



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

*Сборник статей по материалам
XXV международной научно-практической конференции*

№ 8 (21)
Сентябрь 2013 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсutowич — д-р техн. наук, профессор, ректор
Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных
систем.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доцент Полтавского
национального технического университета имени Юрия Кондратюка;

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент Института
развития дополнительного профессионального образования;

Романова Алла Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры
прикладной физики Санкт-Петербургского государственного университета
сервиса и экономики.

Т 38 Технические науки — от теории к практике. № 8 (21): сборник
статей по материалам XXV международной научно-практической
конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 140 с.

Учредитель: НП «СибАК»

«Технические науки — от теории к практике» включен в систему
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей
обязательна.

Оглавление

Секция 1. Инженерная графика, САПР, САД, САЕ	6
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ОБУЧЕНИИ БАКАЛАВРОВ Волкова Любовь Федоровна Мухаметзянова Карина Руслановна	6
Секция 2. Информатика, вычислительная техника и управление	11
ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОННОГО РЫНКА Агрова Ксения Николаевна	11
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ С НЕЛОКАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ В ДВУМЕРНОМ СЛУЧАЕ Арипов Мирсаид Мирсидикович Мухамедиева Дильдора Кабыловна	21
ОБ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ НАДСТРОЙКИ НАД ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ Еременко Юрий Иванович Полещенко Дмитрий Александрович Глущенко Антон Игоревич	27
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ ТП НА БАЗЕ SCADA-СИСТЕМЫ Журова Лариса Борисовна	38
СЕГМЕНТАЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ТОЧНОСТЬЮ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ Кузьмин Сергей Александрович	44
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ШКОЛ Омарбекова Асель Сайлаубековна Сулейменов Айдарбек	55
УСКОРЕННЫЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИИ СТРУКТУР КРИПКЕ Чистяков Геннадий Андреевич Мельцов Василий Юрьевич	72

Секция 3. Машиностроение и машиноведение	79
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КОНТРОЛЬНО-СОТИРОВОЧНОМУ АВТОМАТУ НА БАЗЕ УСТРОЙСТВА БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОРАЗМЕРОВ Табекина Наталья Александровна	79
Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии	84
ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ СУБСТРАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА Караева Юлия Викторовна Трахунова Ирина Александровна	84
Секция 5. Аэро-космическая техника и технологии	91
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ МЕЖДУ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ В ТОЧКЕ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ Тимофеев Семен Юрьевич	91
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛЬЧИКОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ В РОССИЙСКИХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ Хаитов Артур Рамильевич	103
Секция 6. Технология продовольственных продуктов	108
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ Текутьева Людмила Александровна Сон Оксана Михайловна Фищенко Евгения Сергеевна Ситун Наталья Викторовна	108
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС НА РЫНКЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА Фищенко Евгения Сергеевна Газиева Татьяна Николаевна Гаврилова Наталья Владимировна Текутьева Людмила Александровна Сон Оксана Михайловна	114

Секция 7. Технология материалов и изделий легкой промышленности	119
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЙЛОКА Болатова Джамия Гайдарбековна	119
Секция 8. Приборостроение, метрология, радиотехника	124
РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРНОГО КОНТРОЛЯ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ FREEDUINO Соловьев Александр Михайлович	124
Секция 9. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология	131
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЭТАПЕ ГОНКА ДВИГАТЕЛЕЙ Голубева Анна Олеговна	131

СЕКЦИЯ 1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ОБУЧЕНИИ БАКАЛАВРОВ

Волкова Любовь Федоровна

*ст. преподаватель БГАУ,
г. Уфа*

E-mail: lfvolkova@mail.ru

Мухаметзянова Карина Руслановна

*студент БГАУ,
г. Уфа*

E-mail: karinkamr@mail.ru

FEATURES OF TEACHING GRAPHIC SYSTEMS AT TRAINING OF BACHELORS

Lyubov Volkova

*senior lecturer BSAU,
Ufa*

Karina Muchmetzyanova

*student BSAU,
Ufa*

АННОТАЦИЯ

Реформы образования. Компьютерная графика. Подготовка студентов. Выводы.

ABSTRACT

Education reform. Computer graphics. Result. Conclusion. .

Ключевые слова: образование; графика, бакалавр.

Keywords: education; graphics; bachelor.

Реформы, проводимые в образовании, изменили требование к подготовке выпускников инженерных специальностей, поскольку качество образования определяет будущее страны. Поэтому приоритетом образования становится формирование личности, которая самостоятельно добывает, анализирует и использует информационно-интеллектуальные ресурсы и творчески решает поставленные задачи. При этом следует обратить внимание на то, что графические изображения представляют собой звенья, связывающие различные виды творчества. Обилие различной информации, необходимость ее быстрой безошибочной обработки, требует постоянного развития информационных технологий и применения ПК. А это в свою очередь говорит о необходимости использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Компьютер проник во все сферы человеческой деятельности. И вступая в этот компьютеризированный мир, человек должен быть готовым к жизни в нем. Таким образом, быстрое развитие компьютерных технологий открыло для нас эру машинной графики. Графика — одна из наиболее быстро развивающихся областей компьютерной науки. Как учебную дисциплину, компьютерную графику можно считать одним из специальных разделов информатики, который служит средством приобретения знаний, развития навыков работы с компьютерной техникой. Компьютерная графика, носит комплексно-прикладной характер. Освоение методов и понимание алгоритмов машинной графики требует как владения базовыми понятиями фундаментальных дисциплин, так и умения создавать программные продукты на компьютере, используя эти понятия на практике. Большинство студентов не нуждается в глубоком изучении данной дисциплины, поэтому в качестве методологической основы преподавания является общий тезис о том, что компьютер (программа) представляет собой инструмент для исследования или моделирования. Следовательно, специфика преподавания компьютерной графики больше склоняется к традиционной форме обучения (лекции и лабораторные работы). При этом следует отметить, что одной из ключевых методических проблем преподавания дисциплины является недостаточное количество учебной литературы для студентов. Необходимо отметить электронные пособия, которые появились в последние годы и существенно спасают положение. Переводные издания по компьютерной графике мало пригодны

для использования в обучении, поскольку чаще всего носят справочный характер.

Теория компьютерной графики развивается на базе взаимных связей информатики с другими учебными дисциплинами. В связи с этим подготовка студентов инженерных специальностей в рамках изучения дисциплин «Компьютерная графика» и «ИКТ» должна быть направлена на освоение современных средств представления графической информации. А это предполагает комплексное использование систем автоматизированного проектирования (САПР).

Учебные курсы, связанные с изучением графических дисциплин являются одними из компетентностных составляющих подготовки бакалавров. По требованиям работодателей выпускники ВУЗов должны знать ГОСТы, СНИПы, стандарты в сфере проектирования, уметь разрабатывать и оформлять проектно-техническую документацию, владеть методами проектирования и проведения технико-экономических расчетов, иметь навыки в проектировании и разработке чертежей. Если учесть, что у большинства студентов первокурсников отсутствовал в школе предмет «Черчение», то обучающиеся должны дополнить базу знаний, умений и навыков в стенах высшего учебного заведения. При этом следует учесть, что курсы «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» так же широко используют в обучении современные информационные средства, поэтому в образовательном процессе все чаще наблюдается слияние этих дисциплин с дисциплиной «Компьютерная графика». Кроме того традиционные методы применения чертежных инструментов уступили свое место эскизированию и выполнению по ним 3D-моделей деталей и сборок с последующим выполнением 2D-рабочих чертежей и их доработкой по ГОСТ согласно ЕСКД и международных стандартов в САД-системах. Применение систем проектирования позволит также внедрить в учебный процесс систему управления при изучении соответствующих тем, это даст возможность развивать студенческие научные исследования, интенсифицировать работу преподавателя, а также обеспечить качественное использование теоретических знаний студентов. Это и есть задачи, которые стоят в настоящее время перед высшим образованием.

Следовательно, изучение дисциплины «Компьютерная графика» должно начинаться в учебном заведении не раньше 2-го семестра, а 1-ый семестр лучше оставить для изучения пакетов прикладных программ Microsoft Office, которые идут последовательно по нарастающей сложности: после изучения программ Word, Excel переходят к программе Access. При этом необходимо учитывать, что необхо-

димось адаптации у первокурсников к новой среде учебного процесса значительно увеличивает удельный вес трудозатрат на самостоятельную работу по графическим дисциплинам. Поэтому для освоения графических программ в рамках дисциплин первого курса следует начинать с более быстрого и простого освоения программного продукта (например, КОМПАС 3D). Это позволит сделать *основной упор в обучении не на освоение программы, а на ее применение к конкретной дисциплине*. Полученные таким образом умения и навыки позволят на следующих курсах быстро освоить более сложные графические программные продукты, которые могут различаться для выпускников разных направлений и профилей обучения подготовки бакалавров. Такой подход распространен на большинстве специальностей и в нашем вузе. «Компьютерная графика». Подобное распределение связано с изменением функций использования графических программных комплексов.

Освоив, специальные знания по выбранному направлению и получив степень бакалавра можно продолжить обучение и получить в дальнейшем степень магистра. Поэтому бакалавр должен иметь универсальные знания, применить которые он может как при последующем трудоустройстве, так и при продолжении обучения. Ориентация выпускников только на один программный пакет ограничит профессиональные компетенции выпускников.

ВУЗ выпускает бакалавра, прежде всего, для работодателя. Работодатель использует в работе, как правило, определенный программный продукт и, следовательно, ему необходим специалист, владеющий именно этим пакетом. Поэтому умение выпускника работать с различными программными пакетами делает его более ценным специалистом, и он соответственно получит преимущество на рынке труда. В этих условиях в качестве простейшего конструкторского графического редактора мы предлагаем выбрать КОМПАС-ГРАФИК. Его универсальность, простота и доступность делают его одним из уникальных среди конструкторско-графических редакторов. В настоящее время каждый работодатель работает на определенном программном продукте и ему требуется специалист, который владеет именно им. Доучивание сотрудников невыгодно работодателю. Зачастую на это нет времени. Если студент во время обучения учится работать с различными программными продуктами, то он приобретает преимущество на рынке труда. Внедрение различных инновационных методик обучения бакалавров при освоении графических дисциплин имеет и ряд проблем, среди которых:

- недостаточное обеспечение компьютерной техникой;

- отсутствие профессионального обслуживания дисплейных классов;
- недостаточное количество профессиональных кадров при преподавании данных дисциплин;
- отсутствие единой системы управления;
- необходимость междисциплинарной связи в области инженерно-графической подготовки;
- нехватка учебного времени для преподавания данных дисциплин.

Из вышесказанного следует, что широкий спектр интереса к этой дисциплине требует серьезного рассмотрения. При этом необходимо принять во внимание ее быстрое развитие как современной области исследований на базе перспективных информационных технологий, без которых невозможно достичь качественной графической подготовки специалистов высшей школы.

Список литературы:

1. Данилов С.В., Атаулова О.В. Непрерывное образование преподавателя технологии: информатизации учебного процесса: материалы IV международной заочной научно-практической конференции, 14 октября 2009 г. Ульяновск: УПК-ПРО, 2009. — 490 с.
2. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие. М. 2008.
3. Селявко Г.К. Педагогические технологии на основе информационно-коммуникационных средств. М. 2009.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОННОГО РЫНКА

Агрова Ксения Николаевна
аспирант ФГОБУ ВПО ПГУТИ,
Самара
E-mail: kсениya.agrova@gmail.com

THE INFLUENCE OF INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS AFFECTING THE COMPANY I N THE ELECTRONIC MARKETPLACE

Agrova Kseniya
postgraduate student, State University of Telecommunications
and Informatic,
Samara

АННОТАЦИЯ

В данной статье предпринята попытка выявить и рассмотреть основные факторы, оказывающие влияние на результативность использования электронных торговых площадок, с позиции предприятия как участника электронного рынка.

ABSTRACT

This paper attempts to identify and address the main factors that influence the effectiveness of the use of e-marketplaces, with the company's position as a member of the electronic market.

Ключевые слова: электронная торговая площадка, процесс межорганизационного взаимодействия, торгово-закупочные процедуры.

Keywords: e-marketplace, the process of inter-organizational cooperation, trade and procurement procedures.

Одним из наиболее важных и переломных моментов в области деловых коммуникаций можно считать появление бизнес-модели электронной межкорпоративной торговли (ЭМТ), которая была представлена в начале 1990 гг. и предполагала собой виртуальное решение, представляющее альтернативную коммуникацию с возможностью объединения электронных бизнес-процессов.

Концепция ЭМТ предполагала воплощение в жизнь экономической модели чистой конкуренции. Гипотетически, архитектура электронных торговых площадок (ЭТП) соответствует типу рыночной структуры, которая отвечает следующим признакам совершенной конкуренции:

- множество равноценных продавцов и покупателей;
- однородность и стандартизация продукции;
- отсутствие барьеров для входа или выхода с рынка;
- равный и полный доступ всех участников к информации.

Статистические отчеты и исследования, посвященные изучению преимуществ и выгод от использования ЭТП в торгово-закупочной деятельности предприятий, констатируют, что экономия в среднем достигает 15 % со стороны закупок и 20 % со стороны сбыта [1, с. 2].

Несмотря на бесспорные преимущества электронной межкорпоративной торговли, которые приводятся в научных трудах и статистических отчетах, стоит отметить тот факт, что в среднем около 56 % проектов по внедрению новых b2b-технологий на предприятиях не приносят ожидаемых выгод (инвестиции не окупаются, проекты по реинжинирингу бизнес-процессов, связанных с совершенствованием торгово-закупочных процедур не оправдывают себя).

Примечание — b2b-технология — это программно-технический комплекс электронных сервисов и систем, предназначенный для организации информационного и экономического взаимодействия между компаниями (юридическими лицами).

Реинжиниринг процессов межорганизационного взаимодействия влечет за собой глубокую переработку механизмов управления, результаты которой проявляются в период адаптации организаций к нововведениям.

ЭТП — посредник, который позволяет многочисленным покупателям и продавцам обмениваться информацией о продуктах

и услугах, проводить транзакции в режиме онлайн и имеет дополнительные функциональные сервисы [5, с. 260]. Все это происходит посредством электронной платформы, базирующейся на сети Интернет.

Электронная межкорпоративная торговля находится под пристальным вниманием различных областей науки:

- исследование информационных систем [3, с. 35]
- исследование систем управления цепочками поставок (SCM) [4, с. 280];
- исследование операций [6, с. 797] и т. д.

Обзор данного явления с различных позиций породило множество теоретико-методических положений, отражающих особенности функционирования и развития ЭТП, а также других средств информационно-экономического взаимодействия предприятий.

За последние годы появился ряд эмпирических исследований [7, с. 36], [9, с. 99], [10, с. 297], [11, с. 301], [12, с. 43], посвященных изучению факторов, влияющих на результативность работы предприятий в сфере электронного межорганизационного взаимодействия. Однако все эти исследования фокусируются либо на специфических факторах внутрифирменной среды организаций, либо же абстрагируются от них, рассматривая лишь факторы внешней среды, в которых находится ЭТП.

В связи с этим, автор предлагает выявить внутренние и внешние факторы влияния с позиции предприятия (участника ЭТП) как социально-экономической системы. По мнению автора, такой подход даст наиболее целостное представление о том, какие именно обстоятельства влияют на результат адаптации предприятий к новым b2b-технологиям.

Данным факт обуславливает необходимость разделения факторов неопределенности на 2 группы:

1. факторы внутренней среды организации;
2. факторы внешней среды организации:
 - a. факторы ЭТП как рынка;
 - b. факторы внутреннего устройства ЭТП и особенностей фирмы-оператора.

Разделение внешних факторов на суб-факторы обусловлено дихотомией ЭТП — это означает, что ЭТП оказывает влияние на предприятие-участника с позиции, как электронного рынка, так и организации со своим внутренним устройством и особенностями.

На рис. 1 изображена совокупность основных факторов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность

использования ЭТП в процессах торгово-закупочной деятельности предприятия. Рассмотрим данные факторы более детально.

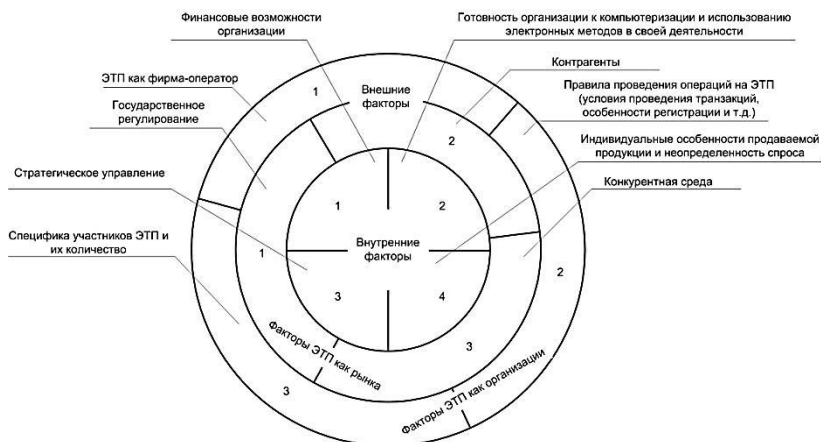


Рисунок 1. Основные факторы, оказывающие влияние на эффективность использования ЭТП в процессах торгово-закупочной деятельности предприятия

Освоение и использование новых технологий требует одновременно как знаний, так и опыта от персонала, вовлеченного в этот процесс. Следовательно, предприятия нуждаются в привлечении высококвалифицированных специалистов в сфере b2b- технологий, в частности с опытом эксплуатации ЭТП.

Однако, в случае отсутствия таковых, предприятия вынуждены направлять значительные финансовые средства на обучение персонала особенностям работы в сфере электронной межкорпоративной торговли либо же привлекать новых специалистов.

Недостаток необходимых средств может привести к полному провалу проекта по внедрению новых технологий и, как следствие, к отставанию в конкурирующей среде и значительным финансовым потерям.

Таким образом фактор «финансовые возможности организации» следует рассматривать как готовность организации к инвестированию, сопровождающуюся направлением дополнительных финансовых ресурсов на техническую и консультационную поддержку а также на квалифицированный персонал, для того чтобы в полной мере использовать возможности, которые предоставляет электронная межкорпоративная торговля.

Освоение и уровень использования электронных сервисов и систем в значительной степени зависит от уровня развития существующей ИТ-инфраструктуры организации. Тем не менее, одного лишь наличия такой инфраструктуры для получения положительного результата от использования новых b2b-технологий недостаточно [8, с. 283].

Готовность организации к компьютеризации и использованию электронных методов в своей деятельности — это в первую очередь ее моральная готовность к переходу на сетевую экономику и осмысление необходимости в этом. А также возможность направить необходимое количество средств на развитие технических и трудовых ресурсов.

Примечание — сетевая экономика — это среда, в которой любая компания, находящаяся в любой экономической системе, может с минимальными затратами контактировать с любой другой компанией или индивидом по поводу совместной работы, торговли, обмена идеями и т. д.

Таким образом, такой фактор как готовность организации к компьютеризации и использованию электронных методов в своей деятельности следует рассматривать как уровень развития технических, финансовых, и трудовых ресурсов, необходимых для получения положительных результатов от использования средств электронной межкорпоративной торговли.

Стратегическое управление организацией — крайне важный фактор, влияющий на результат освоения средств электронной межкорпоративной торговли. Стратегическое управление в организации влияет не только на возможность использования ЭТП в торгово-закупочных процедурах, но и на процесс освоения и использования электронной межкорпоративной торговли на предприятии. Бизнес-стратегия напрямую связана с управлением организацией на высшем уровне, т. к. именно руководство несет ответственность за выбор, разграничение и решение поставленных задач.

Таким образом, под фактором «стратегическое управление» следует подразумевать предпринимаемые руководством организации меры, направленные на освоение и эффективное использование средств ЭМТ.

Осуществление процесса купли-продажи и возможность позиционировать себя на рынке являются главными причинами использования ЭТП в бизнесе.

Каждый участник электронного рынка заинтересован в покупке определенного типа продукции для удовлетворения нужд своего

предприятия. Поэтому каждая организация стремится завоевать интерес большего числа потенциальных потребителей на ЭТП.

Индивидуальные особенности любого товара, вне зависимости от отраслевой специфики, влияют на рентабельность использования средств ЭМТ и, в частности, определяют целесообразность использования ЭТП в процессе торгово-закупочной деятельности предприятия.

Например, такой аспект как сложное или неполное описание продукции в условиях электронного рынка может привести к тому, что потенциальный потребитель не сможет ее найти по введенному им запросу или же проигнорирует в виду малой информативности.

Также стоит отметить, что результативность торгово-закупочных процедур, проводимых на ЭТП, в значительной степени зависит от спроса на продукцию в рамках выбранного электронного рынка. Даже при условии высокого уровня технической и профессиональной подготовки специалистов, а также наличия конкурентоспособной продукции, отсутствие спроса может явиться мощным негативным фактором, который сделает работу на ЭТП нецелесообразной. Неопределенность спроса — основной сдерживающий фактор для предприятий, собирающихся вести свою торговую деятельность посредством электронных рынков [11, с. 305].

Следует отметить и значимость государственного влияния на развитие электронной межкорпоративной торговли — в частности ЭТП — и создании приемлемых условий для их использования. Существуют три способа государственного влияния на степень использования ЭТП в торгово-закупочных процедурах предприятий [3, с. 40].

В первую очередь законодательно, путем принятия соответствующих реформ и законов. Например, в России электронные экономические процессы, связанные с использованием ЭТП, регулируются федеральным законом об электронной торговле № 1582-III ГД от 6 июня 2001 года.

Во-вторых, за счет проведения соответствующих инициатив, главным образом экономических. Например, внедрение федеральной целевой программы «Электронная Россия 2002—2010». Данная программа представляет собой комплекс мер по разработке и внедрению систем электронной торговли.

В-третьих, путем создания выгодных условий для специалистов в области информационных технологий, направленных на разработку электронных сервисов и совершенствования торгово-закупочных систем и процедур.

Исходя из вышесказанного, такой фактор как «государственное регулирование» определяется уровнем государственной поддержки,

который получают организации через инициативы, принятые соответствующими институтами власти. Данные инициативы в свою очередь накладывают правовые ограничения на проводимые электронные экономические процессы, а также стимулируют развитие ЭМТ.

В рамках электронного рынка координация предприятий происходит через механизм «совместные цели и доверие», что не исключает формирования межкорпоративных иерархий. Их основу составляют долгосрочные договоры или доминирующее управление одного из партнеров.

Доминирующее положение может определяться структурой отраслевого рынка или быть результатом соотношения сил конкурентов. Типичный пример — отрасль машиностроения, где крупные производители включают в производственный процесс значительное число небольших зависимых поставщиков и жестко определяют то, каким образом будет осуществляться общая деятельность [2, с. 55].

Главным преимуществом ЭТП выступает возможность поиска подходящего партнера и, в случае успеха, обсуждение условий, которые после достижения согласия между сторонами будут оформлены в виде соглашения. Эти фазы отражают основную идею координации посредством электронного рынка. Координация в нем происходит через цену и конкуренцию. Таким образом, влияние конкуренции на электронном рынке также велико, как и на традиционном.

Рассмотрим ЭТП как фирму-оператора электронных торгов. Целью данной организации является осуществление посреднической деятельности с помощью программно-технического комплекса на основе баз данных и интерфейсных инструментов. Главная функция — это связь поставщика с потребителем (обеспечение взаимного обмена информацией, выполнение транзакций). Также как и любое другое предприятие, электронные торговые площадки имеют индивидуальный подход к клиентам, ценовую политику, определенный уровень и качество предоставляемых услуг.

Таким образом, внутреннее устройство ЭТП влияет не только на уровень технического функционала самой электронной платформы, но также способно повлиять на результативность (эффективность) работы участников электронного рынка. В частности, внутреннее устройство ЭТП может оказать влияние на объем альтернативных издержек, за счет снижения которых предприятия могут получать добавочную стоимость к продаваемой продукции.

Примечание — **альтернативные издержки, альтернативная стоимость** [opportunity cost] — это доход, упущенный *экономическим агентом* в результате принятия им какого-либо *решения*.

Правила работы на ЭТП представляют собой внутренний регламент, который определяет обязанности сторон: заказчика (участника ЭТП) и исполнителя (ЭТП-оператор). Данные правила обеспечивают законность и беспрепятственное проведение операций внутри электронного рынка. В правилах работы четко сформулированы ключевые функциональные вопросы, такие как: условия регистрации, тарифная политика, права доступа, альтернативные варианты оплаты и т.д.

Соглашение, которое заключает организация с ЭТП, играет важную роль в процессе эксплуатации электронной платформы. В качестве примера: принятие неправильной политики ценообразования может нанести значительный ущерб ЭТП в конкурентной борьбе. Требование высокой платы за электронные услуги, не дающие явных преимуществ, также может стать препятствием в желании фирмы использовать ту или иную ЭТП.

Главным образом, предприятия малого и среднего бизнеса крайне уязвимы в вопросах ценовой политики в виду ограниченности бюджета.

Такой фактор как «ограниченные права доступа» может исключать возможность просмотра страниц предприятий (стратегически важных партнеров).

Таким образом, фактор «правила работы на ЭТП» стоит рассматривать как уровень удовлетворенности организации от нормативно-правового регулирования, которое определяет функциональность ЭТП.

Способность включать в электронную систему и обслуживать большое количество фирм-участников считается важным фактором, от которого зависит успех ЭТП как предприятия.

Чем большее число участников находится на электронном рынке, тем выше доход у ЭТП [5, с. 270]. Также, большое количество участников рынка является выгодным преимуществом и для самих фирм-участников.

Практически каждая ЭТП ежедневно публикует статистические данные, в которых отражено количество зарегистрированных на ней пользователей т.к. именно этот параметр является для них ключевым конкурентным преимуществом.

Присутствие в системе организаций, представляющих сферу крупного бизнеса, положительно сказывается не только на репутации и авторитете ЭТП, но также является положительным фактором

для других предприятий-участников рынка. Для предприятий крупного бизнеса характерно проведение большого количества деловых операций (торгово-закупочных). Поэтому привлечение такого рода организаций подразумевает, увеличение объема торгов. Крупные предприятия при переходе на ЭТП вынуждают своих уже существующих контрагентов сделать то же самое.

Таким образом, несмотря на непрерывный интерес к проблеме внедрения и адаптации средств электронной межкорпоративной торговли, в частности ЭТП, многие ее аспекты требуют постоянной доработки. Динамика развития электронных рынков ставит перед исследователями новые задачи. В значительной мере это касается вопросов исследования теоретико-методических положений, отражающих особенности функционирования и развития ЭТП и других средств информационно-экономического взаимодействия предприятий, которые актуализируются по следующему ряду обстоятельств:

- многовариантность путей развития ЭТП, что объясняется непрерывным и разновеликим влиянием факторов внутренней и внешней среды;
- значимость постоянного поиска новых форм и эффективных методов регулирования деятельности ЭТП с целью достижения мультипликативного эффекта в условиях инновационного развития экономики.

Список литературы:

1. Консалтинговая группа «РусСмарт». Рынок электронной коммерции B2B, B2G: текущее состояние и перспективы развития электронных торговых площадок в России // РусСмарт — 2009. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://rusmart.info/14-rynok-elektronnoj-kommercii-b2b-b2g-russia.html> (дата обращения: 25.08.2013).
2. Шерешева М.Ю. Межорганизационные информационные системы в сетевом межфирменном взаимодействии// Российский журнал менеджмента. — 2006. — № 1. — С. 76.
3. Bakos Y. The emerging role of electronic marketplaces on the internet // Communications of the ACM. 1998. — С. 42.
4. Grieger M. Electronic marketplaces: A literature review and a call for supply chain management research // European Journal of Operational Research. — 2003. — № 144. — С. 294.
5. Nadaya P. Determinants and performance outcome of SMEs’ use of vertical B-to-B emarketplaces to sell products // Electronic Markets. — 2008. — № 18. — С. 274.

6. Lee L.H., Lee C., Bao J. Inventory control in the presence of an electronic marketplace // *European Journal of Operational Research*. — 2006. — № 174. — С. 815.
7. McCole P, Ramsey E. A profile adopters and non-adopters of eCommerce SME professional service firms // *Australasia Marketing Journal*. — 2005. — № 13. — С. 48.
8. Melville N., Kraemer K., Gurbaxani V. Information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value // *MIS Quarterly*. — 2004. — № 28. — С. 322.
9. Son J., Tu L., Benbasat I. A descriptive content analysis of trust-building measures in B2B electronic marketplaces // *Communications of the AIS*. — 2006. — № 18. — С. 128.
10. Standing C., Stockdal R., Gengatharen D. Examining the relationship between electronic marketplace strategy and structure // *IEEE Transactions on Engineering Management*. — 2006. — № 53. — С. 352.
11. Stockdale R., Standing C. Benefits and barriers of electronic marketplace participation: An SME perspective // *Journal of Enterprise Information Management*. — 2004. — № 17. — С. 311.
12. Vaggelis Saprikis, Maro Vlachopoulou Investigating Factors Influencing Use of B2B E-Marketplaces in Greek Firms: The B2B e-MarkFLU Framework // *International Journal of Business Information and Technology I*. — 2012. — № 1. — С. 66.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ
С НЕЛОКАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ
В ДВУМЕРНОМ СЛУЧАЕ**

Арипов Мирсаид Мирсидикович

*д-р физ.-мат. наук, профессор
Национального Университета Узбекистана,
Ташкент*

E-mail: mirsaidaripov@mail.ru

Мухамедиева Дильдора Кабыловна

*магистр Национального Университета Узбекистана,
Ташкент*

E-mail: matematikha@inbox.ru

**NUMERICAL SIMULATION
OF POPULATION DYNAMICS,
NONLOCAL INTERACTIONS IN TWO DIMENSIONS**

Aripov Mirsaid Mirsidikovich

*doctor of physical and mathematical Sciences.,
phD of the National University of Uzbekistan,
Tashkent*

Mukhamediyeva Dildora Kabilovna

*master of the National University of Uzbekistan,
Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Моделирование процессов роста диссипативных структур в реакционно-диффузионных (РД) системах вносит вклад в развитие теоретических представлений о колониальной организации популяций микроорганизмов. Результаты, полученные при исследовании одномерной нелокальной модели, создали необходимый задел для изучения процессов формирования двумерных популяционных структур. В данной работе численными методами построены решения двумерного РД-уравнения с квадратичной нелокальной нелинейностью для начальных распределений с несколькими центрами локализации.

ABSTRACT

Modeling of dissipative structures in reaction-diffusion (RD) systems contribute to the development of theoretical ideas about the organization of the colonial populations of microorganisms. The results obtained in the study of one-dimensional nonlocal model and created the necessary groundwork for the study of the formation of two-dimensional population structures. In this paper, numerical methods are constructed of two-dimensional solutions RD-quadratic equation with nonlocal nonlinearity for initial distributions with several centers of localization.

Ключевые слова: популяционная модель, нелокальная нелинейность, реакционно-диффузионные системы, эффект самоорганизации, популяционные волны, закономерность, динамика роста.

Keywords: population model, nonlocal nonlinearity, reaction-diffusion system, effect of self-organization, population wave, consistent pattern, growth dynamics.

Введение

Анализы показывают, что исследования линейных математических моделей физических, биологических, химических и других процессов являются удобными, так как для лежащих в их основе линейных дифференциальных уравнений в частных производных разработаны общие методы их решения. В прикладных же задачах реальные физические процессы нелинейные, и для их адекватного описания следует использовать нелинейные математические модели.

Интересно, с точки зрения приложений, изучить такие классы нелинейных дифференциальных уравнений, в которых неизвестная функция и производная этой функции входят степенным образом.

Такие типы нелинейностей часто встречаются в задачах биологической популяции [7].

Моделирование процессов роста диссипативных структур в реакционно-диффузионных системах вносит вклад в развитие теоретических представлений о колониальной организации популяций микроорганизмов [6, 7]. В базовой реакционно-диффузионной модели Фишера-Колмогорова-Петровского-Пискунова (ФКПП) [3, 5] учитываются основные механизмы популяционной динамики: диффузия, автокатализ и локальные квадратичные конкурентные потери. Как показывают многочисленные теоретические и экспериментальные исследования (например, [6, 7]), на формирование популяционных структур существенно влияют дополнительные факторы: метаболиты, лизис, межклеточные коммуникации и др. Эти факторы изменяют характер взаимодействия в популяции, создавая эффект

«дальнодействия». В работе [4] показано, что при специальном выборе ядра интегрального оператора и параметров в уравнении реализуется динамический режим, который можно рассматривать как возникновение популяционной структуры. В [2] развит формализм квазиклассических асимптотик для одномерного уравнения ФКПП с переменными коэффициентами и нелокальной нелинейностью, а в [6] это уравнение решалось численными методами.

Постановка задачи

Рассмотрим скалярное уравнение реакции с диффузией типа Колмогорова-Фишера [6, 7]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \nabla(D(u) \cdot \nabla u) + K \cdot u \cdot (1 - u^\beta), \quad (1)$$

описывающий процесс диффузии-реакции в области $Q = \{(t, x) : 0 < t < T, x \in R^N\}$.

Здесь $D(u) = u^\sigma$ и $K = K(x, t)$ — коэффициенты реакции-диффузии. В начальный момент времени:

$$u|_{t=0} = u_0(x) > 0.$$

Зададим начальное распределение с центром локализации в точке (x_0, y_0) следующим образом:

$$u(x, y, 0) = u_0(x, y) = \frac{f_0}{2\pi\sigma_0^2} \exp\left(-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma_0^2}\right) \quad (2)$$

Здесь параметр σ_0^2 характеризует степень локализации функции $u(x, y, 0)$ б f_0 -амплитуда. Начальное распределение с точками локализации (x_{i0}, y_{i0}) , $i = 1, \dots, n$ зададим в виде

$$u(x, y, 0) = u_0(x, y) = \frac{f_0}{2\pi\sigma_0^2} \sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x-x_{i0})^2 + (y_i-y_{i0})^2}{2\sigma_0^2}\right). \quad (3)$$

Здесь n — количество центров локализации (локальных максимумов) функции $u(x, y, 0)$.

Решение задачи

Решение уравнения (1) строилось численными методами. В Ω построим равномерную сетку $\bar{\omega}_h$ по x_α , ($\alpha = 1, 2$) с шагами

$$h_1 = \frac{b_1}{n_1} \text{ и } h_2 = \frac{b_2}{n_2} :$$

$$\bar{\omega}_h = \{x_{ij} = (x_1^i, x_2^j), \quad x_1^i = ih_1, \quad x_2^j = jh_2, \quad i, j = 0, 1, \dots, n_\alpha, \quad \alpha = 1, 2\},$$

и временную сетку $\bar{\omega}_\tau = \{t_k = k\tau, \quad \tau > 0, \quad k = 0, 1, \dots, m, \quad m\tau = T\}$, $T > 0$.

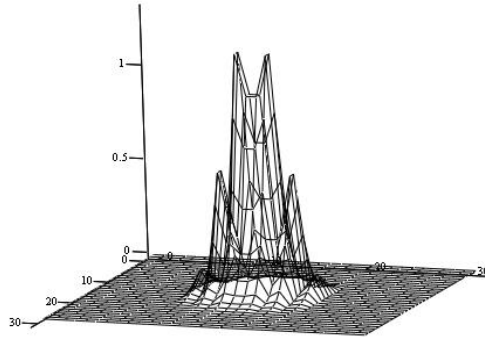
Задачу (1) на сетке $\bar{\omega}_h \times \bar{\omega}_\tau$ аппроксимируем по неявной схеме переменных направлений (продольно-поперечная схема).

Численные решения уравнения (1) строились на отрезке времени $[0, T_0]$ при следующих значениях параметров уравнения:

$$k(t) = \frac{1}{(1+t)^\alpha}, \quad a = 3, \quad k = 1, \quad \sigma_0 = 0,3, \quad f_0 = 0,32\pi.$$

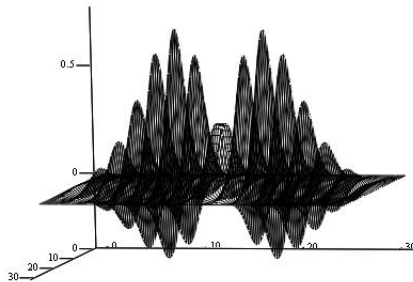
Важная особенность динамики, описываемой уравнением (1), состоит в том, что существует некоторое характерное время τ , названное временем релаксации, за которое начальное распределение u_0 вида (2) преобразуется в аксиально-симметричное распределение. Начиная с момента времени τ (в представленных ниже примерах $\tau \approx 5$), вокруг центрального максимума функции $u(x, y, \tau)$ образуется аксиально-симметричное (кольцеобразное) распределение.

Для наглядности на рис. 1,2 приведены структура решения $u(x, y, \tau)$ в момент времени $t = 5$ и $t = 35$.



time(5)

Рисунок 1. Структура решения $u(x, y, \tau)$ в момент времени $t = 5$



time(30)

Рисунок 2. Структура решения $u(x, y, \tau)$ в момент времени $t = 35$

Заключение

Численное моделирование популяционной динамики на основе уравнения (1) показало, что эволюция функции плотности u может проходить по различным сценариям в зависимости от параметров уравнения и начальных условий. Существуют динамические режимы формирования диссипативных структур. Для инокуляции с одним (2) и несколькими (3) центрами возникают расширяющиеся кольцеобразные популяционные волны, которые в случае (3) могут

взаимодействовать между собой и приводить к образованию диссипативных структур. Эволюция начального распределения с одним центром характеризуется временем релаксации, которое соответствует времени насыщения массы центральной колонии бактерий.

Список литературы:

1. Арипов М. Методы эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач. Ташкент Фан, 1988, 137 б.
2. Борисов А.В., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Численное моделирование популяционной 2D-динамики с нелокальным взаимодействием // Компьютерные исследования и моделирование. — 2010. — Т. 2 — № 1. — С. 33—40.
3. Колмогоров А.Н., Петровский Н.Г., Пискунов Н.С. Исследование уравнения диффузии, соединенной с возрастом вещества, и его применение к одной биологической проблеме // Бюллетень МГУ. Сер. А. Математика и Механика. — 1937. — Т. 1. — № 6. — С. 1—16.
4. Fuentes M.A., Kuperman M.N., Kenkre V.M. Nonlocal interaction effects on pattern formation in population dynamics // Phys. Rev. Lett. — 2003. — V. 91. — P. 158104-1—158104-4.
5. Fisher R.A. The wave of advance of advantageous genes // Annual Eugenics. — 1937. — V. 7. — P. 255—369.
6. Matsushita M., Hiramoto F., Kobayashi N., Ozawa T., Yamazaki Y., Matsuyama T. Colony formation in bacteria: experiments and modeling // Biofilms. — 2004. — V. 1. — P. 305—317.
7. Murray J.D. Mathematical Biology. I. An Introduction (Third Edition) N. Y., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2001. — 551 p.

**ОБ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ НАДСТРОЙКИ
НАД ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ**

Еременко Юрий Иванович

*д-р техн. наук, профессор, Старооскольский технологический
институт (филиал) НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол
E-mail: erem49@mail.ru*

Полещенко Дмитрий Александрович

*канд. техн. наук, доцент, Старооскольский технологический
институт (филиал) НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол
E-mail: po-dima@yandex.ru*

Глуценко Антон Игоревич

*канд. техн. наук, доцент, Старооскольский технологический
институт (филиал) НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол
E-mail: strondutt@mail.ru*

ABOUT THE ENERGY EFFICIENCY ESTIMATION OF PID-REGULATOR NEURAL NETWORK TUNER USAGE FOR NONLINEAR PLANTS CONTROL

Yuri Eremenko

*doctor of technical sciences, Professor of Stary Oskol
technological institute (branch) NUST "MISiS",
Stary Oskol*

Dmitry Poleshchenko

*candidate of technical sciences, Associate professor of Stary Oskol
technological institute (branch) NUST "MISiS",
Stary Oskol*

Anton Glushchenko

*candidate of technical sciences, Associate professor of Stary Oskol
technological institute (branch) NUST "MISiS",
Stary Oskol*

АННОТАЦИЯ

В статье описана реализация схемы управления с автонастройкой ПИД-регулятора на основе нейронной сети. Для оперативного обучения сети применен метод обратного распространения ошибки, дополненный базой правил, включающей условия на изменение скорости обучения. Полученная надстройка и обычный ПИД-регулятор применены для управления электронагревательной печью, работающей в различных режимах загрузки. Для экспериментов оценен расход электроэнергии и сделан вывод о том, что ПИД-регулятор с нейронадстройкой позволил сэкономить 5% электроэнергии на ведение технологического процесса.

ABSTRACT

The neural network with self-adjustment control scheme is implemented. The backpropagation online training method was used. It was modified by adding a rule base. It contains conditions for choosing learning rate. PID-regulator with neural tuner and conventional PID-regulator were used for electric heating furnace control, working in different loading modes. Electric power consumption estimation was done for both experiments and the conclusion was made than the system with neural tuner made it possible to reduce the power consumption by 5% in comparison with the conventional PID-regulator.

Ключевые слова: нейронная сеть, ПИД-регулятор, нейросетевой оптимизатор, метод обратного распространения ошибки, нелинейные системы.

Keywords: neural network, PID-regulator, neural tuner, backpropagation algorithm, nonlinear systems.

На сегодняшний день достаточно активно ведутся исследовательские работы в области совершенствования систем управления технологическими процессами. Эта проблема весьма актуальна, поскольку, большинство реальных объектов управления обладают нелинейными характеристиками, которые изменяются в процессе эксплуатации, в то время как управление ими ведется, в большинстве случаев, с помощью линейных ПИД-регуляторов. Коэффициенты таких регуляторов часто подобраны оптимально для конкретного состояния объекта, однако при его переходе в другие состояния (например, смена задания по температуре, загрузка печи) данные значения коэффициентов уже не позволяют получать требуемых по качеству переходных процессов. Это ведет к снижению качества регулирования и к росту энергозатрат на ведение технологических процессов. Особенно данная проблема актуальна для металлургической отрасли ввиду наличия там большого числа нагревательных объектов — печи нагрева литой заготовки, дуговые печи и пр. — для которых принудительное охлаждение невозможно, ввиду чего наличие даже небольшого перерегулирования требует длительного времени на охлаждение [8].

Одним из возможных решений данной проблемы является построение адаптивных систем управления технологическими процессами [6], автоматически подбирающих коэффициенты ПИД-регулятора. Вся совокупность методов построения таких систем можно разбить на две группы. Первая группа — это классические методы, такие как метод Циглера-Никольса [9], частотный метод А.Г. Александрова [5], метод, заложенный в основу работы адаптивных ПИД-регуляторов фирмы Siemens [8]. Вторая группа — это методы основанные на методологии искусственного интеллекта. Анализ некоторых из них предложен авторами в [1, 4].

Одно из возможных направлений предложил Сигеру Омату в [7]. Он в своих исследованиях использовал методологию нейронных сетей (НС). Это связано с тем, что НС обладают нелинейными свойствами и способностью к обучению, что придает адаптивные свойства нейросетевым системам управления. В указанной работе было предложено несколько схем нейруправления.

Экспериментально было установлено, что наиболее реализуемой с практической точки зрения является схема управления на основе автонастройки коэффициентов ПИД-регулятора K_P , K_I , K_D с помощью НС (схема ПИД-нейрорегулятора с самонастройкой, рис. 1, где e — рассогласование).



Рисунок 1. Схема нейросетевого управления с самонастройкой

Такая схема позволяет учитывать нелинейные свойства объекта, не внося значительных изменений в существующую схему управления. Необходимо лишь подключить НС к существующей системе, что существенно снижает стоимость внедрения такой интеллектуальной надстройки.

В нашем случае в качестве предмета исследований была выбрана схема, приведенная на рис. 1. Осуществлена ее практическая реализация применительно к реальному технологическому объекту и выполнено сравнение результатов ее работы с системой с ПИД-регулятором, в том числе, с точки зрения энергопотребления.

Так как основной задачей при нагреве изделий является удержание уставки в некоем допустимом технологией пределе, то и энергоэффективность системы управления будем понимать как количество энергии для обеспечения некоторого графика задания с обеспечением требуемого технологией режима.

1. Реализация схемы управления с нейросетевым оптимизатором

В качестве объекта управления была выбрана муфельная электронагревательная печь типа СНОЛ-1,6,2,5.1/11-И4.

Реализованная система управления муфельной электропечью, функциональная схема которой представлена на рис. 2, состояла из трех уровней управления.

На нижнем уровне находились термopара, измеряющая температуру рабочей зоны печи, и реле, посредством симисторов включающее нагревательный элемент.

Управляющий уровень, с использованием контроллера Simatic S7-300, осуществлял непосредственное управление муфельной электропечью. Контроллер получал данные от термопары через термопреобразователь, производил их обработку и отправлял на рабочую станцию, от которой он получал значение управляющего воздействия, которое необходимо применить к объекту. В контроллере производилась широтно-импульсная модуляция управляющего воздействия и выдача этого сигнала на исполнительный механизм включения/выключения нагревательного элемента.

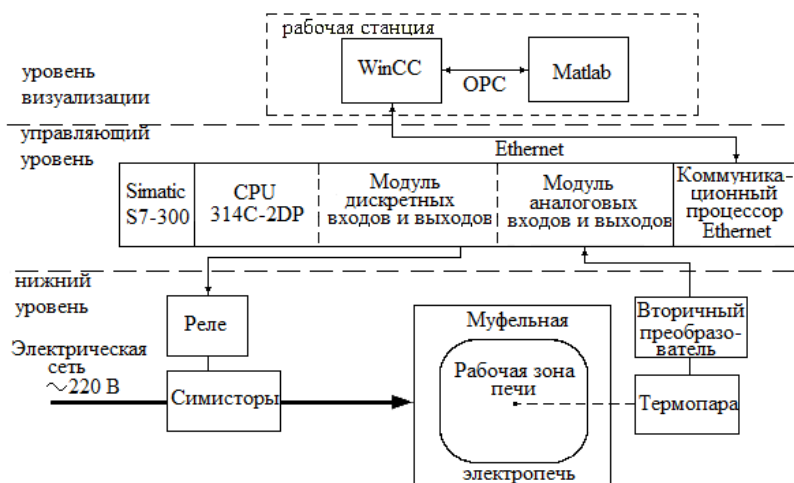


Рисунок 2. Функциональная схема системы управления муфельной электропечью

На уровне визуализации находилась рабочая станция с системой визуализации WinCC и пакетом Matlab, в котором реализован ПИД-нейрорегулятор. WinCC и Matlab взаимодействовали между собой через OPC-интерфейс посредством тегов.

Схема управления, реализованная в пакете Matlab, приведена на рис. 3.

WinCC передавала данные о температуре (*temperat*) и уставку (*zadanie*) по температуре в Matlab. Запущенная в Matlab HC формировала значение управляющего воздействия (*upravl_neu*), которое через систему визуализации WinCC поступало в контроллер. Group1, group2 — это OPC блоки для соответственно записи и чтения значений в соответствующих тегах WinCC.

В Matlab реализован ПИД-регулятор (PID) с нейронадстройкой (S-function neuC_PID). U_i , U_p , U_d , U_{pid} — сигналы управления на выходе i-, p-, d-каналов и всего ПИД-регулятора соответственно. Блок Saturation2 использован для ограничения получаемого с ПИД-нейрорегулятора сигнала управления до диапазона [0;100] единиц. U — управляющее воздействие, подаваемое на объект управления.

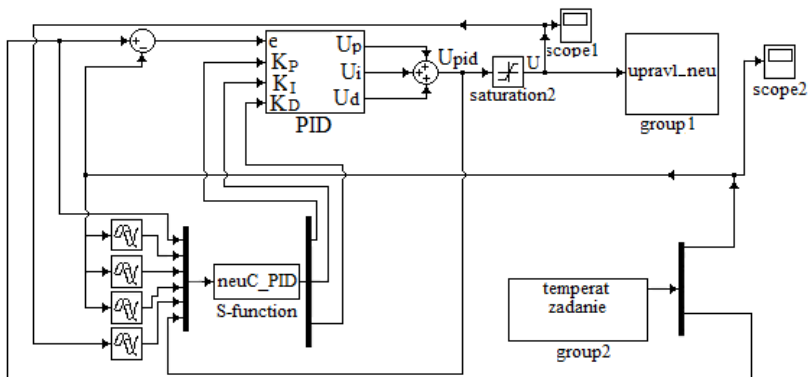


Рисунок 3. Схема управления муфельной электропечью с помощью ПИД-нейрорегулятора

Исходя из технологического регламента для печей нагрева металлургических предприятий, был сформирован график температурного режима нагрева литой заготовки в масштабе 1:2 как по времени, так и по температуре. График смены заданий выглядит следующим образом: $590^{\circ}\text{C} \rightarrow 640^{\circ}\text{C} \rightarrow 505^{\circ}\text{C} \rightarrow 590^{\circ}\text{C}$ и т. д. Для перехода на следующую уставку температура должна была удерживаться в 5 % окрестности задания в течение 30 минут.

Для рассматриваемой пустой печи с помощью идентифицированной ранее модели были подобраны коэффициенты ПИД-регулятора: $K_p=0.2422$, $K_i=0.0001504$, $K_d=0$.

До начала каждого из экспериментов создавалась необученная НС. Она имела трехслойную структуру. Количество и вид входов НС были определены экспериментальным путем. Во входном слое расположено 5 нейронов (будут описаны ниже), в выходном слое — три нейрона (отвечают за коэффициенты ПИД-регулятора K_p , K_i , K_d). Экспериментально было установлено, что в данном случае 15 нейронов в скрытом слое является оптимальным числом. В скрытом слое была использована функция активации гиперболический тангенс, в выходном слое — линейная функция.

Нейронадстройка над ПИД-регулятором была реализована при помощи средств пакета Matlab — это S-функция neuC_PID (см. соответствующий блок на рис. 3). Она имеет шесть следующих входов (первые пять совпадают со входами НС): текущее задание по температуре; задержанный на 1 секунду, на 20 секунд и на 40 секунд сигнал по выходу объекта управления; задержанный на 1 секунду сигнал управления после ограничителя; задержанный на 1 секунду сигнал управления до ограничителя.

Внутри функции реализован алгоритм оперативного обучения описанной НС, представляющий собой алгоритм обратного распространения ошибки [7], модифицированный рядом условий. Рассмотрим эти условия подробнее.

2. Модификация, внесенные в схему нейросетевого управления с самонастройкой

Основные дополнения, внесенные в схему С. Омату: 1) внесены ограничения, накладываемые на выходы НС; 2) разработаны правила изменения скорости обучения НС; 3) разработаны правила обучения выхода НС, формирующего р-канал; 4) определено количество эпох обучения НС на каждом такте работы схемы, 5) разработаны правила обучения выхода НС, формирующего i-канал.

Первые четыре модификации подробно описаны в [2, 3]. Рассмотрим детально лишь последний пункт.

2.1 Модификация управления i-каналом

В соответствии с [7] при многократном предъявлении одного и того же задания схема с нейронадстройкой должна обучаться, то есть среднее квадратическое отклонение выхода объекта от задания должно уменьшаться. Однако эксперименты показали, что при использовании постоянной скорости обучения в методе обратного распространения ошибки обучения не происходит.

При этом было установлено, что применение одинаковой скорости обучения для всех нейронов всех слоев неэффективно. Поэтому было предложено использовать для весовых коэффициентов выходного слоя различные скорости обучения. В скрытом же слое было предложено изменять скорость обучения пропорционально от текущего уровня рассогласования. Экспериментально было установлено, что для нейронов, формирующих первый выход (K_p), требуется скорость $\eta_1=10^{-5}$; второй выход (K_i) — $\eta_2=10^{-10}$; третий выход (K_D) — $\eta_3=10^{-21}$.

Для влияния на качество переходного процесса за счет варьирования скоростью прироста интегральной составляющей регулятора в алгоритм управления был внесен ряд условий.

Причем при очередной смене задания определялось, находится ли система в стабильном состоянии. Критерием стабильности являлось следующее: скорость изменения температуры должна быть менее 0,5 градуса за последние 2 такта работы схемы (такт соответствует 20 секундам), а текущее рассогласование — менее трех градусов. Если система стабильна, то текущее задание и текущий сигнал управления сохранялись в специально отведенный массив. Если такое задание уже есть в массиве, то обновлялось соответствующее ему управляющее воздействие. Такие управляющие воздействия принимались как эталонные для соответствующих заданий.

В течение любого переходного процесса при первом пересечении задания фиксировалось значение сигнала управления в i -канале. Если это значение меньше эталонного для текущего задания, то принималось решение об увеличении K_I , а если больше — то об уменьшении.

Ускорение обучения i -канала в сторону увеличения начиналось при соблюдении условий: переходный процесс уже достиг своего первого максимума после пересечения задания, скорость изменения температуры за последние 2 такта работы схемы менее 0,5 градуса, а текущее рассогласование больше 3-х градусов. Скорость обучения при этом устанавливалась равной $\eta_2=10^{-8}$.

Ускорение обучения i -канала в сторону уменьшения начиналось при соблюдении следующих условий: скорость изменения температуры за последние 2 такта работы схемы более 0,5 градуса, а текущее рассогласование больше 3-х градусов. Скорость обучения при этом устанавливалась равной $\eta_2=10^{-8}$.

3. Результаты экспериментов

В рамках исследования были проведены одинаковые по условиям эксперименты для двух систем управления — для системы с нейросетевым оптимизатором параметров ПИД-регулятора и для обычного ПИД-регулятора. Первоначально использовалась пустая печь для отслеживания следующего графика заданий: $590^{\circ}\text{C} \rightarrow 640^{\circ}\text{C} \rightarrow 505^{\circ}\text{C} \rightarrow 590^{\circ}\text{C} \rightarrow 640^{\circ}\text{C} \rightarrow 505^{\circ}\text{C} \rightarrow 590^{\circ}\text{C}$. Затем печь загружалась литой заготовкой, объем которой составлял примерно 30 % объема печи, и для нее повторялся указанный график заданий. Затем печь разгружалась, и для нее также повторялся указанный график заданий. Каждый переходный процесс считался завершенным, если после входа в 5°C окрестность задания проходило 30 минут. Затем происходила смена задания. Для этого был использован счетчик времени. Если выходной сигнал температуры печи выходил

за пределы окрестности, то счетчик времени обнулялся, после входа в окрестность — счетчик времени включался.

Результаты экспериментов, полученные с использованием нейросетевого оптимизатора параметров ПИД-регулятора, приведены на рис. 4. Нейросетевой оптимизатор начинал эксперимент с известными значениями коэффициентов ПИД-регулятора, указанными ранее как оптимальные для пустой печи. Обычный же ПИД-регулятор всегда использовал только их.

Время эксперимента составило 12,3 часа, расход электроэнергии — 5,39 кВт, суммарный сигнал управления — 57071 единиц, управление в единицу времени — 24,95 единиц. По результатам эксперимента можно сделать вывод, что нейросетевой оптимизатор перенастроил коэффициенты на новый режим работы объекта (загруженная печь), а затем вернул исходные коэффициенты для незагруженной печи. Однако, это заняло некоторое время, поэтому после разгрузки печи наблюдается ухудшение качества переходных процессов.

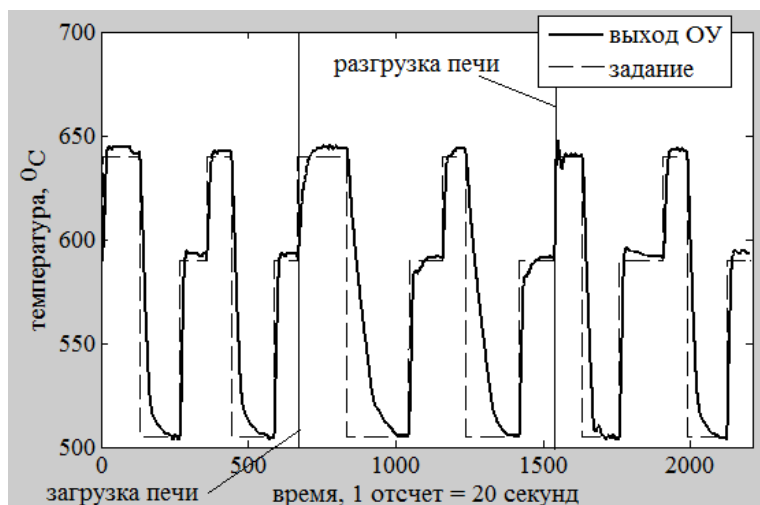


Рисунок 4. Выход объекта управления, управляемого регулятором с нейросетевым оптимизатором

Результаты экспериментов, полученные с использованием обычного ПИД-регулятора, приведены на рис. 5.

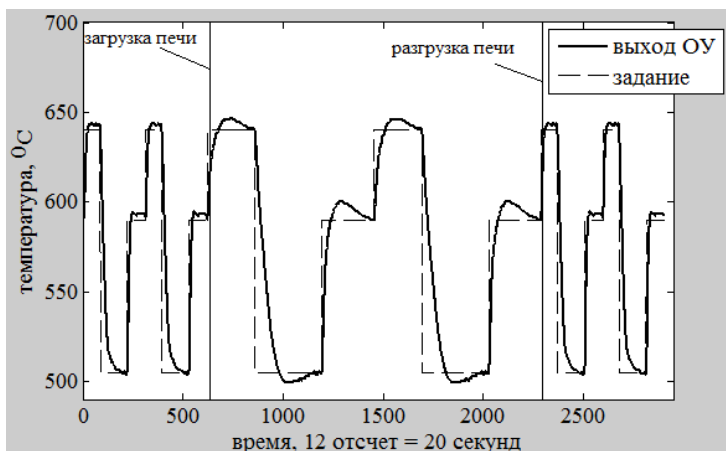


Рисунок 5. Выход объекта управления, управляемого обычным ПИД-регулятором

Время эксперимента составило 16,2 часа, расход электроэнергии — 7,23 кВт, суммарный сигнал управления — 76557 единиц, управление в единицу времени — 26,26 единиц. По результатам эксперимента можно сделать вывод, что коэффициенты, подобранные для пустой печи, не подходят для осуществления управления в режиме загруженной печи, и требуется их перенастройка.

Сравнительные характеристики экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика результатов экспериментов

Критерий оценки	ПИД+НС	ПИД
Суммарный сигнал управления за все время опыта	57071	76557
Энергопотребление, кВт	5,39	7,23
Время опыта, час	12,3	16,2
Средний сигнал управления в единицу времени	24,95	26,26

Таким образом, в единицу времени экономия составляет $26,26 / 24,95 = 1,05$, то есть 5 %.

Указанные выше результаты позволяют сделать вывод о том, что использование нейросетевого оптимизатора параметров ПИД-

регулятора для учета нелинейных свойств объекта управления позволило не только сократить энергопотребление на ведение технологического процесса на 5 % в единицу времени, но и снизить время проведения указанного опыта на 4 часа. Таким образом, в условиях реального производства за один и тот же промежуток времени может быть выпущен больший объем продукции.

Заключение

Предлагаемые усовершенствования, внесенные в схему реализации ПИД-нейрорегулятора, позволили обеспечить стабильную работу нейронной сети и ее обучаемость в контуре управления в реальном масштабе времени. Кроме того, при изменении параметров объекта такая обученная (и постоянно оперативно дообучаемая) НС способна за время переходного процесса перенастроить параметры ПИД-регулятора и обеспечить требуемое качество переходного процесса.

Результаты проведенных экспериментов позволяют сделать вывод о том, что созданная нейронадстройка вполне может стать прототипом универсального промышленного аппарата настройки параметров ПИД-регулятора для класса объектов, которые возможно описать аperiodическим звеном второго порядка с запаздыванием.

Список литературы:

1. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. Анализ методов реализации схемы нейросетевого управления с самонастройкой // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. — 2012. — № 6. — С. 50—55.
2. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. К вопросу о совершенствовании схемы ПИД-нейрорегулятора с самонастройкой // Системы управления и информационные технологии. — 2012. — № 4(50). — С. 27—31.
3. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. Об условиях применения ПИД-нейрорегулятора для управления объектами, описываемыми аperiodическим звеном второго порядка с запаздыванием // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. — 2013. — № 6. — С. 39—45.
4. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. Синтез системы управления чашевым окомкователем с нейросетевой надстройкой и оценка ее эффективности относительно шаговой системы экстремального управления // Мехатроника. Автоматизация. Управление. — 2011. — № 10. — С. 56—61.

5. Alexandrov A.G., Palenov M.V Self-tuning PID-I controller // Preprints of the 18th IFAC World Congress. Milano, Italy. 28 Aug. — 2 Sept. 2011. — PP. 3635—3640.
6. Astrom K.J., Hagglund T., Hang C.C. and Ho W.K. Automatic tuning and adaptation for PID controllers. A survey. // IFAC J. Control Eng.. — 1993. Practice 1. — Pp. 699—714.
7. Omatu S., Khalid M., Yusof R. Neuro-Control and its Applications. London: Springer, 1995. — 255 p.
8. Pfeiffer B.-M. Towards "plug and control": self-tuning temperature controller for PLC // International journal of Adaptive Control and Signal Processing. — 2000. — № 14. — Pp. 519—532.
9. Ziegler J., Nichols N. Optimum settings for automatic controllers // Trans. ASME. — 1942. — № 65. — Pp. 759—768.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ ТП НА БАЗЕ SCADA-СИСТЕМЫ

Журова Лариса Борисовна

преподаватель ГОУ СПО ЮТМиИТ,

г. Юрга Кемеровской обл.

E-mail: krcsro@mail.ru

DESIGN OF INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM ON THE BASIS OF SCADA

Larissa Zhurova

teacher GOY SPO UTMiIT,

Yurga Kemerovo Region

АННОТАЦИЯ

Построение АСУ ТП любого масштаба требует разработки достаточно большого объема прикладного программного обеспечения. Эта трудоемкая задача в ряде случаев практически полностью решается специалистами подразделений автоматизации предприятий. Однако существует и другой подход. В статье говорится

о проектировании системы мониторинга жидких сред проходческого комбайна в реальном времени на базе Scada-системы Trace Mode.

ABSTRACT

Creation of industrial control system of any scale demands development of rather large volume of the applied software. This labor-consuming problem in some cases is almost completely solved by specialists of divisions of automation of the enterprises. However there is also other approach. In article it is spoken about design of system of monitoring of liquid environments of the prokhodchesky combine in real time on the basis of Scada-Trace Mode system.

Ключевые слова: АСУ ТП; Scada-система; Trace Mode.

Key words: Industrial control system; Scada-system; Trace Mode.

Применение систем автоматизированного проектирования в процессе проектирования систем дистанционного контроля и управления технологическими процессами предъявляет высокие требования к интеллектуальному уровню, психологической и профессиональной подготовке выпускников, которые должны не только понимать основные принципы работы системы автоматизированного проектирования, но и хорошо знать все ее возможности.

Поиск путей совершенствования качества подготовки специалистов во всех сферах системы образования явился толчком для развития инновационных процессов, которые охватили внедрение новых методов и приемов обучения, создания новых форм организации учебного процесса, применение новых средств обучения, богатейшие возможности которых открываются благодаря научно-техническому прогрессу. Имеется возможность инвариативности, которая позволяет преподавателю выбирать методы и средства обучения. Отличительной особенностью подготовки специалистов IT-технологий является то, что современный IT-рынок развивается очень быстро, изменяя приоритеты и направления. Применение определенных технологий деятельности преподавателя IT-дисциплин, выбор программных сред и систем автоматизированного проектирования — это выбор личных предпочтений преподавателя и важно, чтобы эти предпочтения соответствовали инновационным технологиям в сфере IT.

Термин SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), описывающий диспетчерское управление и сбор данных, последнее время все чаще появляется на страницах специализированной прессы. Технологии SCADA являются в настоящее время основой

для построения автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности: в энергетике, на транспорте, а также в системах оборонного и специального назначения. Согласно одному из существующих определений, область действия SCADA — сбор информации в реальном времени, ее последующая обработка и использование полученных результатов для управления объектами [1].

В настоящее время SCADA-пакеты стали таким же привычным инструментом создателей АСУ ТП, как трансляторы или средства визуального проектирования для разработчиков программных систем. TRACE MODE — это первая интегрированная информационная система для управления промышленным производством.

TRACE MODE 6 располагает встроенными драйверами, позволяющими подключать более двух тысяч наименований устройств ввода/вывода — программируемых логических контроллеров, плат ввода/вывода и промышленных сетей. Использование технологии автопостроения и подход к разработке проекта распределенной системы автоматизации как единого проекта существенно повышают производительность труда, значительно уменьшая долю рутинных ручных операций и снижая количество ошибок, неизбежных в больших проектах.

В ГОУ СПО «Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий» студенты специальности 230113 Компьютерные системы и комплексы выполняют курсовые и дипломные проекты по разработке систем мониторинга и управления шахтным оборудованием в реальном времени на базе Scada-системы Trace Mode. Перед студентами стоит задача получить аналоговые сигналы с датчиков, расположенных удаленно на объекте контроля, и в визуальной удобной форме отобразить полученные значения на экране диспетчера.

Связь с входными устройствами — датчиками осуществляется с использованием оборудования для автоматизации ОВЕН через OPC-сервер, используя последовательный интерфейс RS-485 [2].

OPC (OLE for Process Control) — набор повсеместно принятых спецификаций, предоставляющих универсальный механизм обмена данными в системах контроля и управления. OPC технология обеспечивает независимость потребителей от наличия или отсутствия драйверов или протоколов, что позволяет выбирать оборудование и программное обеспечение, наиболее полно отвечающее реальным потребностям. OPC-серверы позволяют упростить подключение

оборудования к современным SCADA-системам, поддерживающим технологию OPC.

Структура обмена данными между SCADA-системой и приборами ОВЕН через OPC-сервер показана на рис. 1.

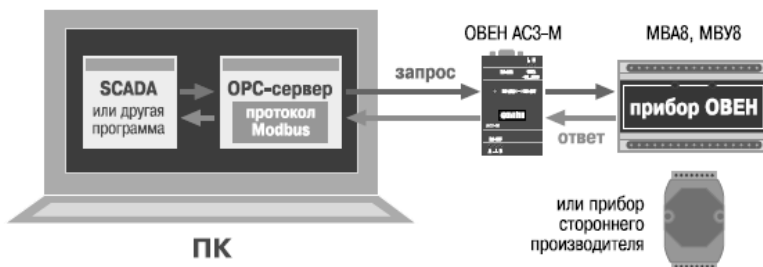


Рисунок 1. Функциональная схема обмена данными между программой SCADA-системы и оборудованием

Разработка АСУ ТП осуществлялась в соответствии с техническим заданием на разработку системы мониторинга основных параметров жидких сред проходческого комбайна «Ковчег», изготавливаемого на ООО «Юрмаш».

Источником данных в системе мониторинга и управления режимами работы оборудования проходческого комплекса «Ковчег» являются показания датчиков тока, давления и уровня воды в системе орошения и пылеподавления комбайна, давления и уровня масла в маслосасосной станции, уровня метана и температуры окружающей среды. Все показания датчиков через микроконтроллерные системы поступают на вход прибора ОВЕН, который позволяет осуществить обмен данных с программным комплексом SCADA-системы Trace Mode. На удаленном диспетчерском пункте значения поступивших параметров можно наблюдать на экране ПК в удобном для просмотра графическом виде — стрелочных и ползунковых приборах, временных диаграммах. Одна из спроектированных студентами АСУ ТП показана на рис. 2, рис. 3. Система состоит из двух графических экранов с взаимозависимыми аргументами и понятным для оператора интерфейсом.

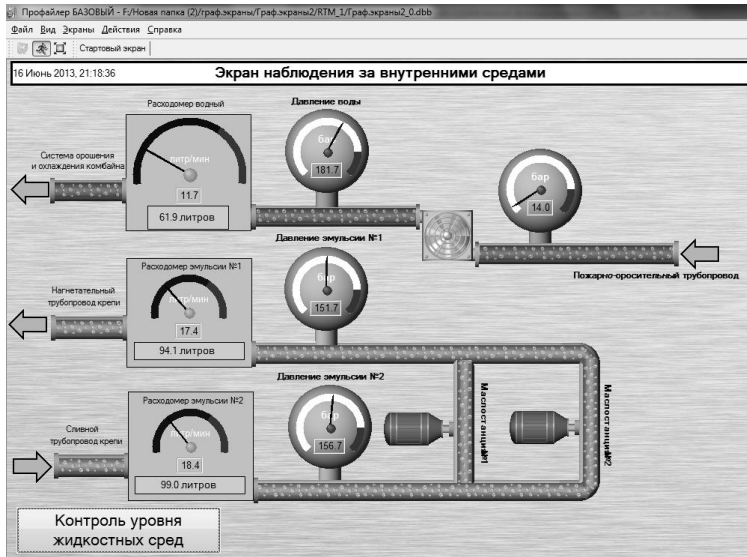


Рисунок 2. Графический экран контроля давления и расхода жидких сред

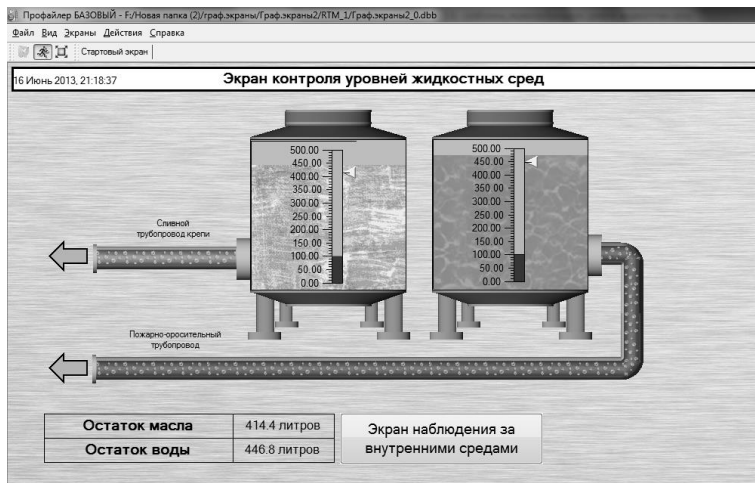


Рисунок 3. Графический экран контроля уровня жидких сред в резервуарах

Оператор имеет возможность с клавиатуры при необходимости изменять параметры, осуществлять аварийное отключение шахтного оборудования. Система Trace Mode позволяет осуществлять запись поступающих данных в «черный ящик». Внедрение Trace Mode в производственный процесс может в существенной мере сэкономить время и ресурсы для управления производством, так как в программе для пользователя предусмотрена возможность наблюдать за технологическим процессом [1].

Для программирования алгоритмов управления технологическими процессами в SCADA системе TRACE MODE 6 поддерживаны все 5 языков международного стандарта IEC 61131-3. Среди них есть и визуальные языки — Techno FBD, Techno LD, Techno SFC и процедурные — Techno ST, Techno IL. Такой широкий диапазон средств программирования позволяет специалисту любого профиля выбрать для себя наиболее подходящий инструмент реализации любых задач АСУ ТП и АСУП. Все языки программирования снабжены мощными средствами отладки [1].

Список литературы:

1. Trace Mode. AdAstrA. SCADA система. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.adastra.ru/products/dev/scada> (дата обращения 01.09.2013).
2. Trace Mode. AdAstrA. Поддерживаемые контроллеры и учебное видео по подключению. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.tracemode.ua> (дата обращения 01.09.2013).

СЕГМЕНТАЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ТОЧНОСТЬЮ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Кузьмин Сергей Александрович
старший преподаватель, СПбГУАП,
Санкт-Петербург
E-mail: kuzmin_serg@list.ru

SEGMENTATION OF IMAGE SEQUENCES WITH CONTROLLED ACCURACY AND VISUALISATION OF PERFORMANCE

Kuzmin Sergey Alexandrovich
teaching fellow, SPb SUAI,
Saint-Petersburg

АННОТАЦИЯ

Для снижения вычислительной сложности анализа изображений большой площади стараются сначала найти интересующие объекты на низком разрешении, а затем уже рассмотреть их на более высоком разрешении. Описывается семейство алгоритмов сегментации изображений с движущимися объектами и методики визуализации эффективности алгоритмов сегментации и шумоподавления.

ABSTRACT

For reduction of the computational complexity of image analysis with large area it is common practice at first to find objects at a low resolution, and then to gaze them at a higher resolution. This article is devoted to a family of algorithms for segmentation of images and techniques for visualization of effectiveness of segmentation and noise reduction algorithms.

Ключевые слова: вейвлет преобразование, сегментация, пирамида изображений, фильтрация изображений, ROC характеристика.

Keywords: wavelet transform, segmentation, image pyramid, image filtering, ROC curve.

Семейство алгоритмов сегментации с различной точностью

В 2006, 2007 и 2013 годах были разработаны идейно близкие способы локализации объектов с пониженной [5], нормальной [3] и повышенной (субпиксельной) точностью. Основная идея заключается в объединении изменяющихся участков кадра («движущихся областей») и смещающихся контуров объектов («движущихся контуров») с помощью операции «ИЛИ».

Изменение пространственной точности определения координат объектов связано с вычислением нужного уровня пирамиды разрешений. В отличие от наиболее часто рассматриваемых способов построения пирамиды, направленных только на снижение разрешения, в статье рассматривается и способ увеличения разрешения изображения.

Первый разработанный алгоритм представлен на рис. 1.

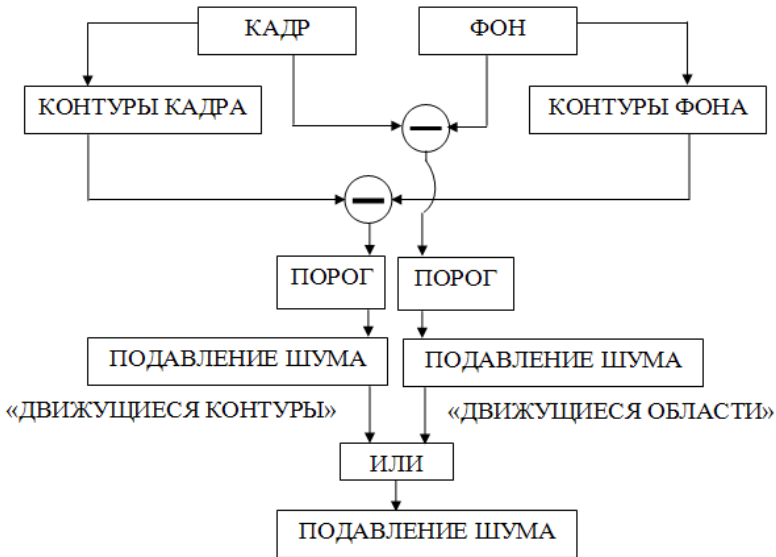


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма сегментации, основанного на разнице «нулевых» уровней вейвлет-преобразований

В нём нет изменения площади яркостной составляющей кадра, поэтому можно говорить, что он связан с «нулевым уровнем» вейвлет-преобразования: $S' = S * 2^0 * 2^0$. Вейвлет-преобразование имити-

руется путем вычисления контуров фильтром Превитт. Разностные кадры бинаризируются и объединяются с помощью операции «ИЛИ».

Традиционное направление связано с понижением разрешения изображения. Ранее это было актуально из-за низкой скорости вычислений даже на небольших изображениях. Сейчас размеры изображений стремительно растут, а также в СПбГУАП активно развивается направление видеопанорам, поэтому скорость вычислений по-прежнему является больной точкой и понижение разрешения актуально в случае обработки изображений больших площадей. В теории рассматриваются разные способы вычисления сглаженной и прореженной версии изображения (Гауссиан [10], фильтр Габора [9], среднее, минимальное или максимальное значение, полусумма минимального и максимального значений, медиана участка изображения предыдущего уровня пирамиды[1], морфологическая операция «размыкание» (чередование базовых операций «эрозия» и «наращивание»), вейвлет преобразование [8]). В данной работе используются вейвлеты.

Второй разработанный алгоритм основан на настоящем вейвлет преобразовании. На основании исследований [7] для вычисления низкочастотной (НЧ) и высокочастотных (ВЧ) составляющих был выбран вейвлет Хаара. После прямого двумерного дискретного вейвлет преобразования (ДВП) изображения кадра три высокочастотных диапазона, соответствующих изменениям в горизонтальном, вертикальном и диагональном направлениях, объединяются суммированием амплитуд трансформант с проверкой переполнения разрядной сетки:

$$H(x, y) = \min(LH(x, y) + HL(x, y) + HH(x, y), 255).$$

Аналогичные операции производятся для изображения оценки фона. Затем следует попарное вычисление разниц НЧ и объединенных ВЧ составляющих (рис. 2). Объединение бинаризованных разностных изображений производится также с помощью операции «ИЛИ».

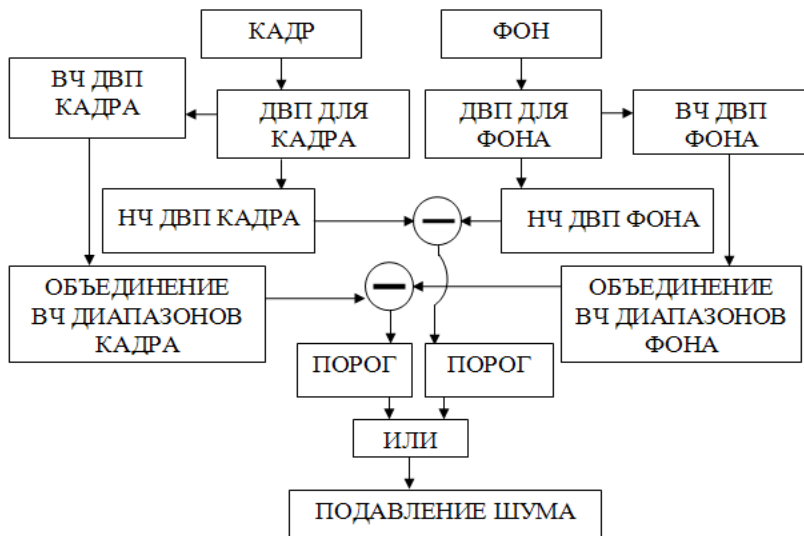


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма сегментации, основанного на разнице первых «отрицательных» уровней вейвлет преобразований

Размеры получаемых изображений в 4 раза меньше, чем исходных, то есть можно сказать, что речь идет о первом отрицательном уровне разложения: $S' = S * 2^{-1} * 2^{-1}$. Более глубокие «отрицательные уровни» разложения получаются применением вейвлет преобразования к НЧ составляющей ДВП, а затем осуществлением объединения ВЧ диапазонов.

Если требуется точность определения координат объектов меньше пикселя, то необходимо задуматься о реализации «положительных уровней» разложения, т. е. повышении площади яркостной составляющей изображения (рис. 3). Первые работы в направлении повышения разрешения изображений с помощью вейвлет-преобразования были сделаны в начале 2000-х годов [11].

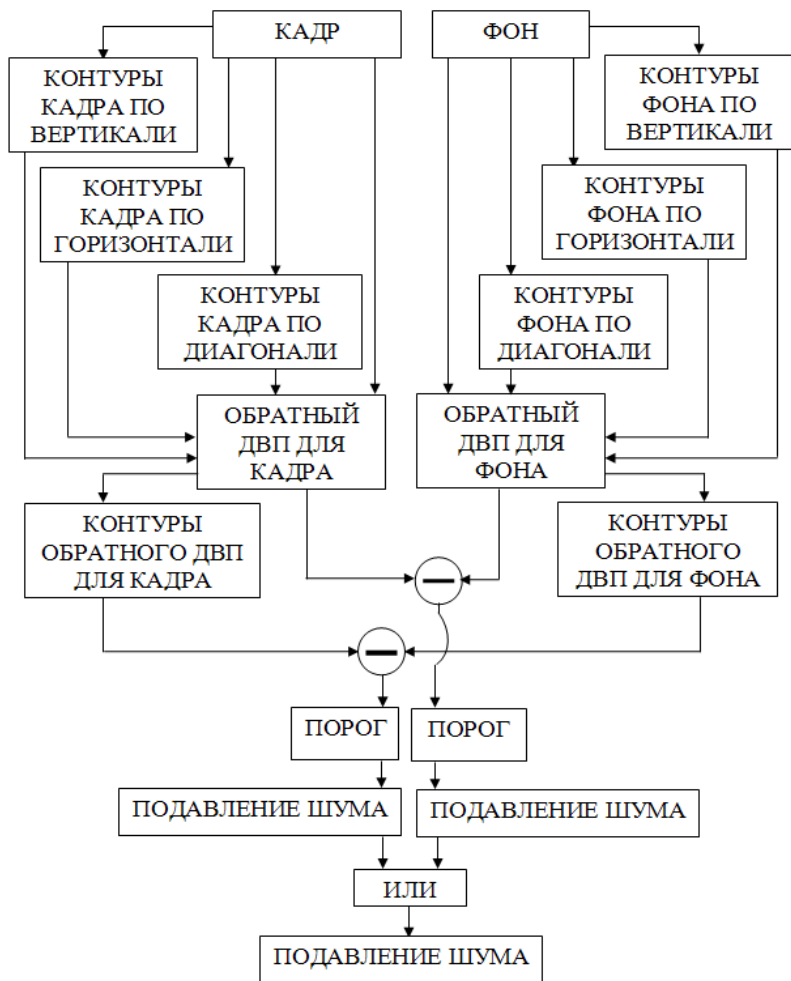


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма обнаружения, основанного на разнице первых «положительных» уровней вейвлет преобразований

Размеры получаемых изображений в 4 раза больше, чем исходных, то есть можно сказать, что речь идет о первом положительном уровне разложения: $S' = S * 2^1 * 2^1$ (такие обозначения введены из-за специфики процесса вычисления двумерного

вейвлет-преобразования, каждый уровень которого выполняется в два этапа — сначала по горизонтали, а затем по вертикали). Следующие «положительные уровни» получаются тем же способом — вычисление контуров изображения в трех направлениях, выполнение обратного вейвлет преобразования.

Различие между алгоритмами семейства в спектральной области приводит к отличающимся характеристикам их эффективности. При вычислении отрицательных уровней контуры сильно ослабляются, что приводит к потере высокочастотной энергии. При вычислении положительных уровней контуры растягиваются в пространстве, что снижает их крутизну и сдвигает высокие частоты в область средних частот. Поэтому по наличию высокочастотной энергии, критически важной для выделения «движущихся контуров», можно априорно расположить эффективность алгоритмов разных уровней в следующем порядке: нулевой, положительные, отрицательные. Это подтверждается результатами эксперимента (рис. 4).

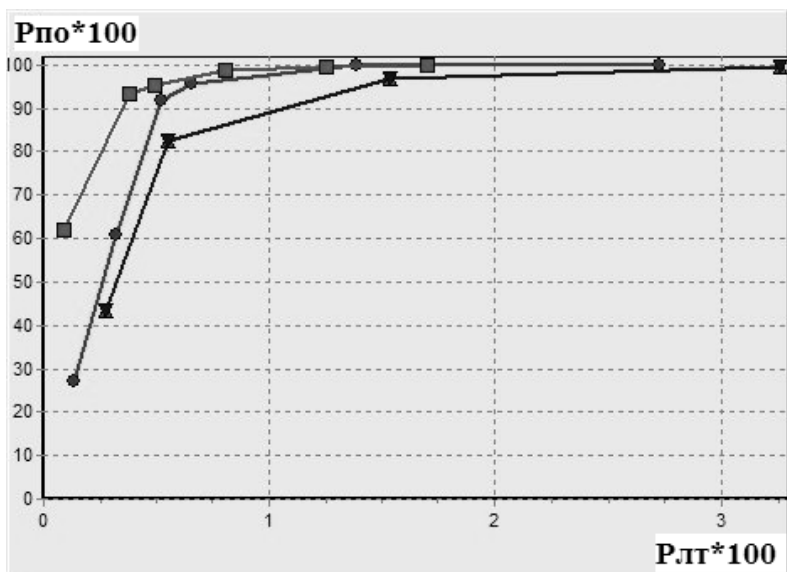


Рисунок 4. Графики $R_{ПО} = f(R_{ЛТ})$ для разных уровней семейства алгоритмов. Методы сегментации: зеленый — нулевой уровень, красный — плюс первый, синий — минус первый

Визуализация эффективности движения к требуемым показателям точности

Разработчику заданы минимально приемлимые значения вероятностей правильного обнаружения $P_{по}$ и ложной тревоги $P_{лт}$, по которым можно построить минимально приемлемую целевую характеристику $P_{по} = f(P_{лт})$. Рассмотрим понятие зона требуемой точности — это область в верхнем левом углу характеристики $P_{по} = f(P_{лт})$, ограниченная требуемыми значениями $P_{по}$ и $P_{лт}$, в которой должна находиться хотя бы одна точка целевой характеристики. Для примера на рис. 5 показана зона требуемой точности в виде квадрата (1), одна из целевых характеристик (2) и характеристика алгоритма сегментации (3).

Как правило, характеристика алгоритма сегментации сильно отличается от целевой характеристики. Конкретная точка на характеристике, соответствующая определенному соотношению белых и черных пикселей, выбирается критерием. Соответственно на начальном этапе выбранная критерием рабочая точка находится далеко от зоны требуемой точности. Тогда возникает желание скачком переместиться поближе к этой зоне. Для реализации такого скачка часто используют объединение двух и более алгоритмов сегментации.

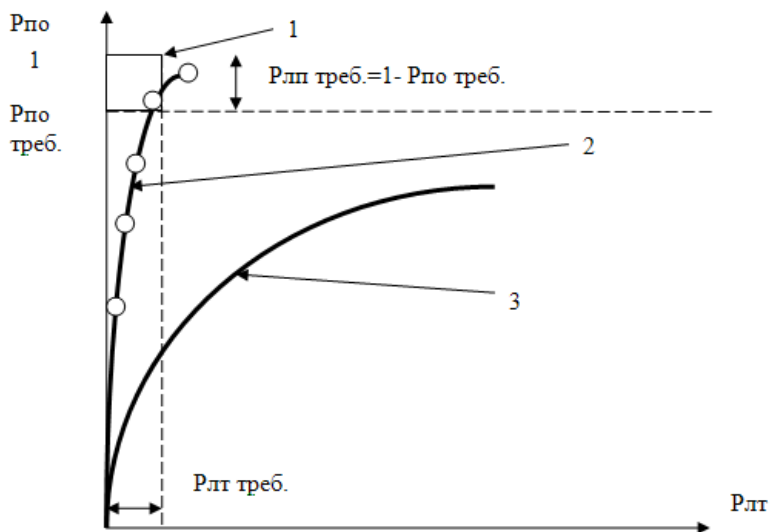


Рисунок 5 Пояснение к построению зоны требуемой точности и одной из целевых характеристик $P_{по}=f(P_{лт})$

После объединения изображений — результатов работы алгоритмов сегментации — получается изображение с определенными мощностями множеств черных и белых пикселей. Эти мощности определяют значения показателей $R_{по}$, $R_{лт}$, то есть точку в пространстве характеристики $R_{по}=f(R_{лт})$. Через эту точку проходит зависимость $R_{по}=f(R_{лт})$ объединенного алгоритма. Если полученная точка всё еще далека от зоны требуемой точности, то полученное бинарное изображение можно объединять еще с каким-то алгоритмом сегментации или применять к нему фильтры. Это приведет к появлению еще одной точки в пространстве $R_{по}=f(R_{лт})$. Эти точки, получаемые после каждого блока обработки, можно отобразить в виде графика рабочих точек (рис. 6). Таким образом, в процессе создания алгоритма анализа видеoinформации разработчик реализует одну из траекторий движения к зоне требуемой точности, создавая набор смещающихся характеристик $R_{по}=f(R_{лт})$.

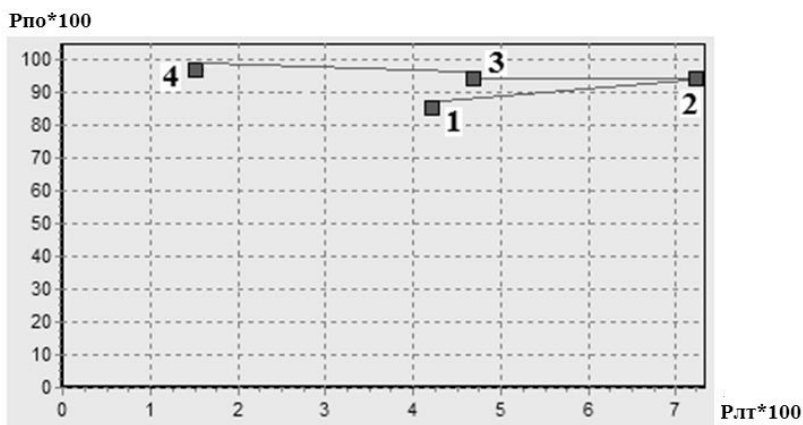


Рисунок 6. График рабочих точек в пространстве характеристики $R_{по}=f(R_{лт})$ для алгоритма «нулевого уровня». Цифрами обозначены рабочие точки после этапов обработки изображения

Особенностью разработанного семейства алгоритмов сегментации являются необычная траектория движения к целевым показателям (целевой характеристике), получающая после объединения алгоритмов с помощью операции «ИЛИ». Нестандартной она является, т. к. наиболее распространены подходы объединения с помощью операции «И» или построенные на определенных правилах.

Алгоритмы сегментации, построенные на операции «ИЛИ», в результате объединения получают высокую вероятность ложных тревог и высокую вероятность правильного обнаружения. Таким образом, разработчик, реализующий операцию «ИЛИ» должен разработать алгоритмы подавления шумов, чтобы приблизиться к зоне требуемой точности.

Визуализация эффективности подавления шума

Объединение результатов работы алгоритмов сегментации с помощью операции «ИЛИ» мало исследовано в связи с возникающими трудностями из-за возрастающей вероятности повреждения изображения. В [4] были приведены сведения о фильтрах, позволяющих значительно снизить вероятность повреждения изображения в блоках подавления шума. К фильтрам подавления шума относится многошаговый медианный фильтр (см. [2, с. 124—125]).

Для иллюстрации эффективности фильтрации изображений в [6] предложен способ визуализации «гистограмма связности». Каждый пиксель растрового изображения имеет вокруг себя некоторое количество других пикселей — множество, называемое окрестностью этого пикселя. Обозначим символом S количество анализируемых пикселей, окружающих пиксель $I[x,y]$, т. е. количество проверяемых связей. Пиксель изображения считается «связанным» с соседним пикселем, принадлежащим окрестности, если их яркости одинаковы. Обозначим количество соседей пикселя символом $U[x,y]$. Обозначим количество пикселей изображения, имеющих одинаковую связность, символом W_U , где $U \in [0..C]$.

Понятия, характеризующие изображение:

1. гистограмма связности изображения (области) — это гистограмма, в которой отражается статистика области $P(U) = f(W_U/S)$, где S — площадь изображения. Под выделенными пикселями понимаются пиксели того цвета, который в данный момент представляет интерес (как правило, белый в бинарных изображениях);

2. общее количество соседей у всех выделенных пикселей —

это величина $B = \sum_{\substack{y=h-1 \\ x=w-1 \\ x=0 \\ y=0}} U'[x,y]$, где $U'[x,y]$ — количество связей

у выделенного пикселя;

3. средняя связность изображения — это величина $\bar{U} = \frac{B}{V}$,

где V — общее количество выделенных пикселей.

Примеры построения гистограмм связности приведены на рис. 7—9.

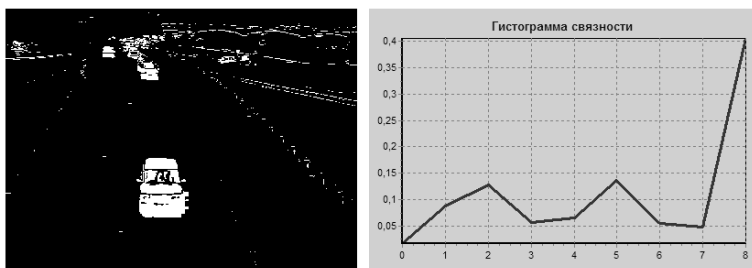


Рисунок 7. Исходное бинарное изображение и его гистограмма связности. Средняя связность равна 5,3746

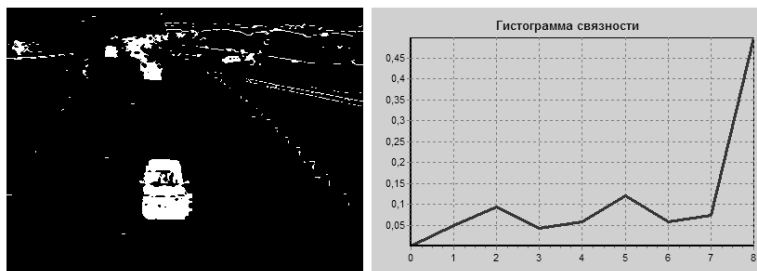


Рисунок 8. Изображение после многошаговой медианной фильтрации и его гистограмма связности. Средняя связность равна 6,0646

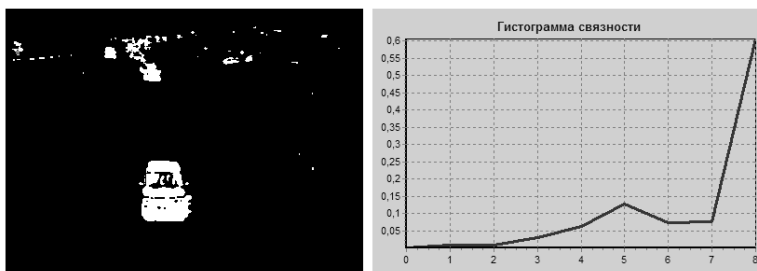


Рисунок 9. Изображение после медианной фильтрации и его гистограмма связности. Средняя связность равна 6,8496

Импульсы шума представляют из себя одиночные резкие скачки яркости. В результате у зашумленного изображения средняя связность низкая. В ходе обработки фильтрами на основе порядковой статистики связность повышается за счет подавления одиночных импульсов.

Заключение

По проведенным исследованиям сделаны следующие выводы:

1. к семейству алгоритмов с регулируемой точностью сегментации добавлены положительные уровни, что позволяет определять положение объектов с субпиксельной точностью;
2. наибольшая точность у алгоритмов «нулевого уровня»;
3. разработана методика визуализации эффективности различных этапов в процессе сегментации изображений;
4. на основе методики визуализации «гистограмма связности» установлено, что классический медианный фильтр эффективнее многошагового медианного фильтра в подавлении импульсного шума.

Список литературы:

1. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. Л.: Наука, 1985. — 192 с.
2. Егорова С.Д., Колесник В.А. Оптико-электронное цифровое преобразование изображений. М.: Радио и связь, 1991. — 208 с.
3. Кузьмин С.А. Обнаружение движущихся визуальных объектов на основе выделения областей и контуров, не принадлежащих фону// Молодые ученые — промышленности Северо-Западного региона: Материалы конференций политехнического симпозиума. Декабрь 2006 года. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. — С. 56.
4. Кузьмин С.А. Исследование комбинации детектора импульсного шума в бинарных изображениях и процентильных фильтров// «Естественные и математические науки в современном мире»: материалы IX международной заочной научно-практической конференции. (19 августа 2013 г.) Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — С. 34—44.
5. Кузьмин С.А. Обнаружение визуальных объектов с использованием вейвлет-преобразования и оценивания фона// Системы управления и информационные технологии, 2.1(28), 2007. — С. 158—162.
6. Кузьмин С.А. Повышение вероятности правильного обнаружения объектов в видеопоследовательности с помощью ранговых операторов// Научная сессия ГУАП: Сб. докл.: В 3 ч. Ч. II. Технические науки /СПбГУАП. СПб., 2010. — С. 41—44.
7. Кузьмин С.А. Исследование точности сегментации подвижных объектов с использованием вейвлетов семейства Добеши// Научная сессия ГУАП: Сб. докл.: В 3 ч. Ч. II. Технические науки /СПбГУАП. СПб., 2008. — С. 32—35.

8. Харатишвили Н.Г., Чхеидзе И.М. Морфологические построения в кодировании изображений. Тбилиси: Грузинский технический университет, 2009. — 144 с.
9. Чочиа П.А. Пирамидальный алгоритм сегментации изображений // Информационные процессы, — Том 10, — № 1, — 2010. — С. 23—35.
10. Burt P.J. and Adelson E.H., The Laplacian pyramid as a compact image code, IEEE Trans. Commun., — vol. 31, — № 4, — pp. 532—540, — April 1983.
11. Shcherbakov M.A., Schegolev W.Y. A Wavelet-based Technique for Image Refinement, EUSIPCO-2000, Tampere, pp. 1737—1739.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ШКОЛ

Омарбекова Асель Сайлаубековна

*канд. техн. наук, доцент
Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана
E-mail: omarbekova@mail.ru*

Сулейменов Айдарбек

*ученик Казахско-турецкого лицея-интерната
для одаренных мальчиков,
г. Астана
E-mail: rvsty7@mail.ru*

CONTENT MANAGEMENT SYSTEM FOR TEACHERS

Omarbekova Assel

*candidate of Technical Sciences,
L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana*

Suleymenov Aidarbek

*disciple of the Kazakh-Turkish boarding school for gifted boys,
Astana*

АННОТАЦИЯ

Разработанная система управления контентом позволит учителю, не владеющему навыками программирования, самостоятельно создать качественное электронное учебное издание.

Учителю достаточно ввести в систему материал по предмету. И система автоматически сформирует ЭУИ, структура, элементы, функции которого полностью соответствует государственному стандарту СТ РК 34.017-2005 «Информационные технологии. Электронное издание. Электронное учебное издание». Применение системы управления контентом позволит сократить трудоемкость и сроки разработки ЭУИ.

ABSTRACT

Developed a content management system will enable the teacher does not know the programming skills to create their own high-quality electronic educational publications (EEP).

Teacher enough to enter data into the system on the subject. And the system will automatically create EEP, structure, elements, functions which fully complies with the state standard of ST RK 34.017-2005 “Information technology. Electronic publications. Electronic educational publications”. The use of a content management system will reduce the complexity and development time have EEP.

Ключевые слова: система управления контентом, электронные учебные издания.

Keywords: content management system, electronic educational publications.

Информатизация образования школ предполагает наличие электронных учебных изданий (ЭУИ) по всем изучаемым предметам. Во многих школах ученики или учителя разрабатывают электронные учебники, при этом используют различные технологии, разный дизайн, к тому же контентом таких ЭУИ в основном является только текст. Это порождает все новые несовершенные ЭУИ, которые не всегда пригодны к использованию в учебном процессе.

При создании ЭУИ прямым методом программирования можно разработать индивидуальный интерфейс, выбрать цветовую палитру, задать свою структуру ЭУИ, выбрать различные способы подачи материала. Но такие ЭУИ являются закрытыми, обладают большой трудоемкостью и длительностью создания ЭУИ. К тому же ЭУИ созданное одним учителем, не всегда может быть использовано

в учебном процессе другим, так как он возможно имеет методику изложения материала отличную от заложенной в данном ЭУИ [3].

Учитель, не владеющий навыками программирования не сможет без участия программиста самостоятельно создать качественное ЭУИ.

Применение системы управления контентом (СУК) позволит сократить трудоемкость и сроки разработки ЭУИ, а также даст возможность непосредственной работы с компьютером учителям, которые не являются высококвалифицированными программистами.

Учителю достаточно ввести в СУК данные по предмету (наименование, язык обучения, теорию, задания, вопросы, тесты, справочник). И система автоматически сформирует ЭУИ, структура, элементы, функции которого полностью соответствует государственному стандарту СТ РК 34.017-2005 «Информационные технологии. Электронное издание. Электронное учебное издание». Входные и выходные данные системы управления контентом показаны на рисунке 1.



Рисунок 1. Входные, выходные данные

Для разработки СУК использовался скриптовый язык программирования общего назначения PHP, интенсивно применяемый для разработки веб-приложений. В настоящее время поддерживается подавляющим большинством хостинг-провайдеров и является одним из лидеров среди языков программирования, применяющихся для создания динамических веб-сайтов.

В качестве СУБД использовалась свободная реляционная система управления базами данных MySQL, являющейся частым решением для малых и средних приложений.

В качестве сервера использовался Apache HTTP-сервер, основными достоинствами которого считаются надёжность и гибкость конфигурации. Он позволяет подключать внешние модули

для предоставления данных, использовать СУБД для аутентификации пользователей, модифицировать сообщения об ошибках и т. д.

Данные технологии позволили создать качественную, удобную в использовании систему управления контентом, предоставляющей возможность учителям создавать свои ЭУИ, а ученикам обучаться дистанционно.

1 Исследовательская часть

Электронные учебники начинают занимать все большее место в нашей жизни. На сегодняшний день идет активный процесс по созданию электронных учебников в гипертекстовой форме и их внедрения в учебный процесс. Электронный учебник, в основном, определяют как совокупность графической, текстовой, цифровой, речевой, музыкальной, видео-, фото- и другой информации.

Существуют инструментальные системы общего назначения, предназначенные для создания электронных учебников: NVU, KompoZer, TurboSite, Learning Content Development System (LCDS) от Microsoft, iSpring Pro 6, АДОНИС, УРОК, АОСМИКРО, СЦЕНАРИЙ, APOLLO, МЕТА, Мультимедиа-Бриг, Costoc, LinkWay, Quest, TenCore и т. д.

Однако данные системы не позволяют пользователям создавать ЭУИ, соответствующие государственному стандарту СТ РК 34.017-2005 «Информационные технологии. Электронное издание. Электронное учебное издание», не позволяют собирать разработанные ЭУИ в единой накапливающейся базе данных, а также не все поддерживают казахский язык [1].

Архитектура системы управления контентом

Вид с точки зрения прецедентов охватывает прецеденты, которые описывают поведение системы, наблюдаемое конечными пользователями, аналитиками и тестировщиками, в нашем случае учителями и учениками.

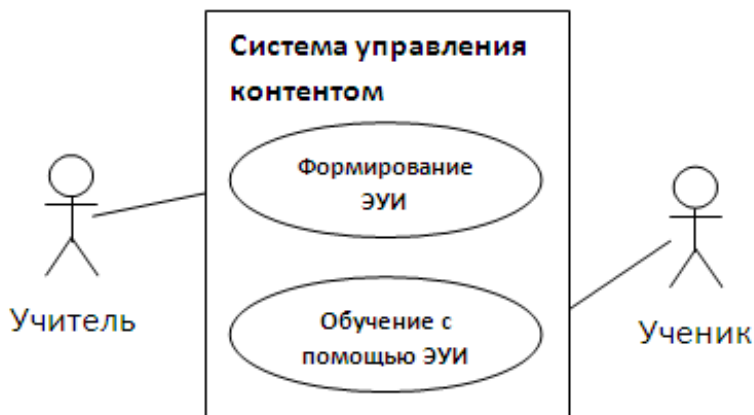


Рисунок 2. Диаграмма прецедентов

Диаграмма деятельности показывает поток переходов от одной деятельности к другой. Деятельность — это продолжающийся во времени неатомарный шаг вычислений в автомате. Деятельности в конечном счете приводят к выполнению некоего действия, составленного из выполняемых атомарных вычислений, каждое из которых либо изменяет состояние системы, либо возвращает какое-то значение [2].

На рисунках 3 и 4 показаны диаграмма деятельности учителя и ученика соответственно.

Смоделируем отношение типа «часть/целое», в котором один из классов имеет более высокий ранг (целое) и состоит из нескольких меньших по рангу (частей). Отношение такого типа называют агрегированием; оно причислено к отношениям типа «имеет» (с учетом того, что объект-целое имеет несколько объектов-частей). На рисунке 5 отражены структурные отношения между элементами ЭУИ.



Рисунок 3. Диаграмма деятельности учителя

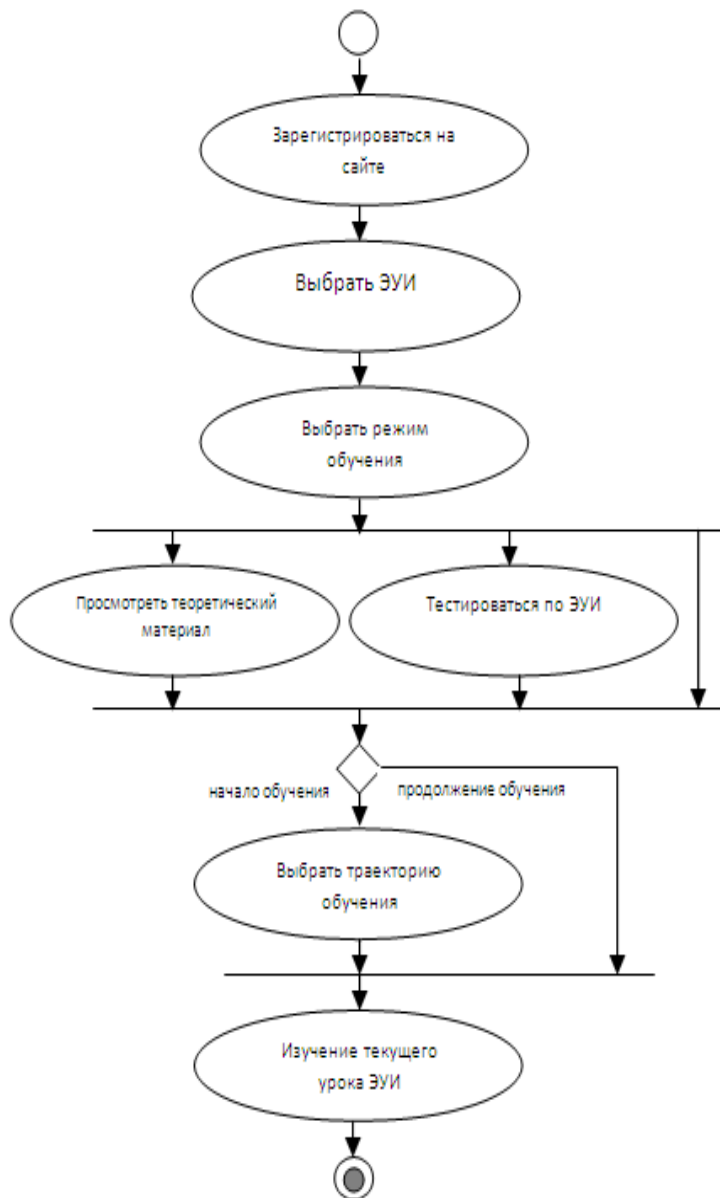


Рисунок 4. Диаграмма деятельности ученика

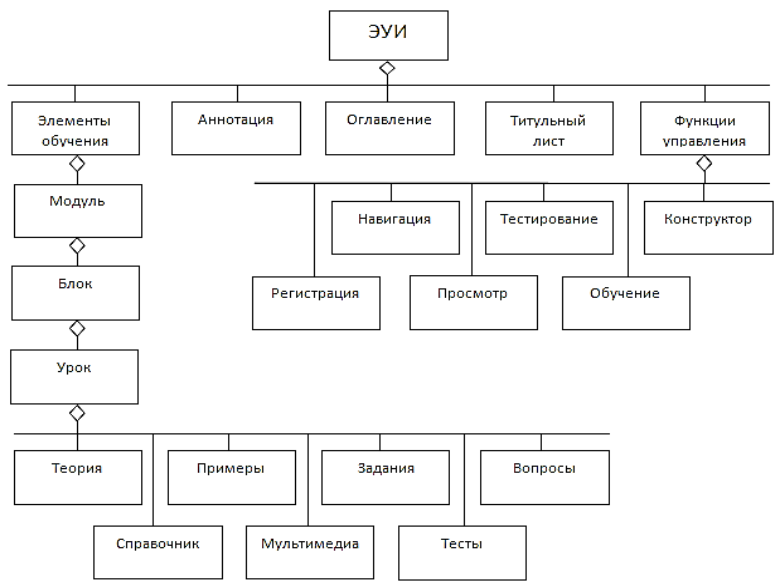


Рисунок 5. Структурные отношения между элементами ЭУИ

2 Описание системы управления контентом

Начальная страница системы», показанная на рисунке 6.

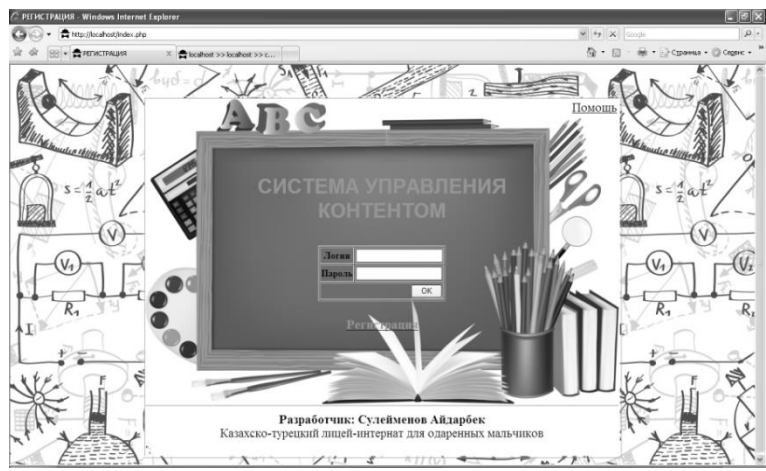


Рисунок 6. Начальная страница системы

Необходимо ввести логин и пароль.

Регистрация

При первом входе в систему необходимо пройти регистрацию, для этого нажмите ссылку «Регистрация». Сначала необходимо из выпадающего списка выбрать тип пользователя: учитель, ученик. Если пользователь намерен самостоятельно создавать ЭУИ, необходимо выбрать пункт «учитель». Если пользователь намерен обучаться по ЭУИ, созданным другими учителями, необходимо выбрать пункт «ученик».

Далее нужно ввести значения указанных полей: «Логин», «Пароль», «Повторить пароль», «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Наименование школы», «Номер школы», «Телефон», «e-mail».

2.1 Учитель. Формирование ЭУИ.

Создание ЭУИ

После входа в систему в качестве учителя откроется окно, позволяющее создавать электронные учебные издания (ЭУИ) (рисунок 7).

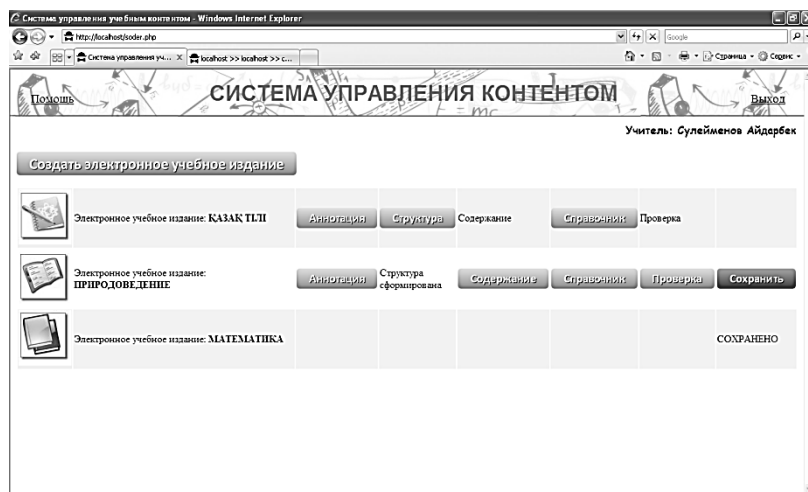


Рисунок 7. Окно формирования ЭУИ

На рисунке показаны три ЭУИ, находящиеся на разных стадиях разработки.

Для создания нового ЭУИ необходимо нажать кнопку **Создать электронное учебное издание**, выбрать язык, на котором

будет создаваться ЭУИ, затем ввести наименование ЭУИ и нажать кнопку «Сохранить». Новое ЭУИ появится в списке (рисунок 8).



Рисунок 8. Элементы ЭУИ

Контенты элементов ЭУИ «Аннотация», «Структура», «Содержание» и «Справочник» должны находиться в заранее подготовленных файлах с расширением *.doc.

Ввод элементов ЭУИ

При выборе раздела «Аннотация» открывается окно «Аннотация», представленное на рисунке 9.

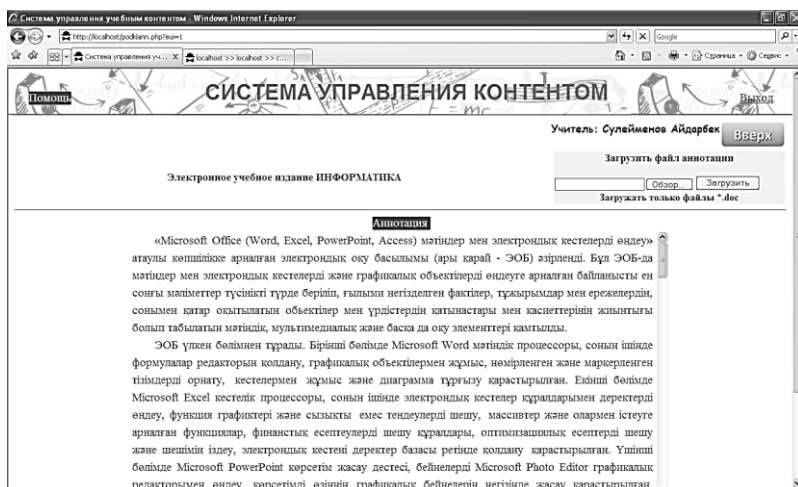


Рисунок 9. Аннотация

Для загрузки файла аннотации на сервер необходимо выбрать файл и нажать на кнопку «Загрузить». Появится сообщение об успешной загрузке файла и текст аннотации появится внутри этой формы.

Ввод структуры ЭУИ

Для ввода структуры ЭУИ необходимо нажать ссылку «Структура» (рисунок 8). Откроется форма, которая позволяет

сформировать трехуровневую структуру ЭУИ, состоящую из модуля, блока и урока. Для ввода модуля в пустом поле введите наименование и нажмите кнопку «Добавить модуль», для добавления блока в поле ввода наименования блока введите наименование и нажмите кнопку «Добавить блок», для добавления урока в поле ввода наименования урока введите наименование и нажмите кнопку «Добавить урок» (рисунок 10).

Таким образом необходимо ввести всю структуру ЭУИ. После того как структура **ПОЛНОСТЬЮ** сформирована, нажмите кнопку

Сохранить структуру электронного учебного издания

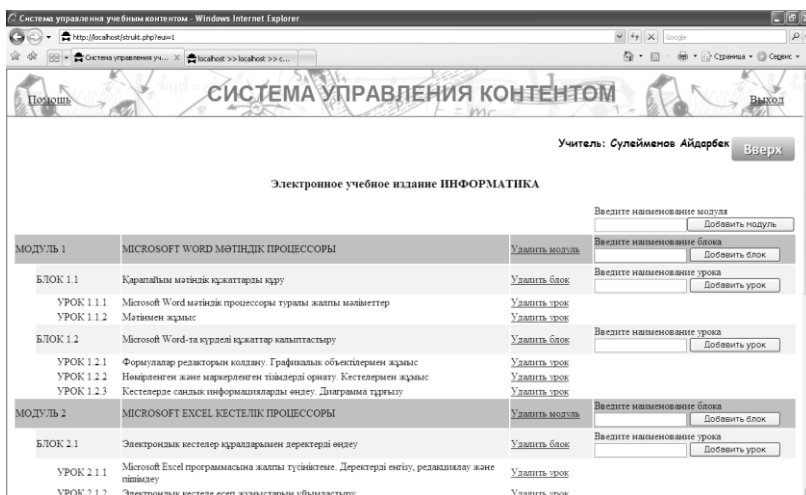


Рисунок 10. Формирование структуры ЭУИ

Ввод содержимого уроков

После сохранения структуры ЭУИ у учителя появится возможность вводить содержание уроков (рисунок 11).

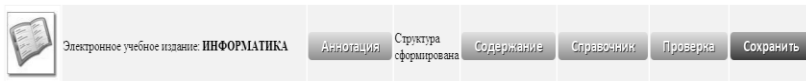


Рисунок 11. Первый этап формирования ЭУИ

Для ввода учебного материала нажмите ссылку «Содержание» (рисунок 12).

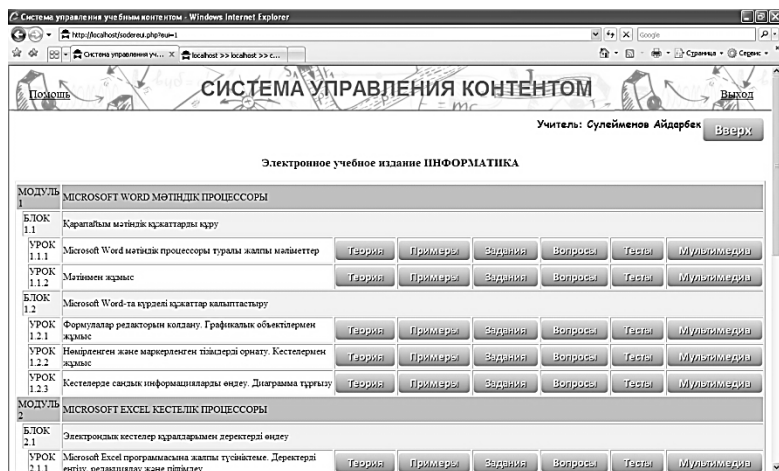


Рисунок 12. Ввод элементов обучения

Для ввода теоретического материала нажмите кнопку «Теория» конкретного урока. Процесс загрузки на сервер файлов теории аналогичен вводу аннотации (смотрите выше).

Загрузка файлов примеров, заданий, ответов к заданиям, помощи к заданиям, вопросов, ответов к вопросам также аналогичен загрузке аннотации.

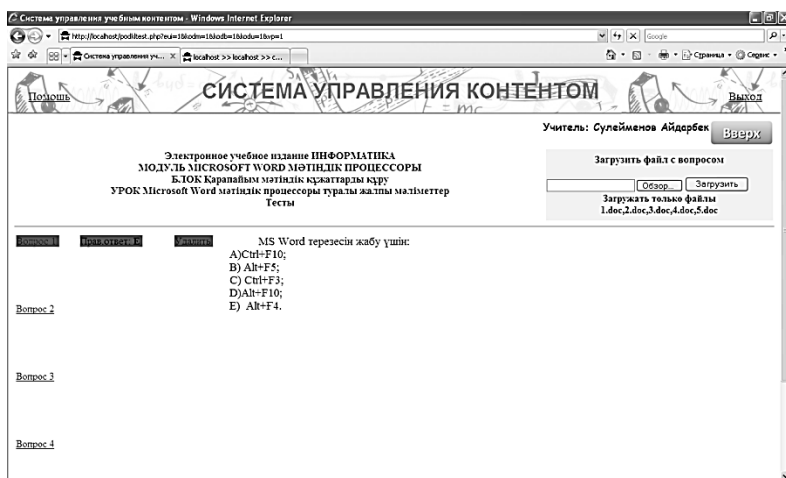


Рисунок 13. Ввод тестовых вопросов

Для добавления тестов нажмите ссылку «Тесты» конкретного урока (рисунок 13).

Загружаемые файлы с тестами должны иметь одно из наименований 1.doc, 2.doc, 3.doc, 4.doc, 5.doc, наименование файла указывает на номер правильного ответа в тесте. Например, файл с тестом 5.doc имеет правильный ответ «Е». После загрузки тестов, ошибочные вопросы можно удалить.

Для загрузки файлов анимаций нажмите ссылку «Мультимедиа». Файлы мультимедиа должны иметь расширение *.swf.

Проверка содержимого ЭУИ

После ввода содержимого уроков рекомендуется проверить загруженный материал, для этого нажмите кнопку «Проверка». Переход к следующему/предыдущему уроку осуществляется нажатием ссылок «Вперед»/ «Назад». После того как формирование ЭУИ завершено, необходимо нажать кнопку **Сохранить**.

Теперь данное ЭУИ будет доступно зарегистрировавшимся ученикам.

2.2 Ученик. Просмотр готовых ЭУИ

Для просмотра готовых ЭУИ, разработанных учителями в системе управления контентом, необходимо зарегистрироваться как «ученик».

Появится список ЭУИ. При нажатии на наименовании ЭУИ откроется титульная страница ЭУИ (рисунок 14).

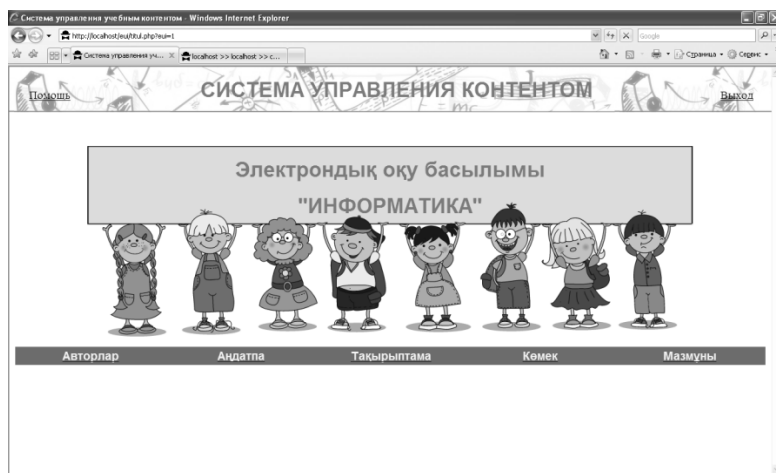


Рисунок 14. Титул готового ЭУИ

При нажатии на ссылку «Авторлар» (Авторы), «Андатпа» (Аннотация) отобразится информация внесенная при формировании ЭУИ. Выбор ссылки «Көмек» (Помощь) откроет окно с руководством пользования ЭУИ. При выборе ссылки «Тақырыптама (Оглавление)» откроется страница с оглавлением ЭУИ.

Для начала использования ЭУИ необходимо нажать «Мазмұны» (Содержание). Откроется форма позволяющая обучаемому выбрать режим работы (15).

Первый режим просмотра (ҚАРАУ РЕЖІМІ). В этом режиме обучающая программа обеспечивает просмотр только учебного материала. При этом нет доступа к заданиям, вопросам, тестам, анимациям (рисунок 16).

Второй режим тестирования (ТЕСТЛЕУ РЕЖІМІ). В этом режиме обучающая программа обеспечивает тестирование по всему объему учебного материала. При этом после тестирования можно получить информацию о результате тестирования (рисунок 17).

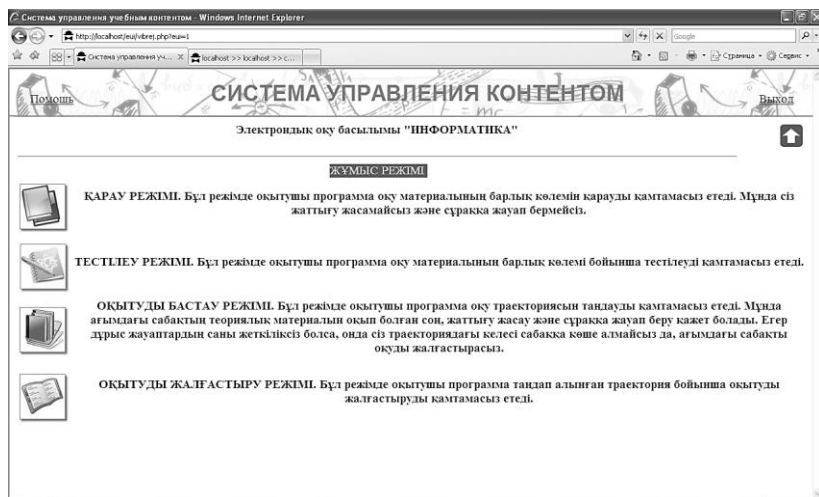


Рисунок 15. Выбор режима работы

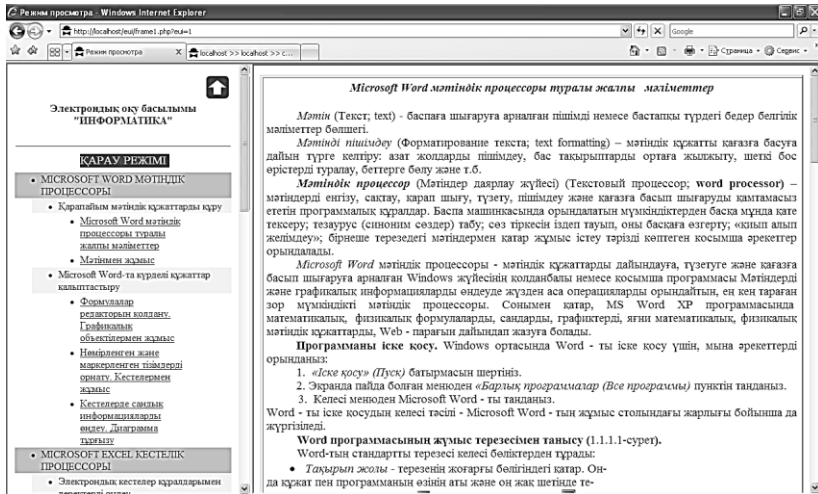


Рисунок 16. Режим просмотра

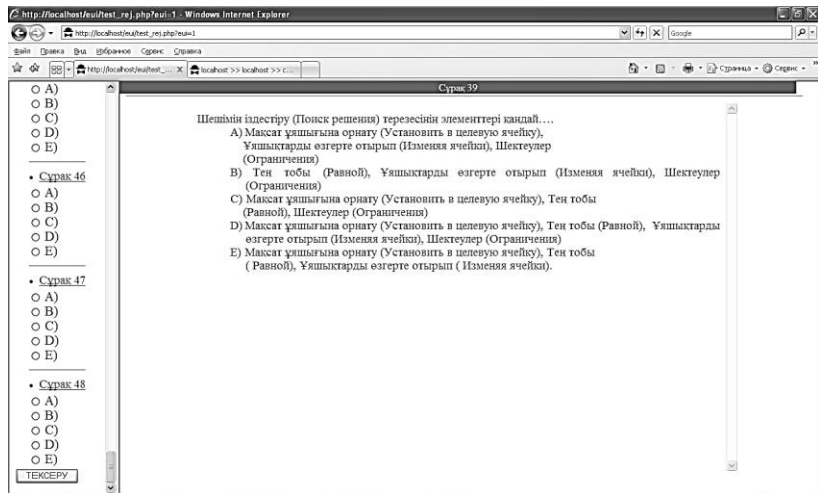


Рисунок 17. Тестовый режим

Третий режим начала обучения (ОҚЫТУДЫ БАСТАУ РЕЖІМІ). Режим начала обучения позволяет сформировать траекторию обучения тремя способами: ручным, тестовым или полным выбором (рисунок 18).

Четвертый режим продолжения обучения (ОҚЫТУДЫ ЖАЛҒАСТЫРУ РЕЖІМІ). В этом режиме обучающая программа обеспечивает продолжение обучения по выбранной траектории. При этом процесс обучения начинается со следующего урока после прерывания.

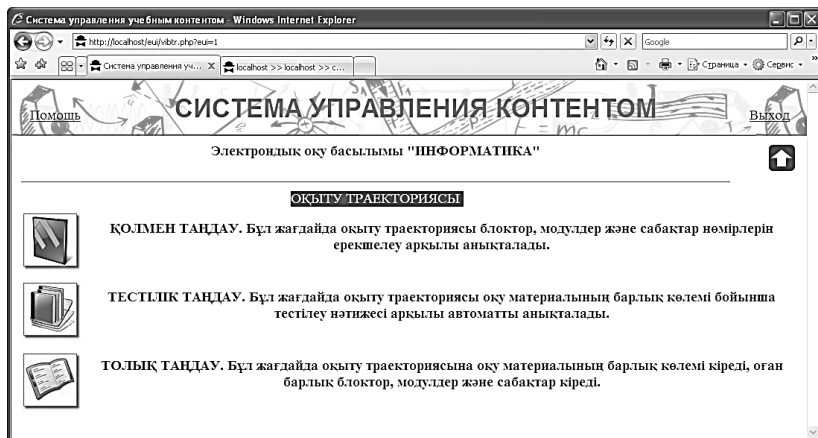


Рисунок 18. Выбор траектории обучения

При ручном выборе (ҚОЛМЕН ТАҢДАУ) траектория определяется обучаемым самостоятельно путем отметки номеров модулей, блоков, уроков.

При тестовом выборе (ТЕСТІЛІК ТАҢДАУ) траектория определяется автоматически по результатам тестирования по всему объему учебного материала. В этом случае в траекторию обучения включаются только те уроки, по вопросам которых были получены недостаточное количество правильных ответов.

При полном выборе (ТОЛЫҚ ТАҢДАУ) в траекторию включается весь объем учебного материала данной дисциплины, включая все уроки, модули и блоки.

После определения траектории пользователь переходит непосредственно к обучению текущего урока (рисунок 19).

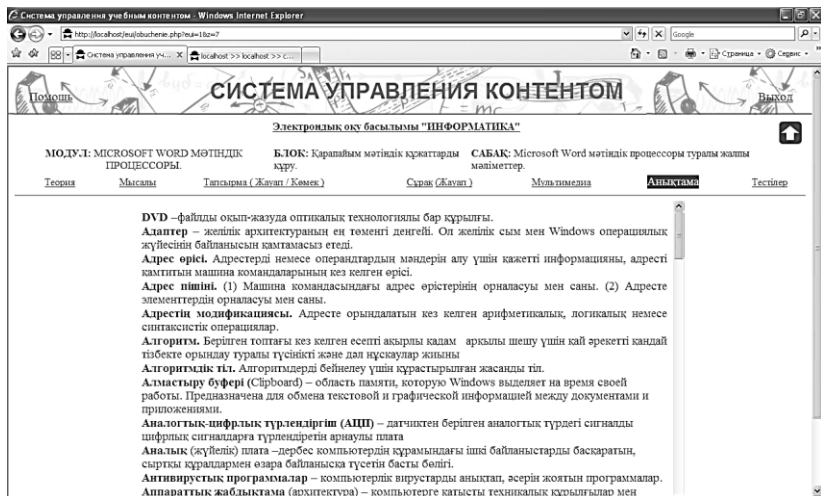


Рисунок 19. Изучение текущего урока

Для перехода к изучению следующего урока необходимо правильно ответить на тестовые вопросы текущего урока. В случае недостаточного количества правильных ответов на тесты (<75 %), обучаемый не сможет перейти к следующему уроку в траектории и будет продолжать изучение текущего урока.

Заклучение

Разработанная система управления контентом позволит учителю, не владеющему навыками программирования, самостоятельно создать качественное ЭУИ, а также сократит трудоемкость и сроки разработки ЭУИ.

Результаты проекта могут быть использованы учителями школ, лицеев, гимназий для создания базы ЭУИ по всем предметам. Ученики данного учреждения посредством сети Интернет в любое время смогут иметь доступ к ЭУИ своих учителей, что может значительно повысить качество и эффективность обучения.

Список литературы:

1. Абдыманапов С.А., Шарипбаев А.А., Омаров А.Н., Баймуратова Г.Г., Нургужин М.Р., Байгелов К.Ж., Альжанов А.К., Омарбекова А.С. СТ РК 34.017-2005 «Информационная технология. Электронное издание. Электронное учебное издание».
2. Боггс У., Боггс М. UML Rational Rose. М.: Издательство «Лори», 2002. — 510 с.
3. Булгаков М.В., Пушкин А.Е., Фомин С.С. Технологические аспекты создания компьютерных обучающих программ. В кн. Компьютерные технологии в высшем образовании. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994 — с. 147—152.

УСКОРЕННЫЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИИ СТРУКТУР КРИПКЕ

Чистяков Геннадий Андреевич

*аспирант, Вятский государственный университет,
г. Киров*

E-mail: gennadiychistyakov@gmail.com

Мельцов Василий Юрьевич

*канд. техн. наук, доцент, Вятский государственный университет,
г. Киров*

E-mail: meltsov69@mail.ru

ACCELERATED METHOD FOR FORMING COMPOSITION OF KRIPKE STRUCTURES

Chistyakov Gennadiy A.

*postgraduate, Vyatka State University,
Kirov*

Meltsov Vasilii Yu.

*candidate of technical sciences, assistant professor,
Vyatka State University,
Kirov*

АННОТАЦИЯ

В работе предлагается эффективный способ построения модели параллельного алгоритма путем объединения моделей одиночных процессов. Отличительной особенностью способа является высокий уровень параллелизма: применение модифицированной каскадной схемы вычислений и выявленных точек распараллеливания позволяет значительно понизить асимптотическую оценку его временной сложности. Способ может быть использован при разработке программных комплексов для верификации алгоритмов, программ или аппаратных систем посредством техники проверки моделей.

ABSTRACT

This paper proposes an effective way to build a model of the parallel algorithm by combining models of single processes. A distinctive feature of the method is the high level of parallelism: application of the modified cascade circuit and identified points of parallelization can significantly reduce the asymptotic time estimate. The method can be used in the development of program complexes for verification of algorithms, software or hardware systems with model checking techniques.

Ключевые слова: верификация; проверка моделей, структура Крипке.

Keywords: verification, model checking, Kripke structure.

В связи с постоянно возрастающей сложностью компьютерных управляющих систем последние десятилетия активно развивается альтернативный обычному тестированию подход к проверке корректности алгоритмов и программ — формальная верификация. Одним из наиболее перспективных направлений данного подхода является техника проверки моделей или model checking.

В отличие от тестирования, которое, как правило, в полном объеме проводится над уже готовым программным продуктом, методология проверки моделей позволяет выявить практически все ошибки функционирования системы уже на самых ранних этапах проектирования [2, с. 5]. Данный факт особенно важен при разработке параллельных алгоритмов, к надежности которых часто предъявляются повышенные требования. Методология предполагается выполнение трех этапов: построение модели объекта верификации, спецификацию требований, предъявляемых к алгоритму, и проверку соответствия модели этим требованиям [1, с. 28].

Существенной особенностью техники model checking является возможность практически полной автоматизации процесса верифи-

кации. В противоположность прочим формальным методам (проверка эквивалентности, дедуктивная верификация и т. д.), требующим значительного участия человека-эксперта, такой результат достигается за счет унификации процесса анализ. К негативным следствиям подхода следует отнести значительное увеличение размеров решаемой задачи, и, соответственно, общего времени, затрачиваемого на верификацию [5, с. 62]. Другими словами, все формальные методы балансируют между степенью зависимости от эксперта (препятствие для автоматизации; данные могут быть представлены максимально компактно) и вычислительной сложностью (можно автоматизировать; большой объем данных). Model checking позволяет исключить (в некоторых случаях — свести к минимуму) участие человека в процессе верификации.

Вследствие вышесказанного, основными требованиями к применяемым в методе проверки моделей структурам данных выступают регулярность, универсальность и простота, возможно, в ущерб размерам. В наибольшей степени отвечающим данным условиям способом представления объекта верификации является модель Крипке — абстрактная структура, включающая совокупность множества состояний системы и переходов между этими состояниями [4, с. 148]. Фактически, данную структуру можно считать расширением конечного автомата, в котором отсутствуют пометки на переходах, поскольку основной целью является описание конечным образом бесконечных последовательностей состояний (т. е. вычислений) при произвольных входах. Таким образом, причины переходов — конкретные внешние события, существенные в модели конечного автомата, — не требуют рассмотрения. Теоретически такие события могут быть учтены, но при верификации чаще всего важно проверить, существует ли некорректное поведение алгоритма при любых последовательностях внешних событий. И только когда такое поведение найдено, можно искать его причину [1, с. 72].

Формально структура Крипке может быть определена как пятерка

$$M = (S, S_0, R, AP, L) \quad [1, \text{с. } 70],$$

где: S — конечное непустое множество состояний;

$S_0 \subseteq S$ — непустое множество начальных состояний;

$R \subseteq S \times S$ — тотальное отношение на S , т. е. множество переходов, удовлетворяющих требованию: $(\forall s \in S)(\exists s' \in S)(s, s') \in R$ (из любого состояния есть переход);

- AP — конечное множество атомарных предикатов;
- $L: S \rightarrow 2^{AP}$ — функция пометок (каждому состоянию отображения L сопоставляет множество истинных в нем атомарных предикатов).

Подмножество атомарных предикатов, принимающих истинное значение в некотором состоянии, можно считать символом, помечающим это состояние структуры Крипке, и сигнализирующим о факте выполнения в нем определенных условий.

Построение структуры Крипке, эквивалентной анализируемому параллельному алгоритму, требует выполнения следующих действий.

- Выделить множество существенных для процесса верификации свойств анализируемого алгоритма.
- Для каждого процесса алгоритма необходимо сформировать собственную модель, т. е. соответствующую структуру Крипке.
- Определить правила получения новых атомарных предикатов из комбинации существующих.
- Сформировать модель параллельного алгоритма путем асинхронной композиции структур Крипке отдельных процессов, принимая во внимание возможность появления новых атомарных предикатов при определенной комбинации существующих.

Формирование моделей процессов алгоритма, хотя и не является тривиальной задачей, однако, как правило, не вызывает значительных затруднений. Последнее же действие характеризуется наибольшей вычислительной сложностью и может быть выполнено с помощью следующего алгоритма.

1. Принять за результирующую систему переходов граф структуры Крипке, эквивалентной начальному процессу алгоритма. Считать начальный процесс обработанным.
2. Если обработаны не все процессы алгоритма, то выбрать произвольным образом модель еще необработанного процесса и перейти к пункту 3. Иначе перейти к пункту 7.
3. Инициализировать пустую временную структуру.
4. Поочередно рассмотреть все возможные пары (декартово произведение) состояний из результирующей системы переходов и системы переходов выбранной модели. Если композиция этих состояний может быть достигнута в ходе выполнения алгоритма, то добавить данное состояние во временную структуру.

5. Соединить те состояния временной структуры, переход между которыми возможен: для двух состояний породившие их пары отличаются ровно в одном элементе, причем в исходной для этого элемента структуре существовало соответствующее ребро.

6. Сопоставить результирующей системе переходов временную структуру. Считать выбранный процесс обработанным. Перейти к пункту 2.

7. Получена результирующая неотмеченная система переходов. На основе моделей исходных процессов сформировать для каждого состояния системы множество атомарных предикатов, истинных в этом состоянии. На данном шаге алгоритма необходимо принять во внимание, что среди элементов каждого множества могут быть повторяющиеся предикаты.

8. Преобразовать неотмеченную систему переходов в структуру Крипке. Для этого сопоставить состоянию системы

- элементы из соответствующего множества атомарных предикатов, исключая дублирующие;
- элементы, получаемые в результате применения к соответствующему множеству атомарных предикатов правил, используемых для образования новых предикатов из комбинации существующих.

9. Получена композиция моделей одиночных процессов — структура Крипке, эквивалентная объекту верификации. Алгоритм завершен.

Следует заметить, что условие достижимости композиции состояний, используемое на шаге 4 алгоритма, связано с анализом особенностей взаимодействия отдельных процессов. Так, например, не достижимыми будут являться композиции состояний, невозможные вследствие блокирования потоков управления из-за ограничений примитивов синхронизации. Структура подобного анализа в значительной степени зависит от языка описания алгоритма. В связи с этим извлечение информации о взаимодействии процессов следует производить на этапе обработки команд отдельных процессов, а для эффективного хранения и использования полученных сведений целесообразно оперировать специализированными структурами данных.

Асимптотическая оценка предлагаемого алгоритма может быть определена следующим образом. Пусть верифицируемый алгоритм содержит M процессов, каждый из которых состоит из a_i команд.

Обозначим через $m = \prod_{i=1}^n a_i$ число состояний получаемой структуры

Крипке в худшем случае (достижимы все композиции состояний).

Для хранения информации о взаимодействии процессов воспользуемся любой достаточно быстрой древовидной структурной данных, позволяющей выполнять операции поиска, удаления и добавления за логарифмическое время (АВЛ-дерево, красно-черное дерево и т. д.). Тогда верхняя асимптотическая оценка предлагаемого алгоритма составит $O(n \cdot m \cdot \log k)$, где k — число объектов, способных повлиять на достижимость композиции состояний (процессы, переменные в общей памяти и т. д.). Множитель $n \cdot \log k$ обусловлен необходимостью проверки наличия конфликта добавляемой композиции состояний по каждому из k объектов внутри каждого из n процессов.

Предлагаемый алгоритм характеризуется высокой степенью параллелизма. Во-первых, обработка моделей процессов может выполняться с применением модифицированной каскадной схемы. Во-вторых, для определения достижимости одной композиции состояний не требуется информация о достижимости других композиций. Поэтому выполнение шага 4 алгоритма может быть разнесено на несколько процессоров, что позволит снизить асимптотическую оценку до функции $O\left(\frac{n \cdot m \cdot \log k}{p}\right)$, где p — число используемых процессоров. При этом следует соблюдать ограничение $p \leq \max\left(\prod_{i=1}^{l-1} a_i, a_l\right)$, где l — номер обрабатываемого процесса.

Иными словами, максимальное количество задействованных процессоров определяется числом состояний в объединяемых на каждом шаге структурах.

Вследствие высокого уровня параллелизма, предлагаемый алгоритм может быть эффективно реализован на многопроцессорных (многоядерных) системах. Применение рассмотренного ускоренного способа формирования композиции структур Крипке позволит значительно сократить время, требуемое для построения модели верифицируемого алгоритма или программы. Способ нашел применение в программном комплексе для верификации параллельных алгоритмов с помощью методов логического вывода [3, с. 44—46].

Список литературы:

1. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 560 с.
2. Кларк Э., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ. Model Checking. М.: МЦНМО, 2002. — 416 с.
3. Мельцов В.Ю., Чистяков Г.А. Структура системы верификации параллельных алгоритмов на основе методов логического вывода / Вят. гос. ун-т. Киров, 2012. — 55 с. — Деп. в ВИНТИ РАН 12.11.2012, № 412-В2012.
4. Baier C, Katoen J.-P. Principles of Model Checking. Cambridge: The MIT Press, 2008. — 994 p.
5. Estivill-Castro V., Rosenblueth D.A. Model checking of transition-labeled finite-state machines // Int.Conf.on Advanced Software Eng. and Its Applications, Held as Part of the 3rd Int.Mega-Conf.on Future-Generation Inform.Tech.FGIT (Jeju Island, South Korea; 8=10 December, 2011). South Korea, 2011. — pp. 61—73.

СЕКЦИЯ 3.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОМУ АВТОМАТУ НА БАЗЕ УСТРОЙСТВА БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОРАЗМЕРОВ

Табекина Наталья Александровна

*аспирант, БГТУ им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

E-mail: mail-tasha@bk.ru

DESIGN AND DEVELOPMENT REQUIREMENTS FOR CONTROL AND SORTING MACHINE BASED ON THE DEVICE FOR CONTACTLESS CONTROL OF THE SMALL SIZES

Tabekina Natalia Aleksandrovna

*post-graduate student
of Belgorod Shukhov State Technological University,
Belgorod*

АННОТАЦИЯ

Цель работы: повышение производительности контрольно-сортировочного автомата при обеспечении точности контроля и стабильности измеряемых размеров.

Метод: метод бесконтактного измерения размеров, в основу которого положено использование ПЗС-матрицы.

Результат: рекомендации, в виде технических условий для создания контрольно-сортировочного автомата для формирования групп изделий с исправимым и неисправимым браком.

Выводы: решение задачи оперативного контроля микrorазмеров после токарной операции может повысить эффективность производства за счет снижения потерь от брака, получая при этом качественный инструмент.

ABSTRACT

Background: the increase of productivity of the inspection and sorting machine, ensuring the accuracy of the control and stability of the measured dimensions.

Methods: automated contactless method of control of the sizes and sorting of products created with the use of a CCD matrix.

Result: recommendations in the form of technical conditions for the development of control and sorting machine for the formation groups of products with corrigible and incorrigible defect.

Conclusion: solution of the problem of operational control of the small sizes after turning operation can increase of production efficiency by decrease losses from defect, to give a quality instrument.

Ключевые слова: контрольно-сортировочный автомат; лазерный микрометр; брак.

Keywords: control and sorting machine, laser micrometer, defect.

В настоящее время для изготовления заготовок изделий малых размеров (например, стоматологический боров) используют токарные автоматы продольного течения, обеспечивающие такт выпуска до 2 деталей за пять секунд, что является хорошим показателем. Заготовки после токарной операции подвергаются 100 % контролю и сортировке на 4 группы [2]: годно, размер превышает требуемый, размер меньше требуемого, размер меньше предельно допустимого, в этом случае деталь попадает в контейнер с неисправимым браком. Исправление брака выполняется следующими способами:

1. Если размер больше максимально допустимого, то длительность операции галтовки увеличивают, тем самым снимая больший припуск, для получения требуемого размера.

2. Если размер меньше требуемого, то увеличивают время выполнения гальванической операции, тем самым увеличивая слой никеля на поверхности изделия.

Но в любом случае требуется предварительная сортировка получаемых в токарных автоматах изделий. Эту операцию должен выполнять специальный сортировочный автомат.

Таким образом, решение задачи оперативного контроля размеров стоматологических боров после токарной операции, может повысить

эффективность производства за счет снижения потерь от брака, получая при этом качественный инструмент.

При контроле поток деталей распределяется на следующие группы (рис. 1):

- Размеры 1,57...1,58 мм — годно.
- Размеры 1,56... 1,57 мм — брак исправимый гальваникой.
- Размеры 1,58 ... 1,60 мм — брак исправимый галтовкой.
- Менее 1,56 мм, или более 1,6 мм — брак неисправимый.

Схема, иллюстрирующая сортировку, представлена на рис. 1

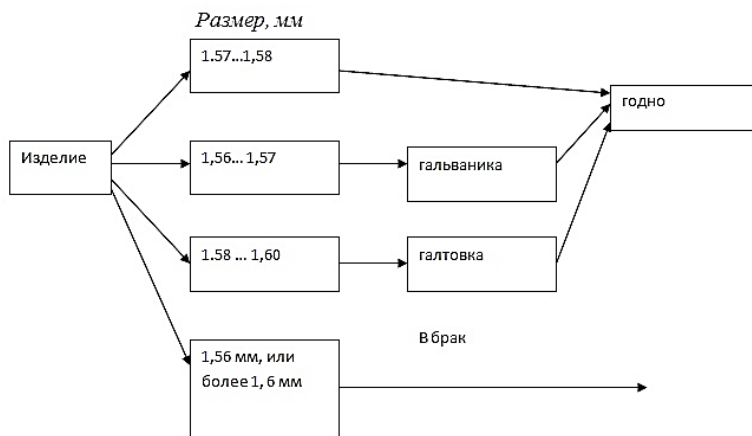


Рисунок 1. Схема сортировки

В результате проделанной работы выяснилось, что гипотеза о возможности создания КСО на базе приборов бесконтактного оптического метода контроля размеров, в основу которого положено использование ПЗС-матрицы [3], нашла своё подтверждение по результатам теоретических и практических исследований на основании выбранных методов исследования. Известные работы [4] по контролю шероховатости получаемых поверхностей формообразующих деталей пресс-форм предлагают различные варианты реализации приборов по оценке шага получаемых микронеровностей поверхности имеют точность до 1 мкм, что вполне сопоставимо с целями поставленной задачи, а реализация приборов контроля поверхностей крупногабаритных тел вращения позволяет разработать эффективный алгоритм вычисления размера по количеству засвеченных пикселей (зерен) ПЗС-матрицы.

В результате было разработано техническое задание для проектирования контрольно-сортировочного автомата и сформулированы требования к нему.

Рассмотрим контрольно-сортировочный автомат (КСА) на примере стоматологического бора (предназначенного для измерения геометрических параметров (диаметра хвостовиков) стоматологических боров) в соответствии с *ISO 3823/2 -86*, ГОСТ Р 50569-93, ГОСТ 50532-92 с отбраковкой изделий и распределением их на группы в соответствии с настоящим техническим заданием. Сформируем следующие требования к КСА:

1. Диапазон измерений диаметров хвостовика бора в диапазоне от 1,58 до 2,35 мм в соответствии с ГОСТ 26634-91 [1].

2. Зона измерений: на расстоянии 1 мм и 12 мм от конца хвостовика бора.

3. Дискретность измерения диаметра хвостовика бора — 0,001 мм.

4. Для хвостовиков тип 1 [1, с. 2] измеряется диаметр на уровне канавки, высота лыски по диаметру, расстояние между торцем лыски и вторым торцем канавки, ширина канавки. Точность выполнения измерений — 0,01 мм.

5. Диаметр рабочей части бора (d_1) [1, с. 2] измеряется трижды по наибольшему диаметру через 120° с точностью 0,01 мм. За результат следует принимать среднее арифметическое значение.

6. Диаметр шейки головки d_2 [1, с. 2] измеряется по наименьшему диаметру непосредственно за рабочей частью бора. Точность измерений — 0,01 мм.

7. Общая длина L_2 [1, с. 2] измеряется в точках расположенных по краям наибольшей длины, включая вершину рабочей части и конец хвостовика. Точность 0,01 мм ГОСТ Р 50532-92 (*ISO 3823/2 -86*).

8. Производительность КСА не менее 25000 изделий в смену (3125 изделий/час)

9. Количество зон измерений — две.

10. Распределение потоков: изделие годно; брак неисправимый (диаметр хвостовика больше нормы на 0,01 мм или меньше нормы на 0,01 мм); брак исправимый — два потока (диаметр хвостовика больше нормы на 0,01 мм, меньше нормы на 0,01 мм). Итого — четыре потока деталей.

11. Переналадка КСА в соответствии с типами боров.

12. Подающее устройство КСА — вибробункер.

13. Загрузка вибробункерная — ручная насыпом.

14. Система управления КСА — персональный компьютер или программируемый логический контроллер с панелью оператора.
15. Напряжение питания — 220 Вольт.
16. Потребляемая мощность — не более 550 Вт.
17. Габариты КСА — 1200х600х600 мм.
18. Обслуживание — один оператор.

Использование описанного метода измерений деталей малых диаметров возможно в составе производственных комплексов на основе автоматов продольного сечения для оперативного контроля получаемых размеров.

Список литературы:

1. ГОСТ 26634-91. Инструменты стоматологические вращающиеся. Хвостовики [Текст] Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1991.
2. Егунов О.В. Устройство бесконтактного измерения шероховатости поверхностей деталей сложной формы / О.В. Егунов, М.С. Чепчуров, — Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — Т. 5, — № 4. — 2010. — С. 24а-25.
3. Табекина Н.А. Бесконтактный метод контроля деталей малых размеров и его реализация на примере стоматологического бора. — № 12. — 2012.
4. Чепчуров М.С. Бесконтактный способ контроля шероховатости поверхности деталей пресс-форм и его реализация / М.С. Чепчуров, Ю.А. Афанасова Технология машиностроения. — № 11. — 2009. — С. 15.
5. Чепчуров М.С., Тюрин А.В. Модернизация токарных автоматов продольного точения с использованием мехатронных модулей. Ремонт, восстановление, модернизация. — № 7, — с. 10—13. — 2012.

СЕКЦИЯ 4.
ЭНЕРГЕТИКА
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИИ

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ
ВЯЗКОСТИ СУБСТРАТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

Караева Юлия Викторовна

*канд. техн. наук, с.н.с. Академэнерго,
г. Казань*

E-mail: julieenergy@list.ru

Трахунова Ирина Александровна

*мл. науч. сотр. Академэнерго,
. Казань*

E-mail: irseen2@yahoo.com

ESTIMATION DYNAMIC VISCOSITY
OF SUBSTRATES FOR BIOGAS PRODUCTION

Karaeva Yulia

*candidate of Technical Sciences, Senior Researcher Akademenergo,
Kazan*

Trakhunova Irina

*junior Researcher Akademenergo,
Kazan*

АННОТАЦИЯ

Проведено экспериментальное исследование динамической вязкости свиного навоза, бытовых сточных вод, послеспиртовой барды и кека в зависимости от температуры и скорости сдвига.

ABSTRACT

The experimental investigation of pig manure, wastewater, the distillery stillage and filter cake viscosity, depending on the temperature and shear rate is performed.

Ключевые слова: динамическая вязкость, свиной навоз, послеспиртовая барда, кек, сточные воды.

Keywords: dynamic viscosity, swine manure, distillery stillage, filter cake, wastewater.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики № СП-2442.2012.1.

Проектирование процесса метанового брожения основано на некорректном допущении о ньютоновском характере субстрата при любой концентрации твердого органического вещества. В настоящее время наблюдается неуклонный рост концентрации твердого вещества в органических отходах, а в связи с этим и значительное число отказов систем перемешивания и насосных систем на стадии биологической очистки сточных вод, а также в биогазовых установках [9].

Наиболее изученным субстратом, используемым для получения биогаза, является свиной навоз [1, 2, 3, 6]. В настоящее время действуют Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета, разработанные еще в 1981 году [4]. Экспериментальные исследования (Тропин А.Н., 2011) показали, что жидкий свиной навоз влажностью 88—91 % может быть классифицирован как неньютоновская система со сложными нестационарными реологическими свойствами [5, 7, 8]. Следует отметить, что полученные значения коэффициента динамической вязкости, а также значение предельного напряжения сдвига в несколько раз выше, чем в Методических рекомендациях.

Подобная ситуация наблюдается в различных отраслях промышленности, отходы которых возможно использовать для получения биогаза. В связи с этим, необходимы дополнительные исследования вязкости органических отходов предприятий сельскохозяйственной и пищевой промышленности, а также бытовых сточных вод.

Определение коэффициента динамической вязкости

Для определения коэффициента динамической вязкости использовался ротационный вискозиметр RM 100. Прибор зарегистрирован в реестре СИ № 41593-09, разработан для решения всего спектра задач, связанных с контролем реологического поведения жидкостей, построения реологических кривых и проведения их анализа (фирма LAMY Rheology, Франция). При проведении экспериментальных исследований использовалась измерительная система MS-R. Она предназначена для анализа любых гетерогенных образцов, включая жидкости, содержащие твердые включения. Оборудование полностью соответствует требованиям ГОСТ 29226 и ГОСТ 52249 (GMP). Аналитическая пара включала вращающийся лопастной шпиндель и измерительную ячейку с жидкостным термостатированием.

Обработка экспериментальных данных

Ньютоновская жидкость

Будем считать, что зависимость вязкости μ от температуры T может быть представлена в виде:

$$\mu = k_0 \exp\left(\frac{B}{RT}\right), \quad (1)$$

где: k_0 — реологическая константа;

B — энергия активации вязкого течения, Дж/моль;

R — универсальная газовая постоянная ($R = 8,314$ Дж/(моль·К));

T — температура, К.

Неньютоновская жидкость с заданной концентрацией.

Зависимость вязкости от скорости сдвига и температуры

Будем считать, что зависимость вязкости μ от скорости сдвига γ и температуры T может быть представлена в виде:

$$\mu = k_0 \gamma^n \exp\left(\frac{B}{RT}\right), \quad (2)$$

где: k_0, n — реологические константы;

γ — скорость сдвига, 1/с.

Неньютоновская жидкость. Зависимость вязкости от скорости сдвига, температуры и концентрации

Динамическая вязкость зависит от скорости сдвига, температуры и концентрации. Будем считать, что эту зависимость можно представить в виде

$$\mu = k_0 \alpha^{a_2} \gamma^{a_1 \alpha + b_1} \exp(B/(RT)), \quad (3)$$

где: k_0 , a_1 , a_2 , b_1 — реологические константы,

B — энергия активации вязкого течения,

R — универсальная газовая постоянная ($R = 8314$ Дж/кмоль·К).

Отклонение от экспериментальных данных было рассчитано по формуле:

$$\sqrt{\frac{1}{MNL} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^L \left| \frac{\mu_{ijk} - \mu(\alpha_i, T_j, \gamma_k)}{\max(\mu_{ijk})} \right|} \quad (4)$$

Сточные воды МУП «Водоканал» (Казань, Республика Татарстан)

В табл. 1 приведены результаты экспериментальных исследований коэффициента динамической вязкости сточных вод МУП «Водоканал» г. Казань в зависимости от скорости сдвига и температуры. Концентрация сухого вещества в растворе 7,5 %.

Таблица 1.

Вязкость сточных вод в зависимости от скорости сдвига и температуры

Скорость сдвига, 1/с	5 ⁰ С	9 ⁰ С	13 ⁰ С	23 ⁰ С	30 ⁰ С	40 ⁰ С	50 ⁰ С
2,01	0,723	0,657	0,592	0,526	0,394	0,29	0,263
2,87	0,551	0,551	0,459	0,413	0,322	0,276	0,258
4,1	0,483	0,419	0,354	0,354	0,290	0,258	0,240
5,88	0,382	0,337	0,314	0,292	0,224	0,224	0,224
8,43	0,298	0,282	0,251	0,251	0,188	0,172	0,219
12,1	0,241	0,219	0,208	0,208	0,164	0,142	0,164
17,5	0,196	0,181	0,166	0,159	0,128	0,121	0,128
24,7	0,160	0,150	0,133	0,133	0,107	0,096	0,107
35,3	0,135	0,120	0,112	0,108	0,090	0,079	0,082
50,6	0,117	0,102	0,094	0,089	0,073	0,068	0,065
72,5	0,098	0,087	0,082	0,076	0,064	0,056	0,053
104	0,087	0,076	0,070	0,065	0,051	0,047	0,046
149	0,076	0,066	0,060	0,055	0,044	0,040	0,039
212	0,067	0,058	0,053	0,048	0,039	0,035	0,034
304	0,080	0,053	0,048	0,043	0,034	0,031	0,030

Сточные воды являются неньютоновской псевдопластичной жидкостью. На основании экспериментальных данных получена следующая зависимость: $k_0 = 0.0048265$, $n = -0.4763$, $B = 11954,79$.

$$\mu = 0.0048265 \gamma^{-0.4763} e^{\frac{11954.79}{RT}}. \quad (6)$$

Среднеквадратическая величина относительной погрешности полученной зависимости равна 0,143.

Навоз свинокомплекса КФХ «Кильдеево» (Верхнеуслонский район, Республика Татарстан)

Исследованы растворы свиного навоза с содержанием сухого вещества 6 %, 8 %, 10 %, 12 % и 14 %.

Результаты проведенного эксперимента показали, что при концентрации сухого вещества в растворе менее 8 %, субстрат является ньютоновской жидкостью.

На основании экспериментальных данных получена следующая зависимость:

$$\mu = 5.4304 \cdot 10^{-5} \alpha^{6.0670} \gamma^{-0.0266\alpha - 0.6002} \cdot \exp\left(3.2918 \cdot 10^7 (T_0 - T) / (RTT_0)\right). \quad (5)$$

Среднеквадратическая величина относительной погрешности полученной зависимости равна 0,023.

Послеспиртовая барда и кек Буинского спиртзавода (Республика Татарстан)

Для экспериментов использовались:

- послеспиртовая барда с концентрацией сухого вещества 12 %, диапазон температур от 35⁰С до 60⁰С;
- кек (продукт первичного передела барды) с концентрацией сухого вещества 38%, диапазон температур от 25⁰С до 55⁰С.

В табл. 2 приведены результаты экспериментальных исследований коэффициента динамической вязкости кека в зависимости от скорости сдвига и температуры.

Послеспиртовая барда в диапазоне температур от 35⁰С до 60⁰С является ньютоновской жидкостью. Зависимость вязкости послеспиртовой барды от температуры:

$$\mu = 8.07 \cdot 10^{-7} e^{\frac{2985075}{RT}} . \quad (7)$$

Среднеквадратическая величина относительной погрешности полученной зависимости равна 0,124.

Таблица 2.

Вязкость кека в зависимости от скорости сдвига и температуры

γ	25 ⁰ C	35 ⁰ C	45 ⁰ C	50 ⁰ C	55 ⁰ C
2,01	40,61	40,34	23,64	12,40	7,60
2,87	30,72	28,49	16,79	8,31	4,46
4,1	23,92	19,56	13,10	6,30	2,55
5,88	16,64	14,85	8,97	5,20	1,49
8,43	12,51	10,76	7,26	3,85	1,11
12,1	9,70	7,73	5,50	2,99	1,03
17,5	7,53	6,68	4,03	2,33	0,81
24,7	5,68	5,18	3,02	1,76	0,69
35,3	4,39	3,99	2,33	1,41	0,64
50,6	3,37	3,11	1,84	1,13	0,49
72,5	2,49	2,45	1,47	0,94	0,43

Кек проявляет реологические свойства, характерные для неньютоновской псевдопластичной жидкости. На основании экспериментальных данных получена следующая зависимость: $k_0 = 7.59 \cdot 10^{-8}$, $n = -0.7534$, $B = 51736,11$.

$$\mu = 7.59 \cdot 10^{-8} \gamma^{-0.7534} e^{\frac{5173611}{RT}} \quad (8)$$

Среднеквадратическая величина относительной погрешности полученной зависимости равна 0,097.

Заключение

Результаты проведенного эксперимента показали, что при концентрации сухого вещества в растворе менее 8 %, свиной навоз является ньютоновской жидкостью, сточные воды представляют собой неньютоновскую псевдопластичную жидкость, а послеспиртовая барда в диапазоне температур от 35⁰C до 60⁰C проявляет ньютоновские свойства.

Список литературы:

1. Голушко А.С. Исследование линейных к местным сопротивлений в навозопроводах на свиноводческих фермах. Автореф. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук, ВЭИСХ, М., 1969. — 20 с.
2. Капустин В.П. Совершенствование систем уборки и транспортировки бесподстилочного навоза. Тамбов, Изд-во ТГТУ, 2001, — 123 с.
3. Ледин Н.П. Расчет мощности роторного устройства для уборки навоза / Н.П. Ледин, В.К. Письменный, В.И. Полищук // МЭСХ. — 1979. — № 4. — С. 22—24.
4. Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета. Москва, МИНСЕЛЬХОЗ, 1981: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://law.rufox.ru/view/9/2481.htm> (дата обращения: 18.06.2013).
5. Миндубаев А.З. Оптимизация параметров выработки биогаза в лабораторном масштабе / А.З. Миндубаев, С.Т. Минзанова, Е.В. Скворцов, В.Ф. Миронов, В.В. Зобов, Ф.Ю. Ахмадуллина, Л.Г. Миронова, Д.Е. Белостоцкий, А.И. Коновалов // Вестник Казанского технологического университета. — 2009. — № 4. — С. 226—230.
6. Письменов В.Н. Получение и использование бесподстилочного навоза. Москва, Россельхозиздат, 1988, — 206 с.
7. Тропин А.Н. Повышение эффективности работы самотечной системы удаления навоза путем оптимизации ее конструктивных и технологических параметров: Автореф. дисс. канд. тех. наук. СПб., 2011. — 19 с.
8. Холин К.В. Физико-химический и биохимический анализ отработанных биогазовых субстратов, а также перспективы их практического применения / К.В. Холин, А.З. Миндубаев, С.Т. Минзанова, А.Д. Волошина, Д.Е. Белостоцкий, В.В. Зобов, В.Ф. Миронов, А.И. Коновалов, Ф.К. Алимова, Э.И. Галеева, Е.С. Нефедьев // Вестник Казанского технологического университета. — 2010. — № 2. — С. 457—464.
9. James J. Marx Applying rheological techniques to upgrade anaerobic digesters and handle high solids concentrations / Robert B. Stallings, Dorian Harrison, Thomas E. Wilson, Shahriar Eftekharzadeh // Proceedings of the Water Environment Federation, Residuals and Biosolids Management. — 2006. — № 10. — С. 680—689.

СЕКЦИЯ 5.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ МЕЖДУ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ В ТОЧКЕ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Тимофеев Семен Юрьевич

*аспирант, Тверской государственный технический университет,
г. Тверь*

E-mail: timofeev.simeon@hotmail.com

CALCULATION OF POTENTIAL CONFLICTS BETWEEN AIRCRAFTS IN POINT OF AIR SPACE AT PLANNING AND AIR TRAFFIC CONTROL

Timofeev Simeon

*postgraduate student of Tver State Technical University,
Tver*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается методика расчета потенциальных конфликтных ситуаций между воздушными судами на этапах планирования, с использованием списков входа в элементы воздушного пространства, а так же учитывающая действующие нормы эшелонирования.

ABSTRACT

The article speaks about method of calculating the potential conflicts between aircrafts on the planning stages, using the lists of the entrance to

the elements of the airspace, as well as taking into account the existing separation standards.

Ключевые слова: потенциальные конфликтные ситуации; планирование; воздушное движение; специальное ПО; программирование.

Keywords: potential conflicts; planning; air traffic; special software; programming.

Потенциальной конфликтной ситуацией (ПКС) между двумя воздушными судами (ВС) называется ситуация, при которой без изменения режима полета произойдет опасное сближение ВС. Под опасным сближением понимается не предусмотренное заданием на полет сближение воздушных судов между собой или с другими материальными объектами на интервалы менее половины установленных в результате которого возник риск столкновения [3].

Сложность задачи расчета ПКС на этапах планирования определяется тем, что каждый маршрут каждого ВС необходимо проверить со всеми маршрутами других ВС. Учитывая, что даже при текущем планировании количество обрабатываемых ВС составляет около 7—10 тысяч, а так же то, что каждое ВС может иметь кроме основного еще несколько альтернативных маршрутов, выполнять попарную проверку каждого ВС не представляется возможным, в связи трудоемкостью задачи.

Таким образом, необходима методика анализа, которая позволит быстро проверить все маршруты воздушных судов на потенциальные конфликтные ситуации.

Типы потенциальных конфликтных ситуаций

Маршруты полета ВС делятся на трассовые, внутрассовые и маршрутно-трассовые. Для трассового полета, маршрут полностью проходит по участкам трасс. При внутрассовом полете, маршрут не проходит по участкам трасс, а вместо этого задан последовательностью точек воздушного пространства (ВП), как именованных, так и заданных географическими координатами. Маршрутно-трассовые полеты частично проходят по трассам, а частично вне трасс.

Подавляющее большинство полетов выполняются воздушными судами гражданской авиации (ГА), и являются трассовыми полетами. Внутрассовые и маршрутно-трассовые полеты выполняются в основном военными ВС, либо ВС малой авиации. В случае пересечения внутрассовым ВС участка трассы, зональным центром единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) вводятся кратковременные ограничения использования воздушного

пространства, запрещающие полет через затронутый участок на время пролета внетрассового ВС. Таким образом, на этапах планирования при анализе планов на ПКС можно игнорировать ВС, выполняющие полеты по внетрассовым маршрутам, так как возможные ПКС с таким судами будут исключены при условии соблюдения введенных ограничений использования ВП.

Рассмотрим случаи взаимного расположения ВС, при котором возможно нарушение норм эшелонирования, с учетом особенностей трассовых полетов. При движении ВС по трассам, все ПКС можно свести к 3 типам:

1. ПКС при прохождении ВС через общую точку ВП (рис. 1 б);
2. ПКС при движении ВС по общему участку трассы (рис. 1а);
3. ПКС при движении ВС по пересекающимся участкам трасс (рис. 1 в).

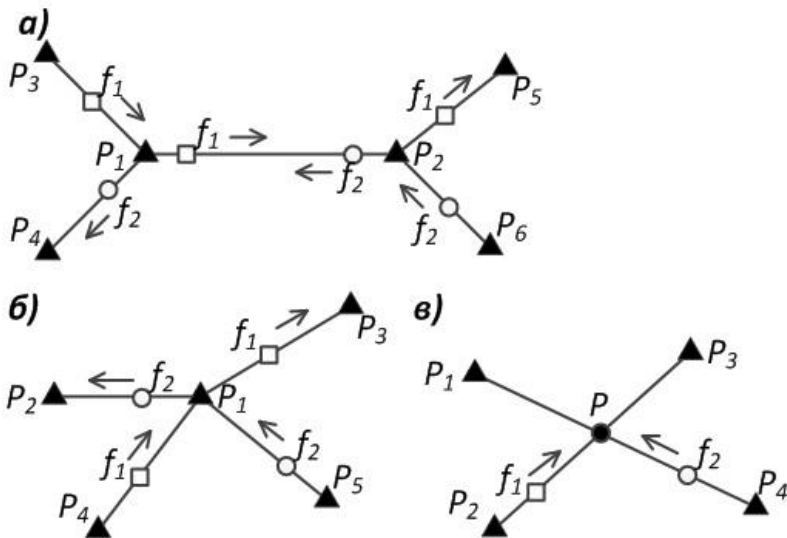


Рисунок 1. Типы ПКС: а) ПКС на общем участке; б) ПКС в общей точке; в) ПКС на пересекающихся участках

Исходя из этого, для трассовых маршрутов, ПКС будут происходить либо на участке трассы, либо вблизи точки маршрута. Очевидно, что конфликтовать при этом могут только ВС, чьи маршруты проходят через определенный участок или точку. Предлагаемая в статье методика расчета ПКС основывается на этом

положении, и использует списки входа воздушных судов в элементы ВП для сокращения числа перебираемых пар ВС при анализе на ПКС между ними.

В рамках данной статьи рассматривается применение предлагаемой методики к расчету ПКС при прохождении воздушных судов через общую точку ВП (рис. 1 б).

Сопровождение списков входа для точек ВП

С точки зрения программного обеспечения (ПО), список входа в точку ВП представляет из себя упорядоченный по времени входа (поле Time In) список элементов типа «Point In Entry».

```
// Структура для хранения данных о входе ВС в точку ВП
Struct Point In Entry
{
flight Route Route; // ссылка на объект, представл. маршрут полета
flight Flight; // ссылка на объект, представл. план полета
int TimeIn; // время входа в точку, в сек. от начала суток
int Height; // высота входа в точку, в метрах
bool Cross Date; // флаг перехода через сутки
Flight Dates Info Schedule; // ссылка на объект, представл.
расписание
// выполнения полетов
Date Time Last Update; // дата/время последнего обновления
// маршрута Route на момент создания записи
}
```

Для хранения списков входа используется хэш-таблица, в которой в качестве ключа выступает уникальный идентификатор точки ВП(Id), а в качестве значений — списки элементов «Point In Entry». Таким образом, в объектной модели ПО список входа не привязан к точке ВП напрямую, но при этом к нему обеспечен быстрый доступ (среднее время поиска элемента в хэш-таблице равно $O(1)$ [1, с. 289]).

Добавление записей в списки входа осуществляется после завершения расчета пространственно-временной траектории (4D-траектории) движения воздушного судна. Для каждой основной точки маршрута в соответствующий список входа добавляется запись «Point In Entry» (запись добавляется в порядке возрастания времени входа), со значением поля Last Update, равным времени завершения расчета 4D-траектории.

Поле Last Update предусмотрено для решения задачи удаления из списков входа устаревших данных, то есть записей относящихся к удаленным или измененным маршрутам. Удаляются такие записи при очередном анализе списка входа на наличие ПКС. Запись подлежит удалению, если значение поля Last Update отличается от значения времени последнего изменения маршрута (ссылка на маршрут хранится в поле Route). Такой подход позволяет экономить время на поддержание списков входа в актуальном состоянии.

Флаг перехода через сутки (поле Cross Date) устанавливается в значение «истина» (true), если время входа в точку (поле Time In) меньше времени вылета ВС (рис. 2). Так как время беспосадочного перелета воздушных судов ГА меньше 24 часов, данного условия достаточно для определения ситуации перехода через сутки.

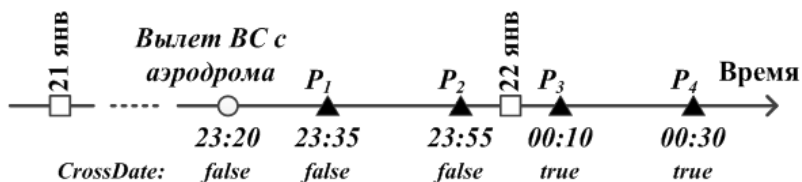


Рисунок 2. Установка флага перехода через сутки

Поле Schedule содержит ссылку на объект типа «Flight Dates Info», который хранит информацию о днях выполнения полетов.

```
// Структура для хранения данных о днях выполнения полетов
struct Flight Dates Info
{
    Date Time Begin; // дата начала действия плана полета
    Date Time End; // дата окончания действия плана полета
    byte Mask; // битовая маска дней выполнения полетов
}
```

В данной структуре, поле Mask является целым числом, содержащим битовую маску, представляющую данные о днях выполнения полета, как показано в таблице ниже.

Таблица 1.

Битовая маска, представляющая дни выполнения полетов

8 разряд	7 разряд	6 разряд	5 разряд	4 разряд	3 разряд	2 разряд	1 разряд
	вс	сб	пт	чт	ср	вт	пн
0	0	0	1	0	1	0	1

Например, число $21_{10} = 10101_2$ и говорит о том, что полеты выполняются каждый понедельник, среду и пятницу. Использование битовой маски вместо хранения флагов для каждого дня недели позволяет выполнять проверки с использованием побитовых операций.

Для регулярных планов полетов (РПЛ), поля Begin и End структуры «Flight Dates Info» устанавливаются в соответствии с датами начала и окончания действия РПЛ, а поле Mask — в соответствии с указанным режимом полетов по дням недели. Для одноразовых (текущих) полетов, поля Begin и End устанавливаются равными дате выполнения полета, а в поле Mask проставляется значение $01111111_2 = 127_{10}$.

Для экономии памяти, в поле Schedule устанавливается ссылка на объект из поля Flight Days (при Cross Date == false) или Cross Flight Days (Cross Date == true). Указанные поля принадлежат объекту, хранящемуся в поле Flight структуры «Point In Entry» и представляющему общие данные о плане полета. В поле Flight Days содержатся данные о расписании полетов регулярного (или текущего) рейса, а в Cross Flight Days — скорректированное расписание с учетом перехода через сутки. Корректировка заключается в увеличении значений в полях Begin и End на 1 сутки. Так же, значение в поле Mask движется на один разряд влево, 1-ый разряд устанавливается равным 8-мому, после чего 8-ой разряд обнуляется. Назовем такую корректировку «сдвигом влево».

Поиск ПКС при пролете ВС через общую точку ВП

Действующие в Российской Федерации правила эшелонирования ограничивают значение интервала между судами (по расстоянию и/или по времени), когда какое-либо ВС достигает точки пересечения маршрутов (расстояние s на рис. 3) [2].

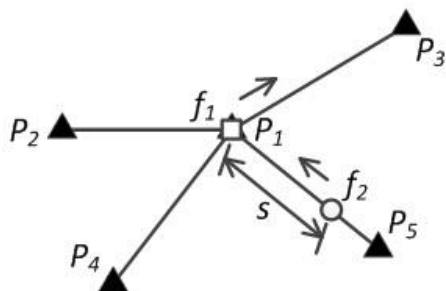


Рисунок 3. Определение расстояния между ВС при прохождении общей точки ВП

Данный интервал определяется нормами продольного эшелонирования, установленных в Федеральных авиационных правилах использования воздушного пространства [2, пункты 74—77]. Проведенный анализ показал, что нормы продольного эшелонирования зависят от следующих факторов:

- высоты полета воздушных судов (ВС находятся на одной высоте; один или оба ВС выполняют переход на новый эшелон полета);
- направления движения воздушных судов — попутное, встречное или движение по пересекающимся курсам (рис. 4);
- зоны ответственности, в которой находятся воздушные суда;
- использования автоматизированных систем управления воздушным движением, или комплекса средств автоматизации, или радиовещательного автоматического зависимого наблюдения.

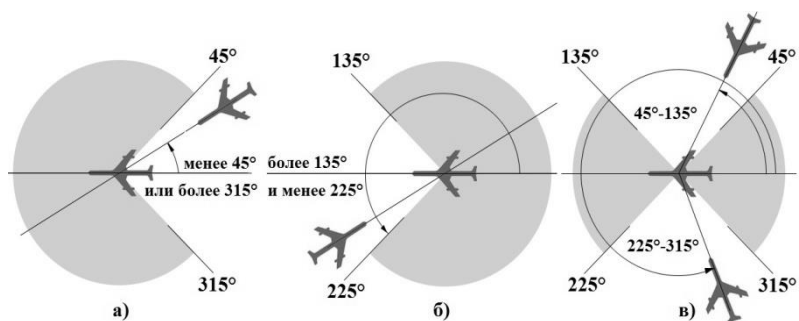


Рисунок 4. Направления движения воздушных судов: а) движение в попутном направлении; б) движение в противоположных направлениях; в) движение по пересекающимся курсам

Согласно [3, пункт 5.4.4], при смене эшелона, воздушное судно должно занять требуемую высоту минимум за 20 км до указанной в плане точки смены эшелона. Следовательно, основные точки маршрута воздушные суда проходят на одном из разрешенных эшелонов. Таким образом, для рассматриваемого случая пролета воздушных судов через общую точку ВП учет норм вертикального эшелонирования не требуется.

Нормы продольного эшелонирования между воздушными судами на одном эшелоне полета представлены на рис. 5. Значения интервалов помеченных «*» применяются при использовании автоматизированных систем управления воздушным движением, или комплекса средств автоматизации, или радиовещательного автоматического зависимого наблюдения.



Рисунок 5. Нормы продольного эшелонирования между воздушными судами на одном эшелоне полета

Алгоритм анализа списка входа для точки ВП на наличие ПКС, Рассмотрим в виде представленной ниже функции «Find Conflicts In Point».

```
// Функция поиска ПКС по списку входа для точки ВП.
// Map Pointpoint – ссылка на объект, представл. точку ВП
// List<Point In Entry> entries – список входа для точки point
void Find Conflicts In Point(MapPoint point, List<Point In Entry>
entries)
{
int f1 Index; // индекс текущей «базовой» записи
int f2 Index; // индекс текущей проверяемой записи

// интервал времени в секундах, после которого
// ПКС между ВС заведомо отсутствует
intmax DT = 1200; // 1200 сек = 20 мин

// Удаление устаревших записей PointInEntry
for (int i = 0; i <entries. Count; )
if (entries[i].Last Update <entries[i].Route. Last Update)
entries. Remove At(i);
else i++;

// Внешний цикл обхода записей
for (f1Index = 0; f1Index <entries. Count; f1Index++)
{
// Определение текущей «базовой» записи
PointInEntryf1 = entries[f1Index];

f2Index = f1Index + 1<entries. Count ? f1Index + 1 : 0;

// Внутренний цикл обхода записей
for (; f2Index <entries. Count; f2Index++)
{
// выход, если внутренний цикл совершил «полный круг»
if (f2Index == f1Index)
break;

// Определение текущей проверяемой записи
Point In Entry f2 = entries[f2Index];

// Пропуск, если записи принадлежат маршрутам одного ВС,
```

```

// либо если ВС входят в точку на разных высотах
if (f1.Flight == f2.Flight || f1.Height != f2.Height)
continue;

// Расчет времени между входами в точку ВС f1 и f2
int dt = f2.TimeIn - f1.TimeIn;
bool boundary Entries = dt < 0; // флаг случая «граничных» записей

// Корректировка для случая «граничных» записей
if (boundary Entries)
dt += 86400; // 86400 сек = 24 ч*60 мин* 60 сек = 1 сутки

// Грубая оценка по разнице времен входа
if (dt > max DT)
{
// Время между ВС слишком большое для образования ПКС
if (f2Index < f1Index)
break; // переход к следующей «базовой» записи
else
continue; // переход к следующей текущей проверяемой записи
}

// Проверка на наличие общих дней выполнения полетов
Flight Dates Info shed1 = f1.Schedule, shed2 = f2.Schedule;
if (boundary Entries) // «правый сдвиг» для случая «граничных»
записей
shed2 = shed2. Right Shift();

if (!Has Common Flight Days (shed1, shed2))
continue;

// Определение норм продольного эшелонирования
int dist Norm = 0; // норма по расстоянию
int time Norm = 0; // норма по времени
Get Front Norms (f1.Flight, f2.Flight, point,
outdist Norm, outtime Norm);

// Расстояние между ВС, в момент входа f1 в точку point
// (в момент времени f1.Time In)
double s = Get Distance Between (f1.Route, f2.Route, f1.TimeIn);

// Сравнение рассчитанного расстояния с нормами эшелонирования

```

```

if ((dist Norm> 0 && s <dist Norm) ||
(time Norm> 0 && dt<time Norm))
{
// Регистрация ПКС в системе
// ...
}

// Сброс индекса для проверки «граничных» записей
if (f2Index == entries. Count — 1)
f2Index = -1;
}
}
}

```

Записи в списке входа хранятся в порядке возрастания времени входа относительно начала суток. Таким образом, вначале списка хранятся записи о ВС входящих в точку около 0 часов, а в конце — около 24 часов. Записи, находящиеся вблизи точки смены дат, назовем «граничными» (рис. 6). Такие записи так же требуют проверки на наличие ПКС.

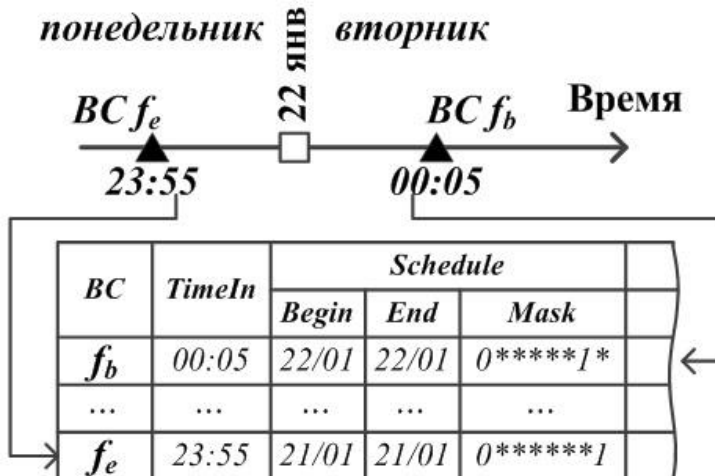


Рисунок 6. Пример «граничных» записей в списке входа

Для учета «граничных» записей, в функции «Find Conflicts In Point» предусмотрена особая обработка индекса f2Index. Кроме того,

перед подачей в функцию «Has Common Flight Days» значение Schedule для записи f2 «сдвигается вправо» (переменная shed2). По аналогии со «сдвигом влево», при «сдвиге вправо» значения полей Begin и End структуры «Flight Dates Info» уменьшаются на 1 сутки. Так же, значение в поле Mask сдвигается на один разряд вправо, после чего в 7-ый разряд устанавливается значение 1-го разряда до сдвига.

В конце, рассмотрим назначение вспомогательных функций:

- функция «Get Front Norms» анализирует данные планов полетов воздушных судов (включая их маршруты), и возвращает значения норм продольного эшелонирования в соответствии со схемой на рис. 5;
- функция «Get Distance Between» возвращает расстояние между двумя воздушными судами в указанный момент времени, вычисленное в соответствии с принятой методикой расчета 4D-траектории;
- функция «Has Common Flight Days», выполняет проверку наличия общих дней выполнения полетов для двух объектов типа «Flight Dates Info».

```
Bool Has Common Flight Days (Flight Dates Info f1, Flight Dates Info
f2)
{
// Проверка на пересечение дат действия рейсов
if (f1.Begin >f2.End || f1.End <f2.Begin)
return false;

// Проверка на наличие общих дней выполнения полета
// & — операция побитового «И»
Byte common = f1.Mask&f2.Mask;
if (common == 0)
return false;
return true;
}
```

Заключение

Предлагаемая в статье методика позволяет сократить количество проверяемых пар ВС при расчете ПКС на этапах планирования использования воздушного пространства. Данная методика была реализована в специальном программном обеспечении (ПО), разработанном для зональных центров ЕС ОрВД в рамках федеральной целевой программы «Модернизация Единой системы организации

воздушного движения Российской Федерации (2009—2015 годы)». Проведенные в процессе разработки ПО испытания на реальных плановых данных подтвердили высокое быстродействие предложенной методики.

Список литературы:

1. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е издание. М.: Вильямс, 2005. — 1296 с.
2. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации: утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138.
3. Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации»: утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 25 ноября 2011 г. № 293.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛЬЧИКОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ В РОССИЙСКИХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Хаитов Артур Рамильевич

инженер-конструктор

*Уфимского моторостроительного производственного объединения,
г. Уфа*

E-mail: khaitov_ar@mail.ru

PERSPECTIVES OF APPLICATION OF FINGER SEALS IN RUSSIAN GAS TURBINE ENGINE

Arthur Khaitov

*designer Engineer of Ufa Motor Production Association,
Ufa*

АННОТАЦИЯ

Проведён анализ патентной и научно-технической литературы по пальчиковым уплотнениям. Дана характеристика научно-техническому заделу по данному направлению. Рассмотрены перспективы применения пальчиковых уплотнений в отечественных газотурбинных двигателях. Сделан вывод о необходимости перехода от лабораторных исследований к промышленному внедрению.

ABSTRACT

The analysis of patent and scientific publications on finger seals is carried out. The characteristic of scientific and technical background on this area is given. The perspectives of application of finger seals in Russian gas turbine engine are considered. It was concluded that it is necessary to move from laboratory research to industrial adoption.

Ключевые слова: пальчиковое уплотнение; газотурбинный двигатель.

Keywords: finger seal; gas turbine engine.

Считается, что применение пальчиковых уплотнений является на сегодняшний день одним из перспективных способов повышения эффективности газотурбинных двигателей (ГТД) в части сокращения паразитных утечек рабочей среды между разделяемыми воздуховоздушными и воздушно-масляными полостями.

Впервые конструкция пальчиковых уплотнений была предложена в конце 1980-х годов специалистами американской компании Allied-Signal Inc. Впоследствии эта компания запатентовала конструктивные решения по пальчиковым уплотнениям [12—14].

Отмечается, что инвестиции в разработку уплотнений в 4—5 раз более эффективны с экономической точки зрения, чем вложения в пересмотр конструкции, проверку и сертификацию компрессоров и турбин для эквивалентного улучшения таких тактико-технических характеристик ГТД, как удельная тяга, удельный расход топлива, тяговооружённость, ресурс [9, с. 148].

Пальчиковые уплотнения традиционной конструкции включают два примыкающих друг к другу кольца (см. рис. 1). Каждое из них содержит множество равномерно расположенных по окружности пальчиков, между которыми имеются криволинейные пазы. Кольцо, устанавливаемое со стороны полости низкого давления, дополнительно содержит «подъёмные» площадки, выполненные за одно целое с соответствующими пальчиками. Кольца позиционируются друг относительно друга таким образом, чтобы пальчики

каждого кольца перекрывали пазы примыкающего к нему другого кольца, тем самым обеспечивая герметичность перекрываемой кольцевой щели между ротором и статором. Кольца прижаты со стороны полостей низкого и высокого давления кольцевыми крышками для повышения герметичности и жёсткости конструкции в осевом направлении [9, с. 148—149].

За прошедшие двадцать лет конструкция пальчиковых уплотнений непрерывно совершенствовалась. В настоящее время выдано более 20 патентов на конструкцию и технологию изготовления пальчиковых уплотнений.

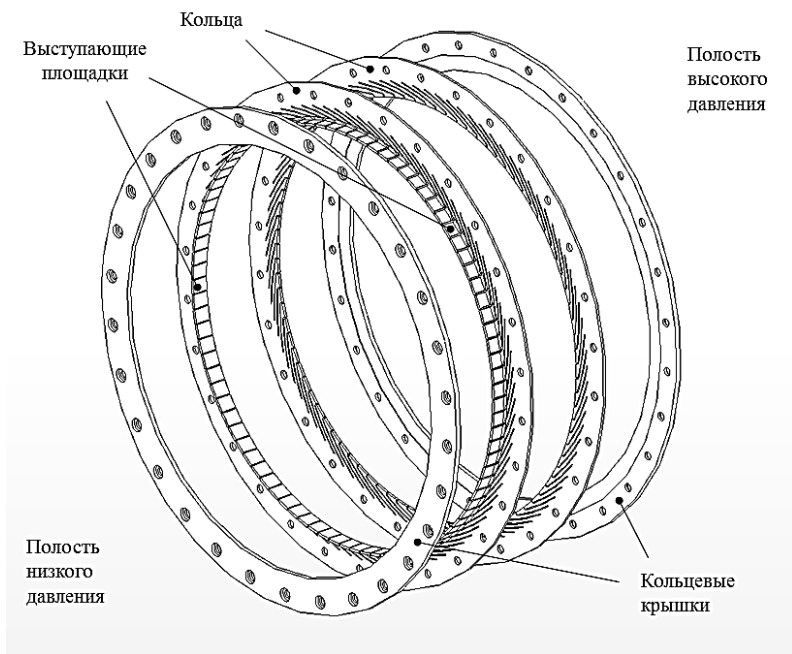


Рисунок 1. Классическая конструкция пальчикового уплотнения [9, с. 149]

С конца 2000-х годов работы по столь перспективному направлению начаты и в России в интересах создания газотурбинных двигателей новых поколений (ГТД ПД-14 для самолётов семейства МС-21 и ПАК ФА для многоцелевого истребителя Т-50). Однако

количество публикаций по рассматриваемой весьма актуальной теме пока что недостаточно много.

Что касается технической стороны вопроса, то следует отметить, что российскими инженерами предложен целый ряд усовершенствованных конструкций пальчиковых уплотнений (см.: [1—4, 6]). В частности, предлагаемые технические предложения касаются уменьшения радиальных размеров пальчиковых уплотнений, изменения геометрии мажпальчиковых пазов, структуры внутренней поверхности подъёмных площадок.

В Центральном институте авиационного моторостроения имени П.И. Баранова и Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана разработаны модели и методы расчёта пальчиковых уплотнений с учётом деформации их элементов под действием газовых сил, а также многодисциплинарная методика расчёта конструкции бесконтактного пальчикового уплотнения в ГТД [10, 11].

Для реализации новых конструктивных решений в Уфимском государственном авиационном техническом университете разработана специальная технология изготовления рассматриваемых уплотнений [5, 7, 8].

Дальнейшие исследования по пальчиковым уплотнениям должны быть направлены на расчёт и оптимизацию формы межпальчиковых пазов, применения регламентированных микроструктур на подъёмных площадках, совершенствованию технологии сборки отдельных колец, полномасштабным испытаниям в составе двигателя-демонстратора.

Таким образом, подытоживая, можно сказать, что в нашей стране уже создан определённый научно-технический задел в данном направлении. Теперь важно, чтобы данные опытно-конструкторские и технологические разработки вышли за рамки лабораторных исследований и были успешно внедрены в производство перспективных двигателей.

Список литературы:

1. Дрозденко В.Н., Гейкин В.А., Гимаев Н.З. и др. Пальчиковое уплотнение с сотовой структурой // Патент РФ № 2416752, 2009.
2. Дрозденко В.Н., Гейкин В.А., Гимаев Н.З. и др. Уплотнение с зигзагообразными пальчиками // Патент РФ № 2425271, 2009.
3. Дрозденко В.Н., Гейкин В.А., Гимаев Н.З. и др. Компактное пальчиковое уплотнение // Патент РФ № 2442050, 2010.
4. Дрозденко В.Н., Гейкин В.А., Гимаев Н.З. и др. Пальчиковое уплотнение и способ его изготовления // Патент РФ № 2442051, 2010.

5. Маннапов А.Р. Импульсная электрохимическая обработка пальчиковых уплотнений ГТД // Труды МАИ. — 2012. — № 52.
6. Маннапов А.Р. Новые конструкции пальчиковых уплотнений для перспективных ГТД // V Всероссийская научно-техническая конференция молодых специалистов. Материалы конференции: Уфимск. моторостр. произв. объединен. Уфа: ОАО «УМПО», 2011. — С. 123—127.
7. Маннапов А.Р. Разработка технологии изготовления перспективных уплотнений газоздушного тракта ГТД методом импульсной электрохимической обработки: дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2009. — 206 с.
8. Маннапов А.Р. Сравнительный анализ технологий обработки пальчиковых уплотнений ГТД высококонцентрированными потоками энергии // XXXVI Гагаринские чтения. Научные труды международной молодёжной научной конференции в 8 томах. М.: МАТИ, 2010. — Т. 3. — С. 110—112.
9. Современные высокоэффективные технологии (интенсивная пластическая деформация, прецизионная электрохимическая обработка, модификация поверхностного слоя): учебное пособие / Р.М. Киреев, К.Н. Рамазанов, И.В. Александров, А.Р. Маннапов, А.Н. Зайцев, Н.И. Маркелова. Уфа: УГАТУ, 2011. — 217 с.
10. Темис Ю.М., Дзева И.Ю. Расчёт конструкции бесконтактного пальчикового уплотнения // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. — 2011. — № 5. — С. 142—158.
11. Темис Ю.М., Селиванов А.В., Дзева И.Ю. Расчётное исследование бесконтактного пальчикового уплотнения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). — 2011. — № 3-1. — С. 168—173.
12. Heydrich H. Bidirectional finger seal // Patent US 5031922, 1991.
13. Johnson M.C., Medlin E.G. Laminated finger seal with logarithmic curvature // Patent US 5108116, 1992.
14. Mackay C.G., Wright S. Laminated finger seal // Patent US 5042823, 1991.

СЕКЦИЯ 6.
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ
ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Текутьева Людмила Александровна

*канд. техн. наук, профессор,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: lat7777@mail.ru*

Сон Оксана Михайловна

*канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: oksana_son@bk.ru*

Фищенко Евгения Сергеевна

*канд. техн. наук, доцент,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: evgeniya_goricka@mail.ru*

Ситун Наталья Викторовна

*канд. биол. наук, ведущий технолог ООО «Ратимир»,
г. Владивосток*

USE OF NON-TRADITIONAL INGREDIENTS FOR SAUSAGE

Tekuteva Lyudmila

*ph.D., Professor, Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Son Oksana

*ph.D., Senior Lecturer, Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Fishchenko Evgeniia

*ph.D., Associate Professor, The Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Situn Natalia

*ph.D., Senior Technologist Company "Ratimir",
Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрена возможность использования нетрадиционных ингредиентов (грибов Рейши и Кордицепс) для производства колбасных изделий, в частности их влияние на органолептические показатели мясного фарша.

ABSTRACT

The paper considers the possibility of using non-traditional ingredients (mushrooms Reishi and Cordyceps) for the production of sausages, in particular their impact on the sensory characteristics of ground beef.

Ключевые слова: функциональное питание, функциональные ингредиенты, мясо, грибы, мясной фарш.

Keywords: functional food, functional ingredients, meat, mushrooms, minced meat.

Полноценное питание — это основной фактор, определяющий здоровье человека. Известно, что большая часть населения нашей страны испытывает дефицит микронутриентов в питании, а именно: витаминов, отдельных макро- и микроэлементов, пищевых волокон, незаменимых аминокислот и других соединений. Значимая роль

в восполнении этих веществ принадлежит функциональным продуктам питания.

В последние годы в пищевых технологиях отмечается тенденция разработки и внедрения производства продуктов питания специального назначения, таких, как обогащенные белками, пищевыми волокнами, микроэлементами, витаминами. Все это позволило создать целый ряд новых усовершенствованных технологий и продуктов, значительно расширить их ассортимент.

В мировой практике большой интерес представляют нетрадиционные грибы Рейши, Шийтаки, Майтаки, Кордицепс, Огарик Бразильский, Голова Обезьяны и др.

Состав грибов Рейши — это флавоноиды, сопонины, алкалоиды, полисахариды, водорастворимые белки-протеины, содержащие все незаменимые и наиболее распространенные заменимые аминокислоты и амиды, жиры (в основном ненасыщенные жирные кислоты), минеральные вещества — Ca, Na, Fe, K, Ag, Mn, Zn, Ba, кумарины, аденозин, эргостерол. Этот вид грибов Рейши служит источником группы тритерпеноидов, известных как ганодеровые кислоты, которые имеют молекулярное строение, схожее со стероидными гормонами. Грибы богаты витаминами (В₃, В₅, С и D). В настоящее время Рейши широко культивируется в Китае на субстрате хлопкового производства [3].

Кордицепс встречается в китайских провинциях Ганьсу, Сычуань, Юньнань, Цинхай-тибетского нагорья. Химический состав Кордицепса: аминокислоты (фенилаланин, пролин, гистидин, валин, оксивалин, аргинин, глутаминовая кислота), стеариновая кислота, D-маннитол, кордицепиновая кислота (Кордиципин), эргостерол, урацил, аденин, аденозин, витамин В₁₂, пальмитиновая кислота, ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая и линолевая), холестерол [1].

Прежде всего необходимо определить возможность воздействия грибов на мясной фарш при термической обработке. Подготовлены 2 экспериментальных образца мясного фарша: образец № 1 с грибами Кордицепс и образец № 2 с грибами Рейши по рецептуре, представленной в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептуры мясного фарша

Наименование сырья	Норма, г	
	образец №1	образец №2
Мясной фарш	100	100
Кордицепс	0,02	–
Гриб Рейши	–	0,02
Соль	2	2
Нитрит натрия	1,2	1,2

После термической обработки оценивали варёные образцы по органолептическим показателям, результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние грибов на органолептические показатели мясного фарша после термической обработки

Наименование показателя	Образец	
	Мясной фарш с грибами Кордицепс	Мясной фарш с грибами Рейши
Цвет	Розовато-оранжевый, близкий варёным колбасным изделиям	Тёмно-коричневый, неоднородный не свойственный варёным колбасным изделиям
Консистенция	Упругая	Упругая
Запах	Ярко выраженный грибной, присутствует слабый аромат какао	Менее выраженный аромат грибов
Вкус	Приятный, в меру солёный	Горький не свойственный данному виду продукта

Исследования показали, что имеющие высокие функциональные свойства грибы Рейши не подходят для производства колбасных изделий, так как при термической обработке образуется горький вкус и тёмное окрашивание мясного фарша, хотя в сушённом измельчённом виде грибы Рейши нейтральны.

Грибы Кордицепс не оказывают негативного влияния на мясной фарш, хотя окрашивают мясной фарш в розово-оранжевый цвет, что не естественно для колбасных изделий. Поэтому нами была

поставлена задача выбрать пищевой краситель, способный обеспечить стабильное розовое окрашивание фарша. Для этого мы использовали различные пищевые красители применяемые в колбасном производстве РФ: кармин (Е-120) 0,2 г на 100 г мясного фарша; свекольный колер 0,01 г на 100 г мясного фарша; карамельный колер (Е-150с) 0,1 г на 100 г мясного фарша; красный рисовый (Е-162) 0,3 г на 100 г мясного фарша (СанПиН 2.3.2.1293-03), результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3.

**Взаимодействие красителей с мясным фаршем
в присутствии грибов Кордицепс**

Наименование показателя	Образцы			
	Мясной фарш в присутствии грибов Кордицепс			
	С кармином (Е-120)	С свекольным колером	С карамельным колером (Е-150с)	С красным рисовым (Е-162)
Цвет	Розовое окрашивание свойственное варёным колбасным изделиям	Темно-коричневый	Коричнево-оранжевый	Светло-розовый свойственный варёным колбасным изделиям

Результаты полученных данных таблицы 3 позволяют сделать вывод, что красители: кармин (Е-120) и красный рисовый (Е-162) можно использовать при выработке изделий колбасных варёных с Кордицепсом, а свекольный колер и карамельный колер (Е-150с) не подходят для производства изделий колбасных варёных.

Согласно методике МР 2.3.1.1915-04 «Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», предельно допустимая доза потребления грибов Кордицепс составляет 20 г/сут. Физиологическая норма 10 г/сут.

Основываясь на этих данных рассчитано, что в одной порции колбасного изделия (40—50 г) достаточно будет 10—50 % физиологической нормы функционального ингредиента т. е. 1—5 г Кордицепса, что составляет 2—10 % рецептуры [2]. Выбрано минимальное количество функционального ингредиента грибов Кордицепс 2 %.

Список литературы:

1. Джао Сю Эмин Современное использование китайских грибов [Электронные ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.fungomoscov.ru/main.php?pf=82> (дата обращения 10.12.2012).
2. Скурихин И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. М.: «ДеЛи принт», 2002. — 236 с.
3. Филиппова И.А. Рейши — гриб бессмертия — [Электронные ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.argo-shop.com.ua/article-6427.html>. (дата обращения 10.12.2012).

**ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ
ПРИ ВЫБОРЕ СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС
НА РЫНКЕ Г. ВЛАДИВОСТОКА**

Фищенко Евгения Сергеевна

*канд. техн. наук, доцент,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: evgeniya_goricka@mail.ru*

Газиева Татьяна Николаевна

*студент 5 курса, Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: Gazievi3@yandex.ru*

Гаврилова Наталья Владимировна

*Шеф-технолог ООО «Ратимир»,
г. Владивосток*

Текутьева Людмила Александровна

*канд. техн. наук, профессор,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: lat7777@mail.ru*

Сон Оксана Михайловна

*канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток
E-mail: oksana_son@bk.ru*

CONSUMER PREFERENCES IN CHOOSING SUMMER SAUSAGE MARKET VLADIVOSTOK

Fishchenko Evgeniia

*ph.D., Associate Professor, The Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Gazieva Tatiana

*5th year students, The Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Natalia Gavrilova

*the chief engineer Company "Ratimir",
Vladivostok*

Tekuteva Lyudmila

*ph.D., Professor, Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

Son Oksana

*ph.D., Senior Lecturer, Far Eastern Federal University,
Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является изучение потребительских предпочтений при выборе сырокопченых колбасных изделий.

ABSTRACT

The aim of this work is to study consumer preferences in choosing summer sausages.

Ключевые слова: сырокопченые колбасы, потребительские предпочтения, анкетирование.

Keywords: summer sausage, consumer preferences, questioning.

Мясная промышленность является одной из крупнейших отраслей пищевой промышленности, она призвана обеспечивать население страны пищевыми продуктами, являющимися основным источником белков [1].

Для увеличения объемов выпуска мяса и мясopодуктов ежегодно реконструируются и вводятся в эксплуатацию мясopерерабатывающие предприятия. Постоянно происходит техническое перевооружение и оснащение предприятий мясной отрасли АПК страны современным технологическим оборудованием, новейшей техникой, комплексно механизуются и автоматизируются производства. Все больше используется вычислительная техника [2].

Производство мясных продуктов требует комплексного рационального использования сырья, важным фактором которого является сохранение исходного качества продуктов в процессе переработки. При переработке убойных животных, птицы образуются значительные объемы побочного сырья, которые еще недостаточно полно используются на пищевые цели, в том числе и для выработки колбасных изделий. Усиливает пищевую ценность колбасных изделий и использование растительных белков. Конечно, решение этих задач является возможным на современном производстве, способном комплексно использовать имеющиеся ресурсы.

Совершенствование технологии производства мясных продуктов, расширение ассортимента колбасных изделий способствует более полному удовлетворению потребностей населения.

Сырокопченые колбасы — это изделия в оболочках, приготовленные из мясного фарша, шпика, соли, пряностей и подвергнутые осадке, копчению и сушке; отличаются плотной консистенцией, приятным ароматом и острым солоноватым вкусом. Благодаря значительному обезвоживанию они могут храниться длительное время. При огромном ассортименте сырокопченых колбасных изделий, представленном в магазине, иногда очень трудно сделать выбор, ведь важно, чтобы продукт был не только вкусным, но и безопасным. По данным последних исследований, в России растет количество потребителей, которые не просто выбирают продукты по внешнему виду, а внимательно вчитываются в этикетку: их интересуют сроки годности продукта, наименование завода производителя и, конечно, состав.

Сырокопченые изделия являются одним из самых дорогостоящих продовольственных продуктов среди колбасных изделий. Как правило, содержание мяса, по сравнению с другими видами колбас, больше, технология производства сложнее, цена выше. В соответствии с этим можно сказать, что именно этот продукт является своеобразным деликатесом, соответственно подход потребителей к покупке данного продукта является более тщательным и основательным.

С целью выявления потребительских предпочтений при выборе сырокопченых колбасных изделий было проведено анкетирование потребителей.

Основными покупателями сырокопченых колбас являются женщины. Их доля составляет 58 % от общего числа опрошенных, а доля мужчин — 42 %.

Большая часть потребителей сырокопченых колбас относятся к категории служащих и рабочих.

Подобная структура потребления объясняется структурой населения города по сферам занятости.

Большую часть опрошенных 39 % составляют респонденты среднего возраста от 35 до 45 лет.

При выяснении уровня доходов респондентов, приобретающих сырокопченую колбасу, установлено, что нет прямой зависимости частоты потребления от величины дохода. Большая часть респондентов 35 % покупает сырокопченую колбасу по праздникам — это примерно 4—6 раз в год. Почти столько же респондентов 33 % совершают покупку 1 раз в месяц, 16 % «балуют» себя сырокопченной колбасой всего один раз в год, 9 % — раз в неделю, а 7 % респондентов вообще не покупают данный продукт.

При этом объем разовой покупки составляет 400—600 гр.

Среди приоритетных видов сырокопченной колбасы потребители выбирают сервелат 32 %, брауншвейгскую 14 %, зернистую 14 %. Не обращают внимания на вид колбасы 16 %. Основными критериями при покупке сырокопченых колбас являются их вкусовые качества, состав сырья и цена.

Потребители отдают предпочтение таким производителям сырокопченной колбасы как «Доброе дело» 32 %, «Микоян» 21 %, Ратимир 16 % и другим производителям 17 %.

Установлено, что основными местами покупки сырокопченых колбас являются супермаркеты 53 %, в которых наиболее насыщенный и разнообразный ассортимент выбора колбасных изделий и всего лишь 8 % приходится на фирменные магазины производителей.

Информацией на упаковке интересуются большая часть опрошенных 39 % полностью ей удовлетворены, 24 % не получают полной информации о товаре, при этом значительная часть покупателей не обращают на эту информацию особого внимания 30 %.

Большинство респондентов 30 % отдают предпочтения определенному сорту колбасы, 28 % — любят разнообразие и покупают новые виды сырокопченной колбасы. 14 % респондентов приобретают сырокопченые колбасы в зависимости от наличия денежных средств

и 21 % не раздумывают над покупкой и приобретают из имеющегося ассортимента.

Список литературы:

1. Лисицын А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын. М.: ВНИИМП, 2009. — 282 с.
2. Милюков П.С. Колбасная оболочка с антибактериальной обработкой для предотвращения плесневения колбас / П.С. Милюков // Мясная индустрия. — 2011. — № 5. — С. 30—33.

СЕКЦИЯ 7.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЙЛОКА

Болатова Джамия Гайдарбековна

*ассистент каф. дизайна, Северо-Кавказская государственная
гуманитарно-технологическая академия,
г. Черкесск*

E-mail: dgamilia87@mail.ru

TECHNOLOGY OF FELT

Bolatova Dzhamilya Gaydarbekovna

*assistant department of design,
North Caucasian State Technological Academy of Humanities,
Cherkessk*

АННОТАЦИЯ

Этапы производства. Назначение. Виды.

ABSTRACT

Stages of production. Purpose. Species.

Ключевые слова: мокрое валяние, сухое валяние.

Keywords: wet felting, dry felting.

Материал, получаемый в процессе валяния, и обладающий хорошими звукоизоляционными и теплоизоляционными свойствами, называется войлок (происходит от тюркского "ojlyk" — покрывало). Войлок является уплотнительным, прокладочным материалом. Валяние-это технологическая последовательность получения войлока, при котором образуется материал за счет сцепления и переплетения волокон. Шерстяные волокна имеют чешуйчатый слой, и это позволяет волокнам сцепляться между собой под действием пара или горячей воды,

растворов кислот или щелочи, сокращаться, тем самым создавая более прочные связи между волокнами. Также процесс валяния шерсти называется войлоковалением.

В процессе войлоковаления изготавливаемое изделие уменьшается в размерах (усаживается), соответственно растет прочность изделия и его плотность. Усадка войлока варьируется от 30 до 80 процентов, плотность имеет максимальное значение на уровне 0,55 г/см³. При увеличении плотности наступает перенапряжение волокон и изделие разрушается.

Этапы войлоковаления:

1. Разрыхление шерсти
2. Смешивание и замасливание смеси
3. Изготовление основ
4. Уплотнение и пропитывание основ
5. Отделка.

В начале шерстяные волокна на специальных щипальных и трепальных аппаратах разрыхляют. Затем подготовленная шерсть попадает в смесовые аппараты, где ее замасливают и смешивают. Третий этап войлоковаления — это получение ваты на чесальных аппаратах. В ходе процесса слои накладываются друг на друга, формируя заготовку больше необходимого размера. После этого заготовка попадает на свойлачивающие аппараты с подвижными плитками, прогретыми до необходимой температуры, где основу уплотняют, затем пропитывают раствором кислоты или щелочи. На валяльных машинах подготовленные изделия уменьшают (уваливают) до необходимого размера и плотности. В ходе обработки после очередного этапа заготовку вытягивают, равняя на специальных аппаратах для растягивания. Отделка включает в себя шлифовку, очищение от ворсинок, прессование, обрезку и аппретирование [1, с. 8—13].

Виды войлока:

1. Шерстяной
2. Полушерстяной
3. Минеральный (из минеральной ваты)
4. Химический (из химических волокон)

Назначение войлока:

1. Технический (грубошёрстной, полугрубый, тонкошёрстный)
2. Бытовой (подошвенный, обувной, шорный)
3. Строительный.

Существует две техники валяния: мокрое валяние и сухое валяние.

Мокрое валяние является традиционным способом изготовления войлока.

Материалы и инструменты, необходимые для мокрого валяния:

1. Шерсть.

Виды шерсти для валяния:

- остевая шерсть (используется для валяния грубых изделий, не контактирующих напрямую с нежной кожей, например валенок, полусапог, сумок);

- сливер (расчёсанная овечья шерсть, без остевых волосков чаще всего неокрашенная, используется для набивания игрушек, создания основы изделия, с последующим наложением шерсти других цветов);

- очес (чес шерсти, состоящий из мелких волосков, используется для валяния полотна, фетра, мягкого войлока);

- -выбеленка (чес овечьей шерсти, вытянутая и выбеленная, используется в качестве светлого тона, и для домашнего окрашивания);

- верблюжья (расчесанная шерсть верблюда, используется для валяния игрушек и др. изделий без использования шерсти-основы);

- ангора или мохер (шерсть ангорской козы, с шелковистым блеском. Используется для декора и отделки изделий);

- полутонкая шерсть (пуховые волосы от 25 до 29 микрон в диаметре (тонине) используется для сухого и мокрого валяния, для отделки изделий и декора);

- тонкая шерсть (пуховые волосы от 19 до 25 микрон в диаметре (тонине) используется для сухого и мокрого валяния, для отделки изделий и декора);

- топс (пуховые волосы до 19 микрон в диаметре (тонине) используется для сухого и мокрого валяния, самая дорогая шерсть);

По выделке шерсть делят на вату (короткие волокна) и гребенную ленту (длинные волокна, расчесанные и уложенные в виде ленты от 1 метра длиной).

2. Горячая вода.

3. Мыло (лучше всего использовать специальное мыло для валяния, в крайнем случае детское мыло. Использовать жидкое мыло не желательно, содержащийся пенообразующий лаурилсульфат натрия вызывает сильное раздражение кожи и аллергические реакции при длительном воздействии на кожу).

4. Коврик (можно использовать рифленый резиновый коврик, бамбуковые коврики, жесткий кусок ковровина или упаковочный

воздушно-пузырчатый полиэтилен, наиболее доступный и недорогой материал).

Мокрое валяние подразумевает обильное использование воды, что может оказать негативное воздействие на поверхности и материалы, которые не переносят влагу. Освоив базовые навыки мокрого валяния можно создавать изделия как плоских форм (ковры, панно, картины), так и полуобъемные войлочные изделия с применением форм-макетов (сумки, кошельки, шапки, шляпы, обувь). Техника мокрого валяния широко используется при изготовлении украшений и декоративных предметов интерьера, таких как: вазы, войлочные цветы, гирлянды и многое другое.

Сухое валяние, или же фильцевание (на английском «needle felting») — это античное искусство, дошедшее до наших дней, датируемое временами Римской империи. Эта техника использовалась римлянами, как для изготовления теплой водостойкой одежды, так и для нанесения декоративных рисунков на различные тканые поверхности. Сейчас фильцевание широко применяется для нанесения различных рисунков на ткань или же для создания сложных войлочных форм, таких как игрушки.

Материалы и инструменты, необходимые для сухого валяния:

1. Игла.

Иглы имеют несколько параметров, по которым их можно классифицировать: толщина, вид сечения, количество зубцов

Толщина (размер) является основным параметром. Толстые иглы применяются на начальном этапе, ими обычно формируется первоначальная форма объекта, иглы средней толщины на основном этапе, а тонкой иглой дорабатываются формы и линии.

Иглы для сухого валяния бывают нескольких видов сечения. Основные: треугольное, корончатое, звездчатое.

Иглы с треугольным сечением используются на этапе основной работы с изделием. Зазубрины распределяются по всей рабочей поверхности, а простота формы позволяет легко проходить игле в изделие, ускоряя процесс сваливания.

Звездчатое сечение применяется в основном на финальном этапе работы, например, когда необходимо отполировать поверхность изделия.

Иглы с корончатым сечением имеют зазубрены лишь на конце острия. Благодаря этому, игла не способна деформировать изделие, соответственно используется для приваливания декоративных элементов, узоров к изделию.

2. Иглодержатель.

Иглодержатель — это, как правило, деревянная или пластиковая ручка, в которую вставляются фильцевальные иглы, от одной до нескольких сразу.

3. Поверхность (поролоновая подложка или специальный матик) [2, с. 1].

Войлоковаление — яркое, самобытное явление мировой культуры, одновременно обладающее устоявшимися традициями и значительным потенциалом развития новых технологий [3, с. 20].



Рисунок 1. Изделия в технике сухого валяния

Список литературы:

1. Масалимов Т.Х., Ахадуллин В.Ф. Художественный войлок: учеб. пособие. Уфа, 2007. — 112 с.
2. Основные техники валяния из шерсти // Статья. — 2011. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://inhandmade.ru/vojlokovalyanie/osnovnye-tehniki-valyaniya-iz-shersti.html> (дата обращения 25.08.2013).
3. Шайтанова М.М. Войлоковаление — от ремесла к искусству // Исследовательская работа, Кафедра теории и методики обучения изобразительному искусству и дизайна костюма Волгоград, 2010. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.livemaster.ru/topic/43703-moya-studencheskaya-rabota-po-vojloku> (дата обращения 28.08.2013).

СЕКЦИЯ 8.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРНОГО КОНТРОЛЯ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ FREEDUINO

Соловьев Александр Михайлович

*соискатель Государственного университета-УНПК,
г. Орел*

E-mail: solowjevam@mail.ru

IMPLEMENTATION OF STRUCTURAL CONTROL ON MIKROKONTROLER FREEDUINO

Alexander Soloviev

*applicant State University-UNPK,
Orel*

АННОТАЦИЯ

Предложен вариант построения системы моделирования структурного контроля на микроконтроллере.

ABSTRACT

A variant of the construction of the system modeling the structural control on the microcontroller

Ключевые слова: структурный контроль, микроконтроллер, микропроцессор.

Keywords: structural control, microcontroller, microprocessor.

В настоящее время усилители низкой частоты (УНЧ) являются одним из основных узлов различной аппаратуры в устройствах автоматики, вычислительной и телекоммуникационной техники [4]. Повышение качества функционирования УНЧ, предназначенных для усиления и коррекции сигналов в низкочастотной части аппаратуры

каналообразования, немыслимо без своевременного анализа их технического состояния посредством контроля — одной из функций процесса управления, заключающегося в оценке величины контролируемого параметра и выявления его отклонений от требуемых значений [2].

Несмотря на большое разнообразие видов контроля [1], проверка усилителей, как правило, происходит в режиме извлечения из аппаратуры каналообразования, что прерывает работу тракта приема-передачи и не решает задачи предупреждения выхода контролируемых параметров усилителя за установленные границы.

Предварительный анализ показывает, что отмеченные ограничения не позволяют предотвратить переход усилителя в неработоспособное состояние, а, значит, актуальным становится проведение структурного контроля, являющегося контролем процесса функционирования усилителя и, собственно контролем отдельных его структурных элементов (проф. В.И. Раков, 2005 [3]).

Практическая реализация структурного контроля усилителей осложняется необходимостью вывода измерительной информации от большого числа контрольных точек, отражающей техническое состояние структурных элементов тестируемого усилителя. Решением может стать размещение на плате усилителя встроенного микроконтроллера, обеспечивающего непосредственное получение или накопление информации о состоянии усилителя и составляющих его усилительных каскадов для последующей обработки и вывода на цифровое табло.

Современные микроконтроллеры позволяют снимать измерительную информацию со множества контрольных точек усилителя, выполнять математические функциональные преобразования, такие как отношение зависимостей двух величин, что выгодно отличает их использование от применения традиционных измерительных приборов, а малые габаритные размеры микроконтроллеров являются решающим фактором и единственно возможным решением для практической реализации структурного контроля усилителей на их основе.

Очевидно, что основная функция применения микроконтроллера для реализации структурного контроля УНЧ в целом и отдельных его усилительных каскадов является отслеживание динамики изменения текущего показателя функционирования, например, коэффициента усиления по напряжению:

$$K_U = \frac{U_H}{U_{ВХ}}, \quad (1)$$

где: U_n — напряжение на нагрузке усилителя (усилительного каскада);

$U_{вх}$ — напряжение на входе усилителя.

Отслеживание во времени коэффициента усиления по напряжению позволит заранее выявить зарождающиеся нежелательные изменения в структуре УНЧ и тем самым заблаговременно уделить повышенное внимание возможностям появления предаварийных ситуаций. В настоящее время однокристалльные микроконтроллеры обладают достаточным быстродействием, чтобы на программном уровне обеспечить динамический режим измерения коэффициента усиления по напряжению, а использование флэш-памяти программ позволяет не привязывать микроконтроллер для измерения параметров определенных типов усилителей.

На рисунке 1 представлена структурная схема измерительной системы, построенная на микроконтроллере, реализующая структурный контроль усилителя.

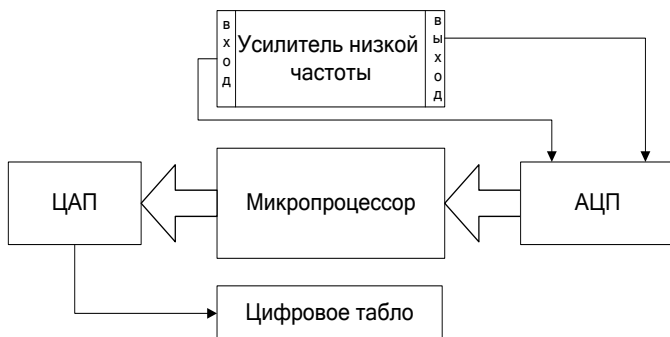


Рисунок 1. Структурная схема измерительной системы структурного контроля УНЧ

Ввод входных и выходных сигналов усилителя для последующей обработки в микропроцессоре осуществляется с помощью АЦП. Вычисление коэффициента усиления усилителя осуществляется согласно выражению (1) с последующим выводом результатов вычислений на цифровое табло с помощью ЦАП.

В качестве микроконтроллерных измерительных систем для реализации структурного контроля могут быть *Texas Instrumentals (TI)*, *Freeduino* и *CraftDuino*, сравнительная характеристика которых приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика микроконтроллерных измерительных систем для реализации структурного контроля

Характеристика	<i>TI LaunchPad</i>	<i>FreeDuino</i>	<i>CraftDuino</i>
Микропроцессор	<i>MSP430G2553</i>	<i>ATMega 328</i>	<i>ATMega 328</i>
Частота	16 МГц	16 МГц	16 МГц
Flash	16 кБайт	32 кБайт	32 кБайт
RAM	512 Бит	2 кБайт	2 кБайт
Цифровые I/O	8	14	14
Аналоговые I/O	8	6	6
Цена платы	\$ 4,3	~ \$ 30	~ \$ 23

Несмотря на более низкую стоимость микроконтроллерных измерительных систем *Texas Instrumentals* и *CraftDuino*, к достоинствам *FreeDuino* которой относятся отсутствие программатора и стандартное расположение выводов.

Кроме того, измерительная система *FreeDuino* очень популярна в мире, применяется для создания измерительных систем с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к УНЧ. Применение в составе *FreeDuino* процессора *ATmega*, удачно воплощает современные тенденции безаккумуляторной *RISC*-архитектуры микроконтроллеров, что в сочетании с достижениями фирмы *Atmel* в области создания *flash*-памяти сделало его весьма популярным на мировом рынке микроконтроллеров.

Отмеченные особенности микроконтроллерной измерительной системы *FreeDuino*, а также отсутствие влияния на результаты измерений коэффициента усиления по напряжению исследуемого усилителя обуславливают ее выбор для реализации структурного контроля УНЧ.

Так, входное сопротивление аналоговых входов *FreeDuino* (более 1 МОм), соответствует заявленным требованиям на сопротивления входных цепей измерительной системы (график на рис. 2), полученным на основе анализа принципиальной схемы исследуемого УНЧ (рис. 3) и его математической модели:

$$K_U = - \frac{R_4 \cdot h_{21}(r_{32} + R_6)}{[R_4 + h_{21}(r_{32} + R_6)] \cdot (r_{31} + R_3)} \cdot \frac{R_8 \cdot h_{21} \cdot [r_{33} \cdot (R_9 + R_{\text{вх.4}}) + R_9 \cdot R_{\text{вх.4}}]}{(R_9 + R_{\text{вх.4}}) \cdot (r_{32} + R_6)} \cdot \frac{R_9 \cdot R_{\text{вх.4}}}{r_{34} \cdot (R_9 + R_{\text{вх.4}}) + R_9 \cdot R_{\text{вх.4}}} \cdot \frac{R_{11} \cdot R_{\text{вх.}} / n_1^2 (R_{11} + r_{34})}{R_{11} + R_{\text{вх.}}} \quad (2)$$

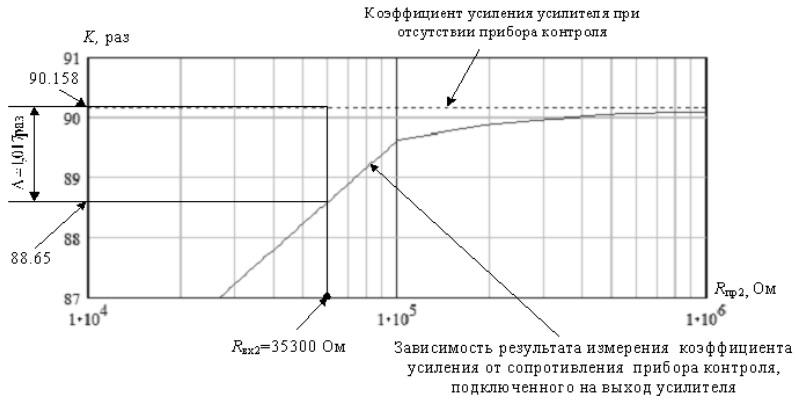


Рисунок 2. График зависимости коэффициента усиления по напряжению от сопротивления входных цепей прибора контроля, подключенного на выход усилителя

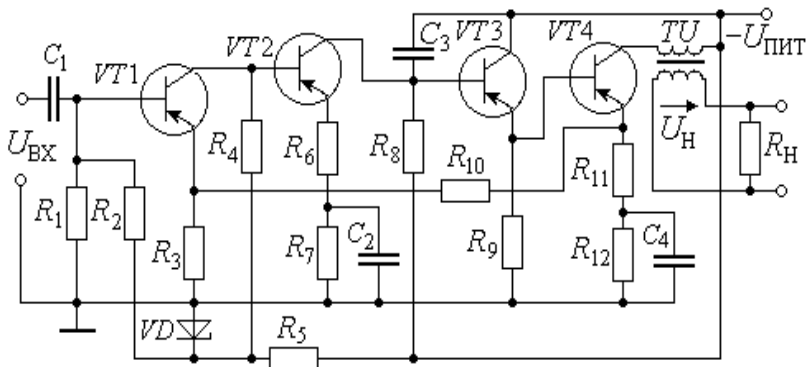


Рисунок 3. Принципиальная схема усилителя низкой частоты

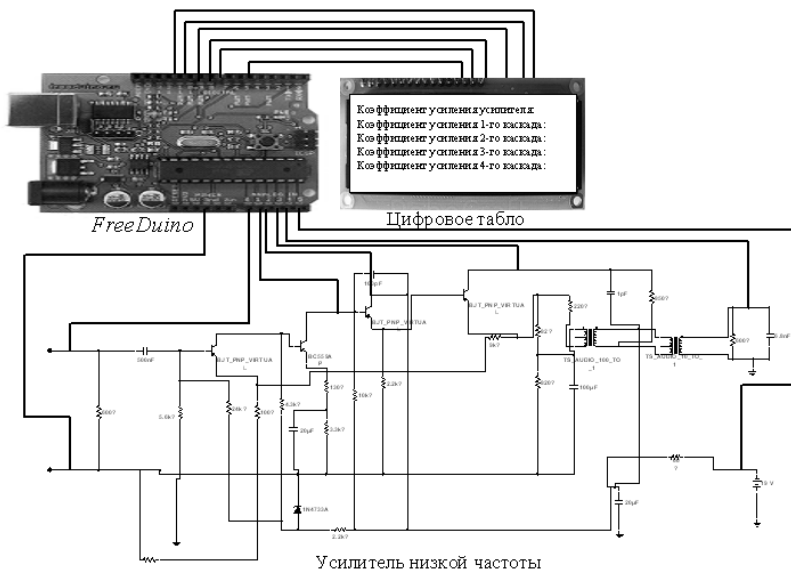


Рисунок 4. Реализация структурного контроля УНЧ с использованием микроконтроллерной измерительной системы FreeDuino

Реализация структурного контроля УНЧ на основе микроконтроллерной измерительной системы *FreeDuino* представлена на рисунке 4.

Написанная программа для измерения коэффициента усиления преобразуется в программу на языке *C/C++* и затем компилируется компилятором *AVR-GCC*. Ввод сигнала с входа и выхода усилителя, а также с четырех усилительных каскадов для последующей процессорной обработки осуществляется с задействованием 6-ти каналов АЦП, рассчитанных на 10 бит каждый с использованием функции *analogRead*. Напряжение усилителя от 0 до 1,2 В преобразовывается в целочисленное значение от 0 до 1023 с разрешающей способностью: $1,2 \text{ В} / 1024 \text{ значений} = 0,00117 \text{ В/значение}$ (1,17 мВ).

После вычисления в микропроцессоре коэффициентов усиления с использованием выражения (1), с помощью функции *analogWrite* осуществляется вывод на цифровое табло через выходные порты 3, 5, 6, 9, 10, и 11 значений измеренных коэффициентов усиления.

Таким образом, структурный контроль может быть реализован на основе микроконтроллерной измерительной системой *FreeDuino*, которая, в отличие от традиционных измерительных приборов, позволяет контролировать одновременно коэффициент усиления усилителя и четырех его усилительных каскадов, а также обладает достаточной разрешающей способностью для проведения измерений.

Список литературы:

1. ГОСТ 16504-81. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
2. Машиностроение: Терминологический словарь / Под общ. Ред. М.К. Ускова, Э.Д. Богданова М.: Машиностроение, 1995. — с. 592.: ил.
3. Раков В.И. О структурном контроле технических средств управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, — 2005. — № 12. — С. 40—47.
4. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения: Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., испр. М.: Горячая линия — Телеком, 2009. — 592 с.: ил.

СЕКЦИЯ 9.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЭТАПЕ ГОНКА ДВИГАТЕЛЕЙ

Голубева Анна Олеговна

аспирант,

Новосибирского государственного технического университета,

г. Новосибирск

E-mail: golubevaa@ngs.ru

SIMULATION OF DISTRIBUTION OF POLLUTANTS FROM AIRCRAFT AT THE STAGE THE RACE ENGINES

Golubeva Anna

the graduate student, Novosibirsk state technical university,

Novosibirsk

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрен этап эксплуатации воздушных судов — гонка двигателей. Проведен расчет уровня загрязнения, полученного в результате данного этапа, на основе численного решения уравнения, описывающего распространение примесей за счет диффузии и переноса воздушным массами. Для анализа механизма взаимодействия струй и влияния на них ветра предложен подход на основе использования коммерческих пакетов программ.

ABSTRACT

We consider a stage operation of the aircraft - the race engines. The calculation of the level of pollution that results from this phase, based on the numerical solution of equations describing the propagation of impurities due to the diffusion and transport of air masses. To analyze the mechanism of interaction between the jets and the impact on them of the wind an approach based on the use of commercial software packages.

Ключевые слова: воздушные суда; двигатели; эмиссия загрязняющих веществ; струя; математическое моделирование; уровень загрязнения; гонка двигателей.

Keywords: aircraft; engines; the emission of pollutants; jet; mathematical modeling; the level of pollution; the race engines.

За последние десятилетия резко возросло участие воздушных судов в пассажиро- и грузоперевозках. Это неизбежно ведет к увеличению мирового авиационного парка и, как следствие, к дополнительному вниманию со стороны экологических служб.

В первую очередь возникает вопрос об определении уровня загрязнения, полученного в результате сгорания авиационного топлива на территориях аэропортов, аэродромов и прилегающих к ним территориях. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) ограничивает выброс следующих основных загрязняющих веществ: оксидов углерода (COx), оксидов азота (NOx), сажи (NS), несгоревших углеводородов (CnHm) [4]. Именно ограничения концентрации определяют границу, безопасную для проживания людей или иначе размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ). В Санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах отмечается, что территория СЗЗ устанавливается в каждом конкретном случае на основании расчетов [7]. Существуют различные методы мониторинга и анализа степени загрязнения атмосферного воздуха, полученного в результате сгорания авиационного топлива.

Общепризнанной и используемой методикой является разработанная ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» ЗАО «Центр экологической безопасности гражданской авиации» [6]. Она основана на использовании индексов эмиссии, — отношение количества граммов загрязняющего вещества на килограмм сгоревшего топлива. Однако в расчете используются полуэмпирические соотношения и не учитывается ряд факторов, таких как: движение воздушного судна по взлетно-посадочной полосе

(ВПП), метеорологические условия, преобладающие на территории конкретного аэропорта или аэродрома.

Степень загрязнения прилегающих к аэродромам и аэропортам территорий может быть так же оценена на основании экспериментальных исследований с последующим расчетом индексов эмиссии по полуэмпирическим соотношениям согласно методике Министерства транспорта России [5]. В этом случае более точно определяется количество загрязняющих веществ в конкретном месте, в определенное время суток, но не отражается картина изменения концентрации на разных этапах взлетно-посадочного цикла, когда их разовые значения могут быть максимальными. При данном подходе также не отслеживается траектория движения самолета по аэродрому, скорость и направление ветра [1]. Полученный результат предстает в количественном виде, без информации о распространении шлейфа загрязняющих веществ на территории аэродрома и прилегающих к нему территориях, так же не учитывается взаимодействие реактивных струй с атмосферным воздухом.

Методика, предложенная О.А. Каргышевым и Ю.В. Медведевым [3] позволяет рассмотреть весь цикл рассеивания загрязняющих веществ «от выброса посредством реактивной струи двигателя ВС [воздушного судна] до рассеивания образовавшегося облака ЗВ в атмосфере» [3, с. 72]. Однако, использованная в работе модель, вызывает серьезные вопросы.

В работе [2] приведено численное моделирование в двумерной постановке рассеивания в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ от движущегося воздушного судна на различных этапах взлетно-посадочного цикла.

ИКАО выделяет следующие этапы: руление, взлет, набор высоты до 900 м, заход на посадку с 900 м, посадка, руление после посадки. Но существует еще один немало важный этап эксплуатации самолета, — гонка двигателей — проверка работоспособности силовых установок летательного аппарата. На данном этапе двигатели попеременно работают на всех режимах от малого газа до максимальной тяги. Время работы на соответствующих режимах строго фиксировано. Площадки, на которых происходит гонка двигателей, оборудованы специальными газоотбойниками, что является преградой для реактивной струи и, соответственно, загрязняющих веществ.

В качестве примера, рассмотрим расчет, по представленной в работе [2] математической модели распространения загрязнений от этапа гонка двигателей самолета Ан-12. В данной работе проводится численное решение уравнения, записанного для массовых

или объемных концентраций загрязнения, которое описывает процесс распространения примеси за счет переноса воздушными массами и диффузией. Уравнение так же включает в себя источниковый член. Перемещение источника загрязнения описывается уравнениями движения. В качестве метода численного решения используется метод продольно-поперечной прогонки.

В таблице 1 приведены характеристики двигателя самолета Ан-12.

Таблица 1.

Характеристики двигателя

Тип двигателя	Количество двигателей	Скорость истечения выхлопных газов на срезе сопла, км/ч	Расстояние между двигателями, мм	Диаметр среза сопла двигателя, мм
АИ-222-25	4	850	4500	450

В таблице 2 представлены индексы эмиссии для различных режимов двигателя.

Таблица 2.

Индексы эмиссии для различных режимов двигателя АИ-222-25

Этап	Индексы эмиссии, [г/кг]			
	Оксиды углерода CO_x	Угле-водороды C_nH_m	Оксиды азота NO_x	NS (сажа)
Максимальный режим	2,35	0	11,75	0,270
0,6 М	3,7	0	7,6	0,185
0,3 М	12,0	0	5,7	0,145
Крейсерский режим	7,7	0	6,6	0,154
Малый газ	77,3	12,2	2,04	0,104

График гонки приведен на рисунке 1.

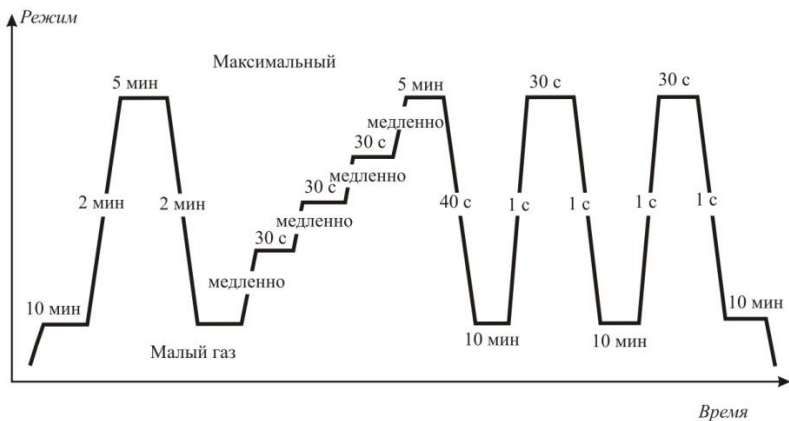


Рисунок 1. График гонки двигателя

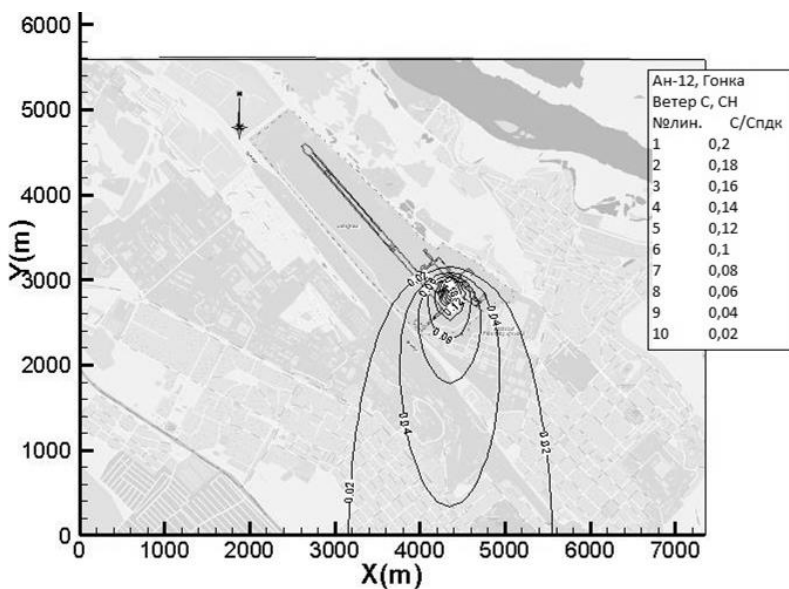


Рисунок 2. Изолинии распределения суммарной концентрации примеси C_xH_y при гонке двигателей в горизонтальной расчетной области на уровне 2 м от земли при северном направлении ветра

В результате расчета получены изолинии распределения суммарной концентрации примеси C_xH_y при гонке двигателей

в горизонтальной расчетной области на уровне 2 м от земли при северном направлении ветра, рисунок 2.

Однако, при данном упрощенном подходе невозможно увидеть как струя, истекая из сопла при различных режимах работы двигателя, реагирует с газоотбойниками, какое влияние на нее оказывает ветер. И так как самолет, как правило, оснащен несколькими двигателями, возникает вопрос о взаимодействии струй друг с другом.

Для решения задачи обратимся к современным вычислительным комплексам, которые позволяют наглядно воссоздать модель струи и увидеть процессы, происходящие в ней. Одним из широко используемых программных продуктов является ANSYS Fluent. Это мощнейший программный комплекс, позволяющий моделировать течение жидкости и газов с учетом турбулентности, теплообмена и химических реакций. Интеграция ANSYS Fluent в среду Workbench позволяет осуществлять двустороннюю связь с CAD-системами. Это позволяет в процессе расчета детализировать и оптимизировать модель [1].

В основе решения заложены уравнения Навье-Стокса [8]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f}, \\ \nabla \cdot \vec{v} = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где: ∇ — оператор Гамильтона;

Δ — оператор Лапласа;

t — время;

ν — коэффициент кинематической вязкости;

ρ — плотность;

p — давление;

$\vec{v} = (v^1, \dots, v^n)$ — векторное поле скоростей;

\vec{f} — векторное поле массовых сил.

В качестве первого приближения рассмотрим истечение выхлопных газов из сопел самолета Ан-12, на основе модели, представляющей собой плоскость с имитацией четырех двигателей самолета, расположенных в соответствии с данными, приведенными в таблице 1, рисунок 3.

Ansys Workbench представляет собой конечно-элементный программный продукт и для получения результата необходимо созданную расчетную область разбить на конечные элементы, — создать сетку, рисунок 3.

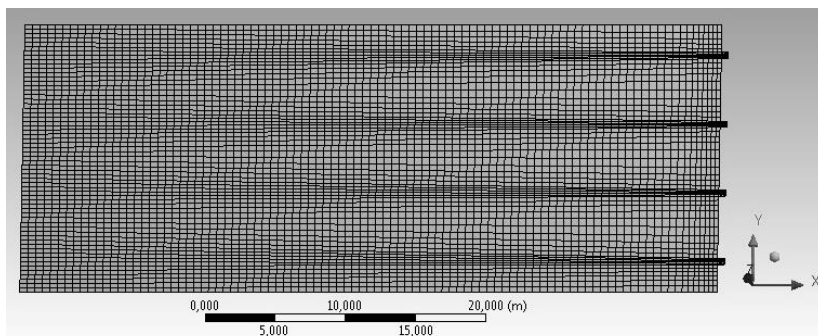


Рисунок 3. Конечно-элементная модель 4-х двигателей

Существуют различные модели для расчета турбулентных течений, которые преобразуют систему уравнений (1). При решении поставленной задачи примем тип модели турбулентности k-ε. В этой модели уравнения движения преобразуется к виду, в котором добавлено влияние флуктуации средней скорости (в виде турбулентной кинетической энергии) и процесса уменьшения этой флуктуации за счёт вязкости (диссипации) и решается два дополнительных уравнения для транспорта кинетической энергии турбулентности и транспорта диссипации турбулентности. В качестве модели используем «species transport». При расчете используется уравнение энергии.

Граничными условиями на срезе сопла выступает скорость истечения струи, в соответствии с данными, приведенными в таблице 1, на остальных границах расчетной области используются «мягкие» граничные условия.

Полученное первое приближение, рисунок 4, позволяет в дальнейшем детализировать задачу о распространении загрязняющих веществ при режиме гонка двигателей. Усложняя задачу, могут быть получены рекомендации по установке щитков и получение более качественной картины уровня загрязнения при данном этапе эксплуатации воздушных судов.

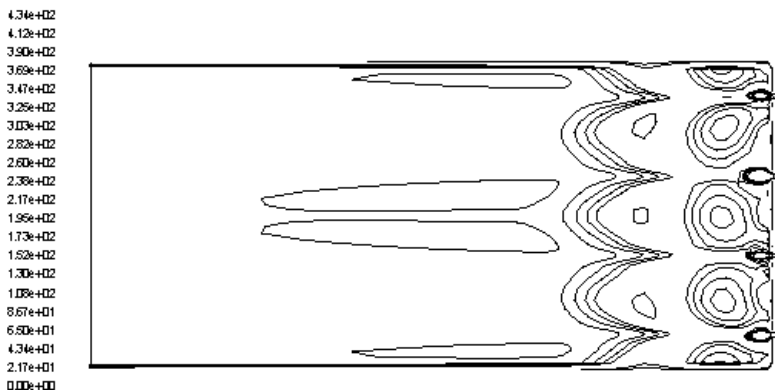


Рисунок 4. Распределение скорости на срезе сопел

Список литературы:

1. Голубева А.О. Использование упрощенной модели для оценки рассеивания выбросов от воздушных судов // Материалы XVIII международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (Алушта, 22—31 мая 2013 г.). — МАИ, — 2013. — С. 717—719.
2. Голубева А.О., Коротаева Т.А., Ларичкин В.В. Математическое моделирование рассеивания выбросов от воздушных судов на приаэродромных территориях // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, часть 1. Саратов, 2013. — С. 169—172.
3. Каргышев О.А., Медведев Ю.В. Расчет концентраций загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников аэропортового комплекса // Авиационный экологический вестник. М., 2009. — С. 71—76.
4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Приложение 16 ИКАО, т. 2 «Эмиссия авиационных двигателей». 2008. — 118 с.
5. Методика контроля загрязнения атмосферного воздуха в окрестностях аэропорта. Минтранс России ГосНИИ ГА. М., 1992. — 39 с.
6. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ двигателями воздушных судов гражданской авиации. ФГУП ГосНИИ ГА, ЗАО ЦЭБ ГА. М., 2007. — 21 с.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. 2010. — 77 с.
8. Темам Р. Уравнения Навье-Стокса. Теория и численный анализ. — 2-е изд. / Р. Темам. М.: Мир, 1981. — 408 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»

Сборник статей по материалам
XXXV международной заочной научно-практической конференции

№ 8 (21)

Сентябрь 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 10.09.13. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8,75. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3