, основанной на принципе нечёткой логики, имеет ряд преимуществ над традиционными стабилизирующими системами управления, в усло-

виях действия множества случайных факторов и существенно нелинейной связи между входными и выходными величинами, а именно: возможность поддержания определённой траектории выхода на задание, быстроедействие, меньшее значение динамической ошибки и переходный процесс протекает без перерегулирования и колебаний, что благоприятно скажется на ресурсе исполнительного механизма.

Следует отметить, что используя методы синтеза нечётких алгоритмов управления, можно осуществлять оптимизацию сложных контуров управления без проведения всесторонних математических исследований – используя сформулированную базу правил управления.

Список используемых источников

1. Парсункин, Б.Н. Определение места отбора импульса для управления давлением в рабочем пространстве методических печей / Б.Н. Парсункин, В.В. Дегтяров // М.: Известия вузов «Чёрная металлургия». – 1992. – №11. – С. 63-65.
2. Парсункин, Б.Н. Автоматическое регулирование работы регенеративных нагревательных колодцев с помощью устройства для расчета коэффициента расхода воздуха / Б.Н. Парсункин, С.Е. Хусид, Н.И. Иванов, А.В. Слесарев // Сталь. – 1969. – №5. – С. 169-171.
3. Флер, Р. Введение в электронную технику регулирования [Текст]: учебное пособие / Р. Флер, Ф. Оттенбургер – М.: Альтекс, 2009. – 197 с.
4. Прикладные нечёткие системы / Под редакцией Т. Тэрано, К. Асан, К. Сучено – М: МИР 1993 – 368 с.
5. Батыршин, И.З. Основные операции нечёткой логики и их обобщения / И.З. Батыршин // Казань: «Отечество», 2001 – 102 с.
6. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход [Текст]: научное пособие / С.Рассел, П.Норвиг – М.: Издательский дом «Вильямс», 2010. – 408 с.
7. Вестник «МГТУ им. Г.И. Носова» №4 (36) декабрь 2011 г., с.69-73.
8. Парсункин, Б.Н. Расчеты систем автоматической оптимизации управления технологическими процессами в металлургии [Текст]: учебное пособие / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, М.В. Бушманова – Магнитогорск, 2009. – 267с.
9. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский // М: «Горячая линия – Телеком», 2004 – 452 с.
10. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 166с.
11. Dadios, E.P. (ред.) Fuzzy Logic - Algorithms, Techniques and Implementations / издательство ИнТех, 2012 – 294 с.
12. Либерзон, Л. М. Шаговые экстремальные системы [Текст]: научное пособие / Л.М. Либерзон, А.Б.Родов – М.: Юрайт, 2009. – 310 с.
13. Syropoulos, A. Theory of Fuzzy Computation / издательство Springer, 2014 – 170 с.
14. Sandler, U. Neural Cell Behavior and Fuzzy Logic. Springer / U. Sandler, L. Tsitolovsky, 2008. – 478 с.
15. Парсункин, Б.Н. Локальные стабилизирующие контуры автоматического управления в АСУ ТП промышленного производства / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, О.С. Логунова, У.Г. Ахметов/ – Магнитогорск. ООО «Полиграфия», 2012. – 406 с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Парсункин Б.Н.*

Васильев М.И. Энергосберегающее нечеткое управление давлением в рабочем пространстве нагревательных печей // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 81-90.

УДК 62-50

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ БЕНЗОЛА ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ВЫХОДА ГОДНОГО

Васильев И.И., Богданов Н.В., Сорока Г.А., Сапёров С.Н.

Аннотация. Рассмотрено решение задачи по оптимизации управления процессом получения бензола из каменноугольной смолы с использованием эффективного оптимизирующего алгоритма, исключающего периодический поисковый режим, реализованного на современных технических средствах.

Ключевые слова: бензол, расход пара, управляющее воздействие, экстремум, статическая характеристика, оптимальное управление.

SIMULATION OF SYSTEM OF AUTOMATIC OPTIMIZATION MANAGEMENT WHICH SPECIALIZES IN THE PRODUCTION OF BENZOLE FROM COAL TAR TO GET A MAXIMUM BENZOLE YIELD

Parsunkin B.N., Vasilyev I.I., Bogdanov N.V., Soroka G.A., Sapyorov S.N.

Abstract. The project deals with the way to solve the problem of system optimization of benzole production from coal tar with useful optimizing algorithm, which eliminates periodic search mode and which is implemented on modern hardware and software.

Keywords: benzole, the consumption of steam, manipulated value, extremum, static characteristics, optimum control.

Большое промышленное значение имеют химические продукты, получающиеся при коксовании угля. Несмотря на быстрые темпы развития нефтехимической промышленности, коксохимия остается одним из основных поставщиков сырья для производства пластических масс, химических волокон, красителей и других синтетических материалов.

В выделяющихся при коксовании угля летучих продуктах содержатся пары каменноугольной смолы от 80 до 130 г/м³, бензола толуола и ксилола от 30 до 40 г/м³.

Каменноугольная смола представляет собой вязкую жидкость черного цвета плотностью от 1200 до 1300 кг/м³. Она является сложной смесью органических соединений, в основном ароматических. Состав её до конца не изучен. В настоящее время идентифицировано около 500 соединений (~60 % от общей массы смолы).

Переработка каменноугольной смолы состоит в разделении её на отдельные фракции путем ректификации.

Бензол (C₆H₆) получаемый из каменноугольной смолы, представляет смесь 81-85 % бензола, 10-16 % толуола и 1-4 % ксиола [1].

В качестве объекта оптимизации управления является дистилляционная колонна. Количество пара, подаваемое на колонну, должно обеспечить максимальное выделение легкой фракции из каменноугольной смолы. В качестве выходного (оптимизируемого) параметра системы автоматической оптимизации управления (CAOU) производством бензола использовано процентное содержание бензола в отходящем из колонны паре. В качестве входного управляющего воздействия предлагаемой CAOU используется расход пара, подаваемого в нижнюю часть колонны.

Основным доступным параметром, через который можно воздействовать на интенсивность процесса дистилляции бензола, является расход перегретого (высокотемпературного) пара, подаваемого в нижнюю часть колонны. С увеличением расхода перегретого пара возрастает температура верха бензольной колонны. Показателем эффективности процесса дистилляции служит относительная величина процентного содержания бензольных углеводородов в отходящем паре. Данный параметр регулируется за счёт подачи рефлюкса в верхнюю часть колонны [2].

Статическая характеристика процесса выделения бензола в координатах «Расход перегретого пара» – X – «Относительное содержание бензола» – Y, определяется уравнением:

$$Y = 2 \cdot 10^{-11} \cdot X^4 + 4 \cdot 10^{-8} \cdot X^3 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot X^2 + 0,0021 \cdot X + 0,0372 \quad (1)$$

Графическое изображение статической характеристики оптимизируемого процесса (1)

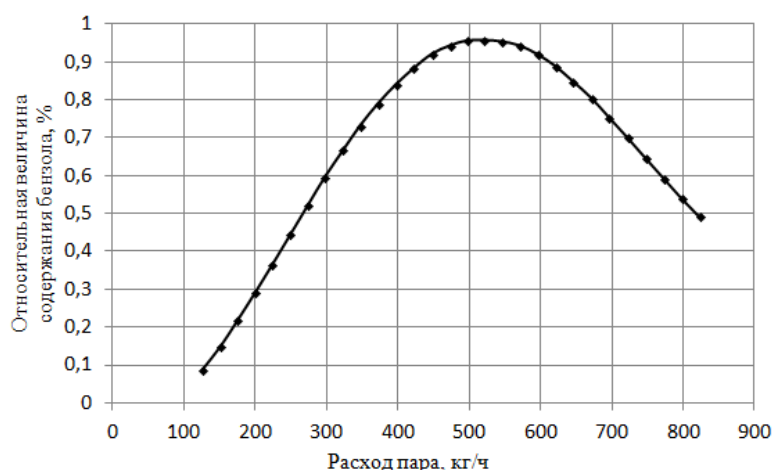


Рис.1. Статическая характеристика оптимизируемого процесса

представлено на рис. 1.

Статическая характеристика имеет экстремальный вид. Это является достаточным условием для целесообразности и эффективности использования CAOU процессом производства бензола [3].

В качестве оптимизирующего алгоритма управления (ОАУ) при поиске экстремума функции $Y = f[X(t)]$ целесообразно использовать метод по запоминанию максимума

скорости изменения содержания бензола в паре и остановкой исполнительного механизма в момент достижения максимально возможного значения скорости.

Структурная схема САОУ процессом производства бензола, реализующая принятый ОАУ представлена на рис. 2.

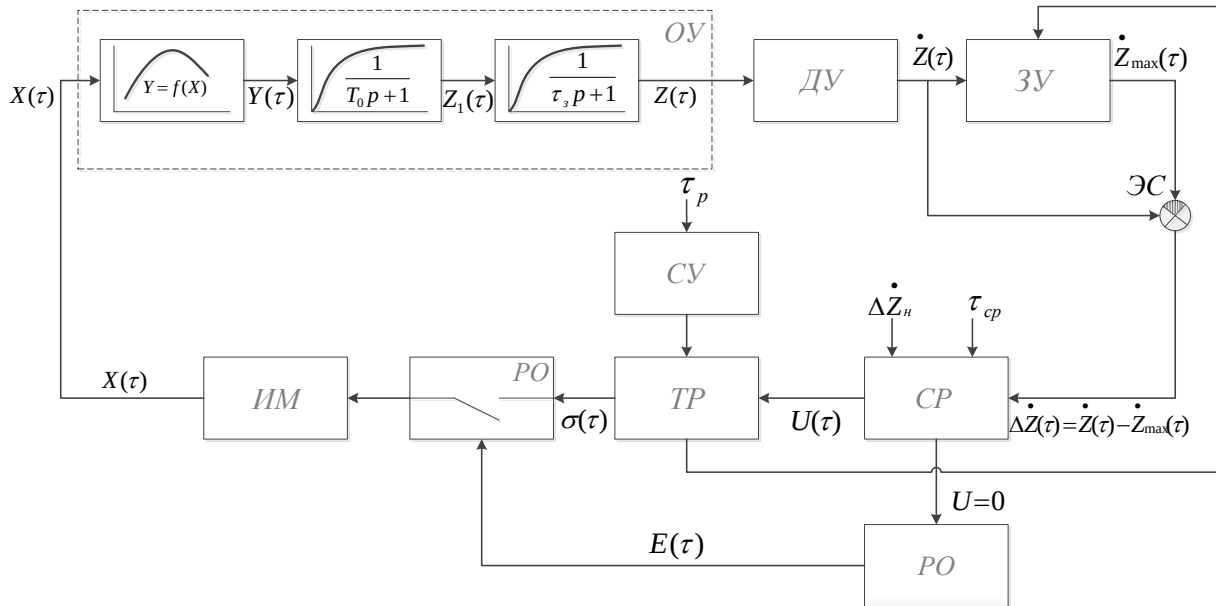


Рис.2. Структурная схема системы автоматической оптимизации управления процессом дистилляции бензола:

ОУ – объект управления; *ДУ* – дифференцирующее устройство; *ЗУ* – устройство запоминания максимума значения скорости изменения оптимизируемого параметра; *ЭС* – элемент сравнения; *СР* – логическое устройство сигнал-реле; *РО* – реле останова исполнительного механизма; *ТР* – триггер реверса; *СУ* – стабилизирующее устройство принудительного поворочного реверса; *ИМ* – исполнительный механизм

Объект управления аппроксимирован последовательным соединением статического звена с экстремального вида характеристикой $Y = f(X_{\text{вх}})$ и двух инерционных звеньев с постоянными времени T_0 и τ_3 . Здесь T_0 – характеризует инерционные свойства, а τ_3 – запаздывающие свойства оптимизируемого процесса.

Динамическая модель оптимизации управления процессом дистилляции бензола, обеспечивающая определение и поддержание расхода перегретого пара на дистилляционную колонну, при котором обеспечивается максимально возможная производительность процесса определяется следующей системой дифференциальных, алгебраических уравнений и логических условий.

$$X_{\text{вх}}(\tau) = X_0 + \sigma(\tau)k_{\text{им}}\tau, \quad (2)$$

где $X_{\text{вх}}(\tau)$, X_0 – соответственно текущее и начальное значения расхода перегретого пара на колонну; $\sigma(\tau) \in \{+1; 0; -1\}$ – сигнум функция, определяют текущее направления изменения расхода пара; $k_{\text{им}}$ – скорость изменения расхода пара; τ – текущее время.

$$Y[X_{\text{вх}}(\tau), \tau] = [a_0 + a_1[X_{\text{вх}}(\tau) \pm \alpha\tau] + a_2[X_{\text{вх}}(\tau) \pm \alpha\tau]^2 + a_3[X_{\text{вх}}(\tau) \pm \alpha\tau]^3] \mp \beta\tau, \quad (3)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – постоянные коэффициенты уравнения статической характеристики оптимизируемого процесса; α, β – соответственно скорости горизонтального и вертикального смещения (дрейфа) статической характеристики;

$$T_0 \frac{dZ_1(\tau)}{d\tau} + Z_1(\tau) = Y[X_{\text{вх}}(\tau), \tau], \quad (4)$$

где $Z_1(\tau)$ – изменение оптимизируемого параметра с учётом только инерционности процесса с постоянной времени T_0 .

$$\tau_3 \frac{dZ(\tau)}{d\tau} + Z(\tau) = Z_1(\tau), \quad (5)$$

где $Z(\tau)$ – изменение во времени оптимизируемого выходного параметра процесса дистилляции бензола.

$$\dot{Z}(\tau) = \frac{dZ(\tau)}{d\tau}, \quad (6)$$

$\dot{Z}(\tau)$ – скорость изменения выходного параметра оптимизируемого процесса.

Принцип работы запоминающего устройства ЗУ определяется следующими условиями:

$$\text{если } \dot{Z}(\tau) > \dot{Z}_{\max}(\tau - 1), \text{ то } \dot{Z}_{\max}(\tau - 1) = \dot{Z}(\tau); \quad (7)$$

$$\text{если } \dot{Z}(\tau) \leq \dot{Z}_{\max}(\tau - 1), \text{ то } \dot{Z}_{\max}(\tau - 1) = \dot{Z}_{\max}(\tau - 1). \quad (8)$$

Условия (7) и (8) означают, что в пределах одного поискового цикла ЗУ запоминает максимальное значение $\dot{Z}(\tau)$, достигнутое за прошедший интервал времени – $\dot{Z}_{\max}(\tau - 1)$, включая и $\dot{Z}(\tau)$.

На выходе элемента сравнения ЭС формируется сигнал в соответствии с выражением:

$$\Delta\dot{Z}(\tau) = \dot{Z}(\tau) - \dot{Z}_{\max}(\tau - 1), \quad (9)$$

где $\Delta\dot{Z}(\tau)$ – разность между текущим значением скорости изменения оптимизируемого параметра и максимальным значением скорости, достигнутым в прошедший период времени.

Логическое устройство – сигнум-реле (СР) на выходе формирует управляющую функцию $U(\tau)$ в соответствии с условием:

$$\text{При } \Delta\dot{Z}(\tau) \geq 0 \quad U(\tau) = \begin{cases} +1, & \text{если } \dot{Z}(\tau) - \dot{Z}_{\max}(\tau - 1) + \Delta\dot{Z}_H > 0 \\ 0, & \text{если } \dot{Z}(\tau) - \dot{Z}_{\max}(\tau - 1) + \Delta\dot{Z}_H \leq 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$\text{При } \Delta\dot{Z}(\tau) < 0 \quad U(\tau) = -1, \text{ если } \dot{Z}(\tau) + \Delta\dot{Z}_H < 0, \quad (11)$$

$\Delta\dot{Z}_H$ – заданная зона нечувствительности САОУ.

С учётом значения управляющей функции $U(\tau)$ на выходе триггера реверса (ТР) формируется переключающая функция $\sigma(\tau)$, определяющая текущее направление изменения расхода пара в соответствии с условиями.

Если $U(\tau) = +1$, то $\sigma(\tau+1) = \sigma(\tau)$ – выбранное направление перемещения клапана в момент времени τ сохраняется и на последующий интервал времени $(\tau + 1)$;

Если $U(\tau) = 0$, то $\sigma(\tau+1) = 0$ – исполнительный механизм, перемещающий клапан, на последующий интервал времени $(\tau + 1)$ останавливается;

Если $U(\tau) = -1$, то $\sigma(\tau+1) = -\sigma(\tau)$ – направление перемещения клапана в текущий момент времени τ в последующий $(\tau + 1)$ момент времени изменяется на противоположное (производится реверс ИМ).

При выполнении условия $U(\tau) = -1$ запомненное в ЗУ значение $\dot{Z}_{\max}(\tau - 1)$ сбрасывается и запоминается $\dot{Z}(\tau)$.

В схеме предусмотрено стабилизирующее устройство СУ, обеспечивающее принудительный реверс ИМ через заданное время τ_p после остановки ИМ. Это обеспечивает устойчивую целенаправленную работу САОУ при наличии технологических возмущений.

В схеме предусмотрен запрет на повторный реверс ИМ до истечения заданного в СР времени выдержки $\tau_{cp} = 0,2 \div 0,4 T_0$ [4-5].

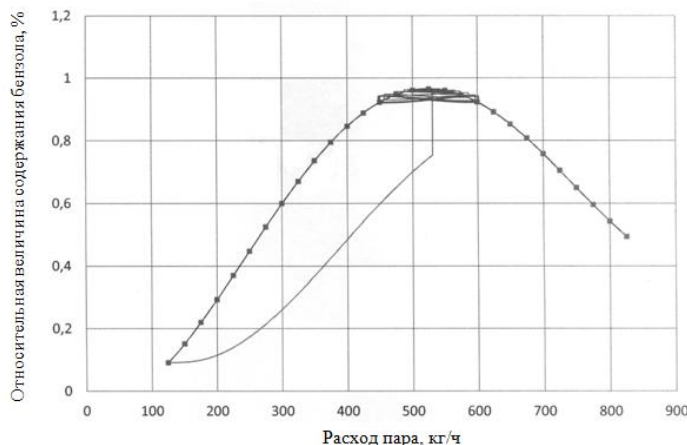


Рис.3. Траектория поискового процесса в САОУ процессом дистилляции бензола

Для проверки работоспособности рассмотренного метода поиска экстремума и математического моделирования поискового режима работы САОУ создано алгоритмическое и программное обеспечение, позволившие реально оценить эффективность функционирования предлагаемого способа оптимизации управления процессом дистилляции бензола.

В качестве конкретного примера на рис. 3 приведена расчётная траектория поисково-

го процесса в САОУ процессом дистилляции бензола при следующих условиях:

Статическая характеристика процесса определена уравнением (1). Начальное состояние процесса определяется условием $Y(X) = Z(X) = 0,0625 \%$; при $X_{\text{вх}}(\tau=0) = 175 \text{ кг/ч}$; скорость изменения управляющего воздействия $1,3 \text{ (кг/ч)/с}$; $T_0 = 100 \text{ с}$; $\tau_3 = 20 \text{ с}$; $\Delta \dot{Z}_H = 0,001 \text{ \%/с}$; дискретность расчёта $\Delta \tau = 0,1 \text{ с}$; $\tau_p = 300 \text{ с}$; $\tau_{\text{ср}} = 30 \text{ с}$.

Несомненным достоинством рассматриваемого способа оптимизации управления является отсутствие периодических поисковых изменений управляющего параметра.

Процесс за один рабочий цикл вышел на оптимальный режим, который САОУ периодически проверяется через заданный интервал времени.

Заключение

Использование предлагаемого способа автоматизированного управления процессом дистилляции бензола обеспечивает максимальную производительность технологического агрегата и исключает субъективное вмешательство технолога оператора в режим управления процессом. По предварительным расчетам использование САОУ не требует дополнительно использования других технических средств контроля и управления и осуществляется только программно с использованием существующего микропроцессорного контроллера.

Список используемых источников

1. Технологическая инструкция «Улавливание бензольных углеводородов из коксового газа на 2 блоке улавливания и переработки химических продуктов КХП. ТИ-101-КХ-0,5/6-2008.
2. Парсункин, Б.Н. Оптимизация управления технологическими процессами в металлургии : Монография / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, У.Б. Ахметов. – 2-е изд. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 198 с.
3. Парсункин, Б.Н. Идентификация элементов систем автоматизации и оптимизации контуров управления технологическими процессами: Учеб. пособие. – Магнитогорск: МГМА, 1996. – 148 с.
4. Парсункин, Б.Н. Расчёты переходных процессов в системах экстремального регулирования с запоминанием экстремума: Учеб. пособие / Б.Н. Парсункин, М.В. Бушманова. – Магнитогорск: МГТУ, 2001. – 164 с.
5. Парсункин, Б.Н. Расчёты систем автоматической оптимизации управления технологическими процессами в металлургии: Учеб. пособие/Б.Н. Парсункин, М.В. Бушманова, С.М. Андреев. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 267с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Парсункин Б.Н.*

Васильев И.И., Богданов Н.В., Сорока Г.А., Сапёров С.Н. Моделирование систем автоматической оптимизации управления производством бензола из каменноугольной смолы для достижения максимального выхода годного // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 90-94.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДПРОЕКТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ХОЛОДНОКАТАНОГО ПРОКАТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Миков А.Ю.

Аннотация. Обнаружение дефектов на поверхности холоднокатаного листа является важной составляющей при производстве холоднокатаного листа высокого качества. В статье представлены результаты предпроектного обследования для распознавания и классификации поверхностных дефектов холоднокатаного проката на основе нечетких нейронных сетей. Определены цели и задачи научно-исследовательской работы, обозначены объект и предмет исследования, предметная область. Построена теоретико-множественная модель оптического контроля поверхности холоднокатаной полосы. Проведена декомпозиция процесса распознавания дефектов.

Ключевые слова: распознавание дефектов, нечеткая нейронная сеть, холоднокатаный прокат, поверхностные дефекты, инспектирование поверхности.

RESULTS OF THE PRE INSPECTION FOR RECOGNITION AND CLASSIFICATION OF SURFACE DEFECTS OF COLD-ROLLED BASED ON FUZZY NEURAL NETWORKS

Mikov A.Y.

Abstract. Defects detection on the surface of cold-rolled sheet is an important component of high quality cold-rolled sheet production. The article presents the results of pre-project survey for the detection and classification of surface defects of cold rolled sheet based on fuzzy neural networks. The aims and objectives of the research work, subject of research, the subject area. Built set-theoretic model of optical surface inspection cold-rolled strip. Decomposition of the recognition process defects was performed.

Keywords: defect recognition, fuzzy neural network, cold-rolled sheet, surface defects, surface inspection system.

Инспектирование поверхности готовой продукции является важным аспектом систем контроля качества в производстве стали. Ряд поверхностных дефектов может быть обнаружен путем визуального осмотра. Для проведения визуального осмотра требуется организация технологических процедур, которые задерживают поточное производство проката во времени и приносят в оценку субъективный человеческий фактор. Оперативное и достоверное обнаружение дефектов на поверхности полосы холоднокатаного листа с применением автоматизированной системы оптического контроля качества позволяет решить следующие задачи:

1. Сократить объем продукции пониженного качества, за счет своевременного устранения причин, повлекших за собой образование дефекта на поверхности готового холоднокатаного листа.
2. Предотвратить выход из строя дорогостоящих агрегатов при изготовлении продукции с поверхностными дефектами.
3. Увеличить объем производства стального листа за счет достижения максимально возможных скоростей прокатного производства, не достижимых при выполнении контроля поверхности человеком.

Целью научно-исследовательской работы является повышение точности и достоверности информации при идентификации поверхностных дефектов холоднокатаного проката. Для достижения поставленной цели решаются задачи исследования (на основе поставленных задач исследования построено дерево цели и задач, представлено на рис. 1):

– теоретико-информационный анализ процесса производства холоднокатаного проката и обеспечения автоматизированной системы управления для определения источников, спосо-

бов получения и методов обработки информации о качестве выпускаемой продукции в АСУ ТП;

– анализ научно-практических разработок в области проектирования и реализации методов и систем машинного зрения, направленных на инспектирование поверхностных дефектов, включающий анализ существующих систем визуального контроля поверхности и методы обработки изображений для выполнения полного инспектирования;

– синтез структуры нечеткой искусственной нейронной сети и алгоритмов для классификации и распознавания объектов на поверхности металла, для этого требуется определить способы введения нечеткости в различные компоненты традиционных нейронных сетей, построить гибридный нейронечеткий классификатор и выбрать алго-



Рис. 1. Дерево цели и задач исследования

ритм для его обучения;

– разработка и опытная эксплуатация программного продукта для оценки поверхности полосы холоднокатаного проката, включает в себя декомпозицию процесса распознавания изображений дефектов поверхности холоднокатаной полосы, описание и реализацию модулей разрабатываемого программного продукта, проверку результатов работы программы на наборе реальных данных.

В ходе теоретико-информационного анализа были выделены подсистемы и взаимосвязи между ними для системы оптического контроля качества поверхности полосы холодного проката. Результаты построения модели приведены на рис. 2.

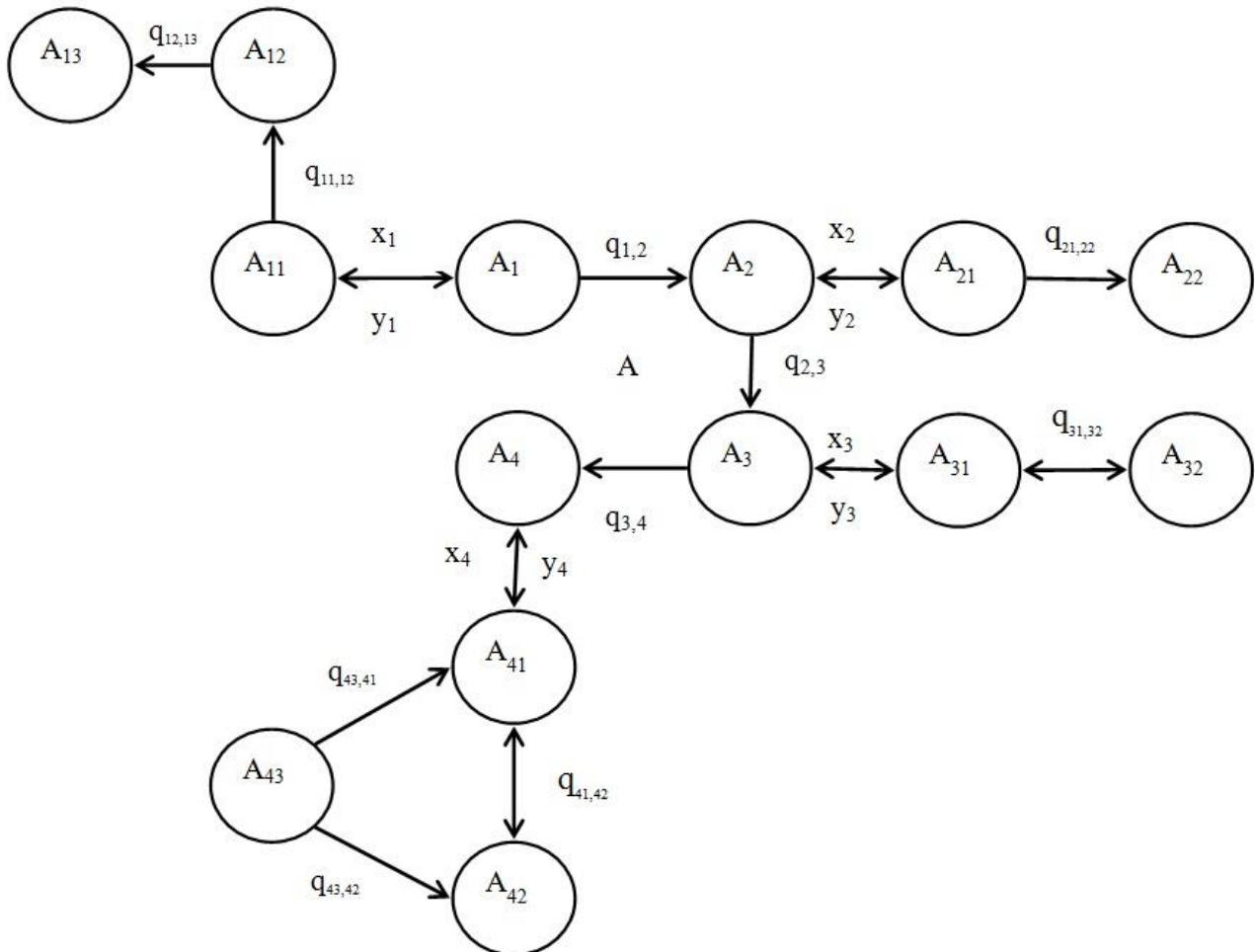


Рис.2. Объектно-множественная модель оптического контроля поверхности холоднокатаной полосы

Описание объектов, используемых на рис. 2 и входящих в модель, приведено в табл. 1. В табл. 2 приведено описание управляющих взаимосвязей между объектами.

В таблице 2 представлено описание управляющих взаимосвязей между рассматриваемыми объектами.

Каждый элемент модели характеризуется свойствами. В табл. 3 приведено описание свойств каждого из определенных объектов.

Для объекта A 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 – изображение с камер, y_1 – формат передачи изображения, x_2 – задача по распознаванию изображений дефектов, y_2 – информация по оценке качества поверхности холоднокатаного листа, x_3 – изображение дефекта, y_3 – классификация дефекта, x_4 – задача построения нечеткой искусственной нейронной сети, y_4 – модель нейронечеткой сети.

На рис. 3-5 приведена функциональная схема процесса распознавания дефектов. Функциональная схема необходима для описания процесса распознавания дефектов на поверхности холоднокатаной полосы. Входными данными, подлежащими вводу в систему, является изображение поверхности холоднокатаного листа. Выходными данными является классификация дефекта, обнаруженного системой на поверхности стальной полосы.

Таблица 1

Описание элементов объектно-множественной модели системы визуального контроля поверхности холоднокатаной полосы

Основное множество	Состав множества	Описание элементов	Графическое представление
A_1	A_{11}	Сенсоры системы Parsytec	
	A_{12}	Сервер системы Parsytec	
	A_{13}	Инспекционная консоль	
A_2	A_{21}	Изображение фрагментов поверхности	
	A_{22}	Стандарты по качеству	
A_3	A_{31}	Общесистемное программное обеспечение	
	A_{32}	Прикладное программное обеспечение	
A_4	A_{41}	Нечеткие системы	
	A_{42}	Искусственные нейронные сети	
	A_{43}	Методы обработки и распознавания изображений	

Таблица 2

Описание управляющих взаимосвязей между объектами

Обозначение	Вид потока	Содержание потока
$q_{11,12}$	Электронный	Передача изображения с камер на сервер
$q_{12,13}$	Электронный	Связь оператора с сервером системы
$q_{21,22}$	Электронный и бумажный	Связь между полученным изображением и стандартами, по которым оценивается качество поверхности полосы
$q_{31,32}$	Электронный	Связь между системным и прикладным программным обеспечением
$q_{41,42}$	Электронный	Связь между нечеткими и нейросетевыми моделями
$q_{43,41}, q_{43,42}$	Электронный	Связь между нечеткой нейронной сетью и алгоритмами обработки изображений

Описание свойств объектов модели оптического контроля поверхности холоднокатаной полосы

Объект	Свойство	Описание свойства
A ₁₁	Z ₁₁	Z ₁₁₁ = «Количество камер» Z ₁₁₂ = «Разрешающая способность камер» Z ₁₁₃ = «Количество кадров в секунду»
A ₁₂	Z ₁₂	Z ₁₂₁ = «Объем сетевого хранилища» Z ₁₂₂ = «Скорость передачи данных по локальной сети» Z ₁₂₃ = «Скорость обработки потока изображений»
A ₁₃	Z ₁₃	Z ₁₃₁ = «Разрешение монитора» Z ₁₃₂ = «Частота процессора» Z ₁₃₃ = «Объем оперативной памяти» Z ₁₃₄ = «Объем жесткого диска»
A ₂₁	Z ₂₁	Z ₂₁₁ = «Разрешение изображения» Z ₂₁₂ = «Формат изображения»
A ₂₂	Z ₂₂	Z ₂₂₁ = «ГОСТы» Z ₂₂₂ = «ОСТы» Z ₂₂₃ = «ТУ» Z ₂₂₄ = «Каталог дефектов»
A ₂₃	Z ₂₃	Z ₂₃₁ = «Контрастирование изображения» Z ₂₃₂ = «Фильтрация изображения» Z ₂₃₃ = «Сегментация изображения»
A ₃₁	Z ₃₁	Z ₃₁₁ = «Операционные системы» Z ₃₁₂ = «Антивирусные программы» Z ₃₁₃ = «Архиваторы»
A ₃₂	Z ₃₂	Z ₃₂₁ = «Системы управления базами данных» Z ₃₂₂ = «Operator Display Software»
A ₄₁	Z ₄₁	Z ₄₁₁ = «Нечеткие производственные правила» Z ₄₁₂ = «Нечеткие высказывания» Z ₄₁₃ = «Лингвистические переменные» Z ₄₁₄ = «Функции принадлежности» Z ₄₁₅ = «Алгоритмы нечеткого вывода»
A ₄₂	Z ₄₂	Z ₄₂₁ = «Количество входов нейросети» Z ₄₂₂ = «Количество выходов нейросети» Z ₄₂₃ = «Структура нейронной сети» Z ₄₂₄ = «Алгоритм обучения»
A ₄₃	Z ₄₃	Z ₄₃₁ = «Контрастность изображения» Z ₄₃₂ = «Гистограмма яркости» Z ₄₃₃ = «Сегменты изображения»

Заключение

Таким образом, сформулирована цель научно-исследовательской работы по повышению точности и достоверности информации при оптическом инспектировании поверхности холоднокатаной полосы. Поставлены задачи, выполнение которых приведет к достижению цели и будет получен рабочий программный продукт. Объектно-множественная модель оптического контроля поверхности холоднокатаной полосы позволяет выделить основные элементы системы, их свойства и взаимодействие друг с другом.

Для разрабатываемого программного продукта представлена функциональная схема процесса распознавания дефектов.

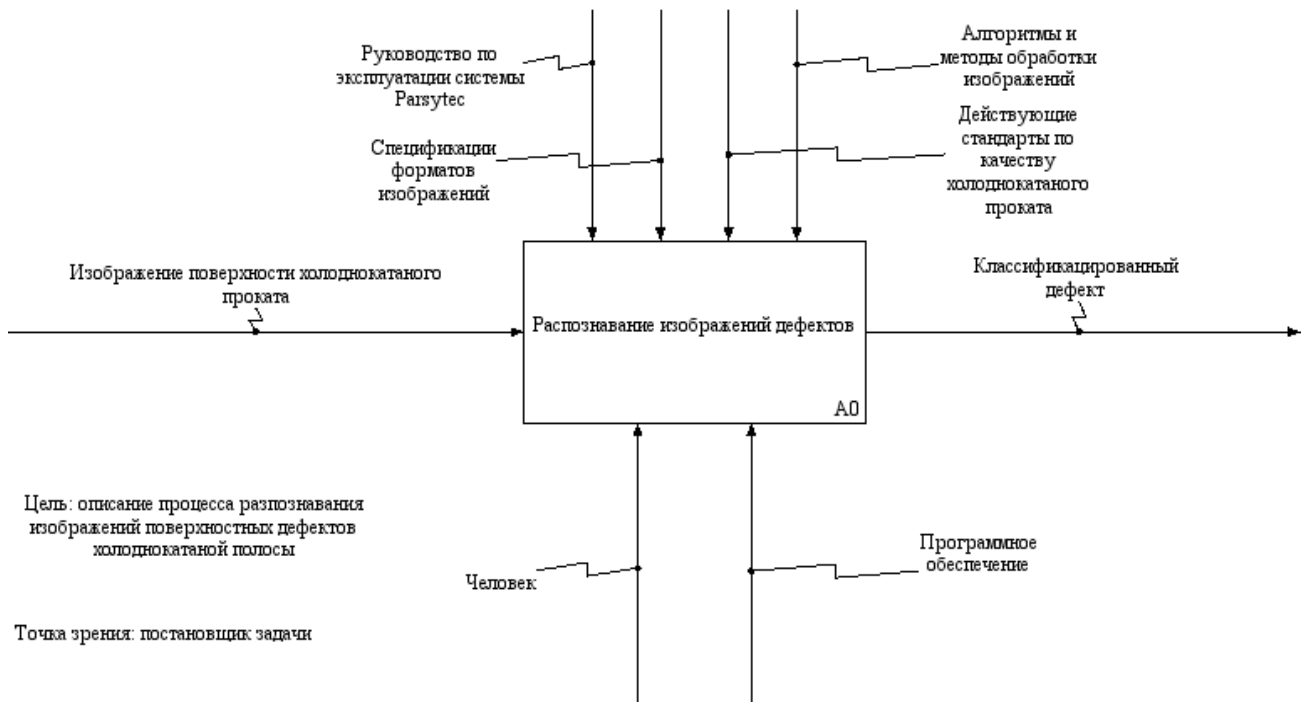


Рис.3. Контекстная диаграмма функциональной модели распознавания дефектов

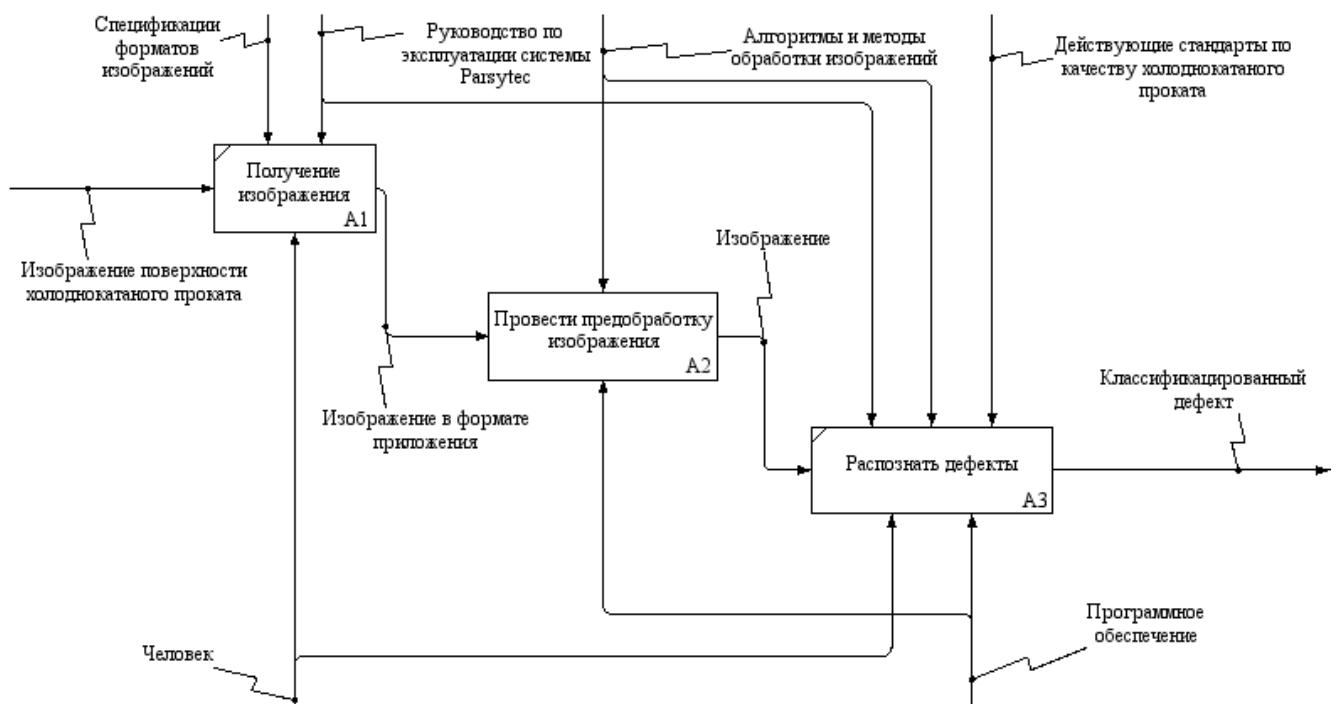


Рис.4. Диаграмма декомпозиции функциональной модели «Распознавание изображений дефектов»

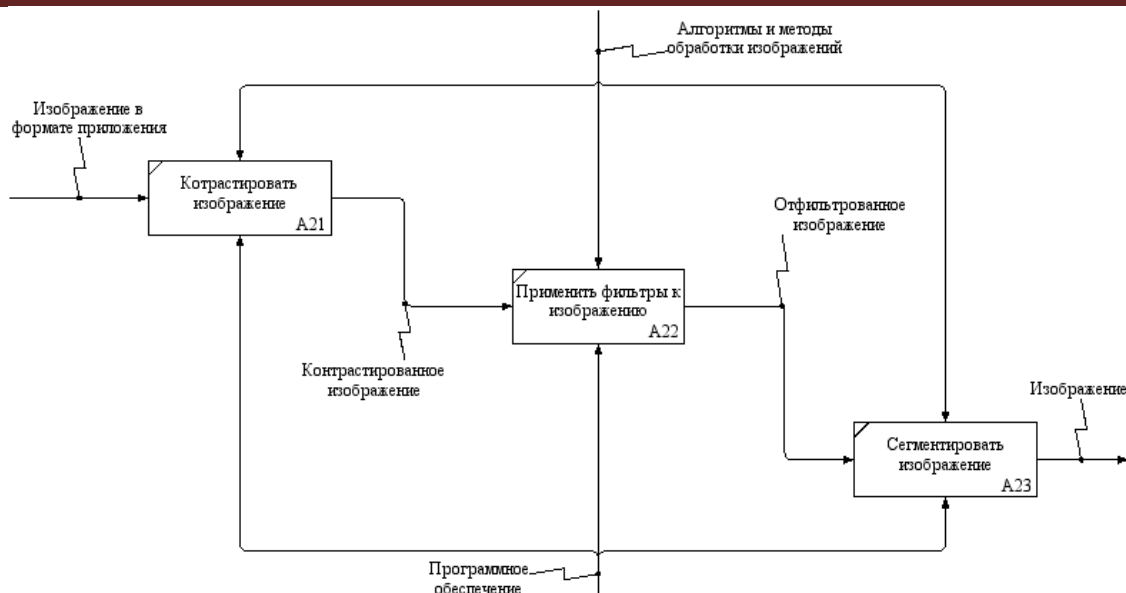


Рис.5. Дочерняя диаграмма функциональной модели «Распознавание изображений дефектов»

Список используемых источников

1. Logunova, O.S. Internal-defect formation and the thermal state of continuous-cast billet / Logunova, O.S // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – № 10. – с. 849-852.
2. Automatic system for intelligent support of continuous cast billet production control processes / O.S. Logunova, I.I. Matsko, I.A. Posohov, S.I. Luk'yunov // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2014.
3. Matsko, I.I.. Data acquisition and preparation methods for continuously cast billets quality analysis software / I.I. Matsko, Y.V. Snegirev, O.S. Logunova // Applied Mechanics and Materials. – 2012. – Т. 110-116. 3557-3562.
4. Detection through a vision-based technique / F.G. Bulnes, R. Usamentiaga, D.F. Garcia, J. Molleda // Periodic defects in steel strips: Industry Applications Magazine. – 2013. – Volume: 19, Issue: 2. – P. 39-46. ISSN: 1077-2618.
5. Миков, А.Ю. Обоснование необходимости повышения точности обнаружения дефектов на поверхности холоднокатаного листа для машиностроения / А.Ю. Миков, О.С. Логунова, А.В. Маркевич // Электротехника. Энергетика. Машиностроение: сб. науч. тр. I Междунар. науч. конф. молодых ученых. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – с. 109-111.
6. Логунова, О.С. Обоснование применения нечеткой нейронной сети для распознавания поверхностных дефектов стального листа / О.С. Логунова, А.Ю. Миков // Информатика, управління та штучний інтелект. Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та аспірантів. – Харків: НТУ "ХПІ", 2014. – с. 49.
7. Логунова, О.С. Методика исследования предметной области на основе теоретико-множественного анализа / О.С. Логунова, Е.А. Ильина // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2012. – №2. – с. 281-291.
8. Логунова, О.С. Применение методов цифровой обработки изображений для оценки серного отпечатка с темплета непрерывно-литого слитка / О.С. Логунова, А.А. Стороженко // Теория и технология металлургического производства. – Магнитогорск, – 2001. – С. 87-92.
9. Логунова, О.С. Оценка качества непрерывно литой заготовки статистическими методами с использованием программных средств / О.С. Логунова, Д.Х. Девятков, Х.Х. Нуров // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2005. – № 9. – С. 54-58.
10. Logunova, O.S. Computerized quality estimates of continuous-cast billet / O.S. Logunova, D.K. Devyatov, K.K. Nurov // Steel in Translation. – 2005. – Т. 35. – № 9. – С. 36-42.
11. Логунова, О.С. Автоматизированная оценка качества непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова, Б.Н. Парсункин, В.Г. Суспицын // Сталь. – 2004. – № 12. – С. 101-104.
12. Логунова, О.С. Стохастическая модель качества непрерывнолитой заготовки // Сталь. – 2005. – № 12. – С. 21-23.
13. Логунова, О.С. Оценка статистическими методами серного отпечатка поперечного темплета непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова, В.В. Павлов, Х.Х. Нуров // Электрометаллургия. – 2004. – № 5. – С. 18-24.
15. Павлов, В.В. Перспективные направления использования теории распознавания изображений в металлургической промышленности / В.В. Павлов, И.И. Мацко, О.С. Логунова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2011. – № 1-2. – С. 161-165.
16. Посохов, И.А. Технология обработки изображений заготовок на основе операций морфологического анализа / И.А. Посохов, О.С. Логунова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2011. – № 1-2. – С. 191-196.

Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.

Миков А.Ю. Результаты предпроектного обследования для распознавания и классификации поверхностных дефектов холоднокатаного проката на основе нечетких нейронных сетей // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 94-100.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621:004.942

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Максимов М.А.

Развитие современной науки и техники отличается повышением уровня использования цифровых изображений для различных видов анализа во многих областях знаний. Проблема автоматизированной обработки изображений и последующей интерпретации полученных результатов остается актуальной для всех отраслей и областей. Качественное решение многих задач космонавтики, медицины, промышленности, оборонной и других сфер непосредственно связано с обработкой цифровых изображений. В промышленности обработка изображений применяется для устранения человеческого фактора при оценке качества продукта или автоматизации сборки. В медицине обработка изображений играет важную роль при интерпретации результатов рентгеновских исследований [1]. В течении длительного времени проводятся исследования по применению алгоритмов автоматизированной обработки для определения гранулометрического состава [2, 3] и качества металлургической продукции [4, 5].



Рис. 1. Фрагменты фотографий для оценки гранулометрического состава материалов: а – гранулы плавикового шпата CaF_2 ; б – гранулы известняка

Обработка изображения в автоматизированном режиме требует определения траектории, в которой выстроены типовые алгоритмы в зависимости от поставленной цели. Наиболее простыми являются операции, связанные с предварительной обработкой и улучшением изображения. Примерами таких операций являются корректировка яркости и контраста исходного изображения. Более сложными и трудно решаемыми являются задачи сегментации и распознавания изображений.

Многие компании, в том числе и отечественные, ведут работу по созданию программного обеспечения для обработки изображений, полученных при изучении объектов. Примерами таких компаний являются SIAMS (Россия), Thixomet (Россия), ВидеоТесТ (Россия), ООО «Новые Экспертные Системы» (Россия), Carl Zeiss AG (Германия), OLYMPUS (Япония), MIS (США) и прочие [6].

Цель улучшения изображения состоит в такой его обработке, чтобы результат оказался более подходящим с точки зрения конкретного применения изображения. Также стоит отметить, что методы улучшения ориентированы на конкретную цель обработки изображения, т.е. в одних случаях актуально применение одних методов, а в других случаях – применение совершенно других [1].

Перед авторами работы была поставлена цель, состоящая в повышении достоверности информации при автоматизированной оценке гранулометрического состава материалов, используемых в составе шихты для дуговой сталеплавильной печи. Пример изображений приведен на рис. 1.

В настоящее время разработан инструмент для автоматизации процессов обработки цифровых изображений – библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом *OpenCV*. Библиотека создана для предоставления общего программного интерфейса приложениям компьютерного зрения и увеличения масштабов использования машинного восприятия в коммерческих продуктах. *OpenCV* содержит более 2500 алгоритмов и реализована для языков программирования *C/C++*, *Python*, *Java*, а также для *MATLAB* [7].

Алгоритмы, реализованные в библиотеке *OpenCV*, разделены по модулям, которые могут быть полезны при работе как с фото-, так и с видеофрагментами. Примерами таких моду-

лей являются: *core module*; *imgproc module*; *highgui module*. Библиотека *OpenCV* располагает специальными типами данных для хранения изображения. Например, тип *Mat* является базовым контейнером для хранения изображения. Условно говоря, данный тип представляет собой матрицу пикселей изображения. Поэтому благодаря использованию данного типа получить доступ к пикселям изображения довольно просто.

Стоит отметить, что библиотека *OpenCV* активно развивается и дополняется, реализуются новые алгоритмы обработки изображений, происходит регулярный выход обновленных версий библиотеки. Это говорит о том, что алгоритмы и возможности *OpenCV* актуальны и находят свое применение в процессе разработки современного программного обеспечения для обработки изображений.

На основе применения алгоритмов библиотеки *OpenCV 2.4.8* разрабатывается программный продукт для обработки, улучшения и распознавания изображений. Проект реализуется на языке *C++* в интегрированной среде разработки *Microsoft Visual Studio 2010*.

Список используемых источников

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Пат. 2347209 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/00. Способ определения наличия и размера инородных включений в массе металлических гранул / Богуславский А.А., Гарибов Г.С., Касаткин В.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО «Всероссийский институт легких сплавов» (ОАО «ВИЛС»). – № 2007117207/28; заявл. 10.05.07; опубл. 20.02.09, Бюл. № 5.
3. Пат. 2261432 Российская Федерация, МПК⁷ G 01 N 15/02. Способ и система для определения геометрических размеров гранул сыпучего материала / Круглов В.Н.; заявитель и патентообладатель Круглов В.Н. – № 2002111894/28; заявл. 06.05.02; опубл. 27.09.05, Бюл. № 27.
4. Логунова, О.С. Стохастическая модель качества непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова // Сталь. – 2005. – № 12. – С. 21 – 23.
5. Логунова, О.С. Оценка статистическими методами серного отпечатка поперечного темплета непрерывнолитой заготовки / О.С. Логунова, В.В. Павлов, Х.Х. Нуров // Электрометаллургия. – 2004. – № 5. – С. 18 – 24.
6. Логунова, О.С. Система интеллектуальной поддержки процессов управления производством непрерывнолитой заготовки: монография / Логунова О.С., Мацко И.И., Посохов И.А. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. – 175 с.

*Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.*

Максимов М.А. Программные средства обработки изображений сыпучих материалов // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 101-102.

УДК 001.86

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНОГО

Арефьева Д.Я.

В настоящее время одной из актуальных проблем является оценка результативности научной деятельности ученых и вузов для определения вклада отдельных лиц и коллективов в науку. Проект Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), который включает национальную библиографическую базу данных научного цитирования, действует с 2006 года. На сегодняшний день в нее входит более шести миллионов публикаций российских авторов (*elibrary.ru*). Проект предназначен для обеспечения научных исследований сведениями об уровне развития исследований и осуществляет оценку результативности и эффективности деятельности ученых, организаций, журналов и издательств. Для оценки эффективности научной деятельности использованы основные положения наукометрии и наукометрические показатели. Значительному прогрессу в области наукометрии способствовало увеличение количества научных изданий.

Наукометрические показатели являются инструментом для составления рейтинга научных работников [1]. Кроме того, такие показатели позволяют оценить качество научных исследований на основе анализа данных о цитировании научных публикаций авторов. При этом данные о цитировании обладают определенными возможностями [2].

Основными наукометрическими показателями научной электронной библиотеки (*elibrary.ru*) являются: число цитирований публикаций автора в РНИЦ – суммарное количество ссылок на работы автора; число цитирований из журналов с ненулевым импакт-фактором – учитываются ссылки из журналов, которые имеют ненулевой импакт-фактор ISI; индекс Хирша (*H-индекс*) – один из известнейших показателей оценки работы ученого и определяется в зависимости от количества публикаций и цитирования работ автора [3, 4].

В последнее время большое внимание при оценке научно-исследовательской деятельности учреждений, уделяется такому показателю, как цитируемость авторов и журналов в зарубежных наукометрических системах (*Web of Science* и *Scopus*).

Базы данных *Web of Science* основал Юджин Гарфилд в 1964 году. Она представляет собой информационные инструменты, позволяющие исследователям упростить процесс оценки их вклада в науку. Сегодня доступ к *Web of Science* осуществляется через специальную *Web-платформу (Web of Knowledge)*. Для включения журнала в *Web of Science* особое внимание уделяется таким критериям, как содержание публикаций, читаемость текстов, актуальность информации, представленной в статьях.

Scopus – это наукометрическая база данных, которая является крупнейшим собранием рефератов, научных исследований, цитат и книг в различных областях науки. *Scopus* является сравнительно молодой (2004 год) базой данных по отношению к *Web of Science*. Анализ данных одной из крупнейших международных баз *Scopus* дает количественную оценку научной деятельности ученых, а также дает возможность сравнить ее с оценкой других авторов.

Данная система принимает научные статьи и издания по следующим основным критериям: издание, статья должны иметь название на английском языке, так же как и их содержание; издание должно публиковать новые выпуски хотя бы один раз в год; у издания должен присутствовать международный научный авторитет; у издания должен быть свой веб-сайт; указание на сайте журнала о соблюдении издательской этики.

Повышение показателей публикационной активности российских ученых по данным индексов цитирования *Scopus* и *Web of Science* требует от российских журналов повышения их качественного уровня и соблюдения международных издательских стандартов.

Список используемых источников

1. Логунова, О.С. Результаты анализа публикационной активности профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова» / О.С. Логунова, А.В. Леднов, В.В. Королева // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 3 (47). – С. 78-87.
2. Логунова, О.С. Наукометрические показатели как инструмент оценки деятельности ученого / О.С. Логунова, Д.Я. Арефьева // Информатика, управління та штучний інтелект. Тезиси науково-технічної конференції студентів, магістрів та аспірантів: НТУ "ХПІ", 2014. – С. 48, російською мовою.
3. Третьякова, О.В. К вопросу об импакт-факторе научного журнала и методиках его формирования / О.В. Третьякова // Вопросы территориального развития. 2014. – № 5. – с. 4.
4. Окжос, К.М. Классификация электронных научных журналов / К.М. Окжос, Е.А. Ильина // Сборник научных трудов SWorld. 2014. – Т.7, № 1. – с. 25-29.

Руководитель работы д-р техн. наук
Логунова О.С.

Арефьева Д.Я. Наукометрические показатели в деятельности ученого // Ab ovo... (С самого начала ...). – 2014. – №1. – С. 102-103.

УДК 378.146

ПРОЦЕДУРА АУДИТА РАБОТ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

Буркин Н.В.

Самостоятельные работы позволяют определить глубину объема усвоения знаний по каждой теме, стимулируя интерес будущих специалистов к профессии, активность и при-

вычку систематической работы над учебным материалом. Важная роль при выполнении самостоятельных работ отводится аттестационным работам. Оценивание самостоятельных работ студентов необходимо автоматизировать для облегчения их проверки преподавателями.

Рост объема информации и уменьшение аудиторных часов, выделяемое на обучение студента привела к увеличению выдаваемых заданий, и соответственно к увеличению отчетов по этим заданиям (рефераты, отчеты по УИР, курсовые и т.д.).

В нашем университете разработаны стандарты, определяющие процессы промежуточной и итоговой аттестации – положение о промежуточной аттестации, положение о текущей аттестации и системе оценивания учебных достижений студентов университета, итоговые аттестационные испытания студентов университета (по уровням подготовки ВПО), курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила и оформления, выпускная квалификационная работа: структура, содержание, общие правила и оформления. Примеры заданий по некоторым из таких работ представлены в литературе [11-15].

Анализ стандартов, разработанных в МГТУ и ГОСТа 7.32 позволил определить показатели оценки выполнения аттестационных работ, при проверке которых, необходимо автоматизировать деятельность преподавателя: 1) структура работы: наличие разделов введения, заключения, библиографического списка (или списка использованных источников); 2) параметры страницы: поля страницы, расположение номеров страниц; 3) шрифт: тип и размер шрифта; 4) абзац: красная строка, междустрочный интервал, отступы справа и слева, интервал до и после; 5) таблицы: ссылка на таблицы и подписи к ним; 6) иллюстрации: ссылка на иллюстрации и подписи к ним. Итоговая оценка каждого студента в баллах определяется как сумма отдельных оценок по разработанным критериям.

В результате проделанной работы разработан программный модуль «Аудит», который позволяет: выполнить проверку по заданным критериям представленных аттестационных работ; проанализировать качество выполнения аттестационных работ; отобразить результаты в табличном виде и предъявить студенту рецензии по этим работам.

Список используемых источников

1. Буркин, Н.В. Система аудита работ промежуточной и итоговой аттестации // *Ab ovo ... (С самого начала ...)*. – 2013. – №1. – С. 54-57.
2. Ильина, Е.А. Организация самостоятельной работы студентов вуза с использованием автоматизированной обучающей системы: дис.. канд. пед. наук. Магнитогорск. гос. ун-т. – Магнитогорск, 2010. – 191с.
3. Каприлевская, З.Г. Результаты теоретико-информационного анализа модели мониторинга развития компетенции выпускников ВУЗа по направлению 230100 -«Информатика и вычислительная техника». / З.Г. Каприлевская, Е.А. Ильина // Центр научного знания «ЛОГОС», сборник материалов II Междунар. научн.-практ. конференции «Психология и педагогика на современном этапе», Изд-во Ставрополь, 2011, С. 160-164.
4. Ильина, Е.А. Применение информационной образовательной среды в учебном процессе высшей школы // *Автоматизированные технологии и производства*. – 2013. – № 5. – С. 76-79.
5. Нургалина, Р.Г. Функциональная модель измерения уровня рефлексии / Р.Г. Нургалина, Е.А. Ильина // *Вестник магистратуры*. – 2012. – № 9-10 (12-13). – С. 54-56.
6. Логунова, О.С. Информатика. Курс лекций: учебное пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, И.И. Мацко. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 128 с.
7. Логунова, О.С. Программные статистические комплексы: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, Е.Г. Филиппов, В.В. Королева, В.В. Павлов. М.: Академия, 2011. – 300 с.
8. Логунова, О.С. Теория и практика обработки экспериментальных данных на ЭВМ: Учеб. пособие / О.С. Логунова, Е.А. Ильина, В.В. Павлов. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. – 300 с.

Руководитель работы канд. пед. наук

Ильина Е.А.

Буркин Н.В. Процедура аудита работ аттестации студентов университета // *Ab ovo... (С самого начала ...)*. – 2014. – №1. – С. 103-104.
