

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ,  
ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА**

Материалы VI Международной  
интернет-конференции молодых ученых,  
аспирантов, студентов  
(01 ноября 2014 г. – 30 ноября 2014 г.)

Пермь 2015

УДК 685.325.05

Представлены работы молодых ученых, аспирантов, а также лучшие работы студентов.

Конференция посвящена вопросам системных исследований и моделирования, информационно-измерительных и управляющих систем, систем телекоммуникации и связи, энергетики и энергоресурсосбережения, информационных технологий и средств автоматизации, аппаратно-программного обеспечения информационно-управляющих систем.

Публикуемые результаты исследований могут быть интересны молодым исследователям, преподавателям и специалистам, интересующимся теоретическими и прикладными разработками в данной предметной области.

**Редакционная коллегия:**

*А.М. Костыгов*, доцент, канд. техн. наук;

*Б.В. Кавалеров*, доцент, д-р техн. наук;

*А.В. Кычкин*, доцент, канд. техн. наук (отв. редактор);

*А.Б. Петроченков*, доцент, канд. техн. наук;

*Н.М. Труфанова*, профессор, д-р техн. наук;

*Р.А. Файзрахманов*, профессор, д-р экон. наук;

*А.Г. Щербинин*, профессор, д-р техн. наук;

*А.А. Южаков*, профессор, д-р техн. наук

**Рецензент**

д-р техн. наук, профессор, генеральный директор ОАО «НИИУМС» *В.Н. Аликин*

**Секция 1**  
**ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ**  
**В ЭНЕРГЕТИКЕ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

## **GREEN COMPUTING. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА**

**Студенты Р.А. Андреев, П.А. Феофилова,  
заслуженный изобретатель Российской Федерации,  
д-р техн. наук, профессор С.Ф. Тюрин**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В работе исследуются основные идеи экологичного использования компьютерной техники. Рассматриваются подходы для продвижения концепции экологически ориентированной компьютерной техники. Разрабатываются возможные варианты экологичного использования компьютера пользователями и организациями.

**Ключевые слова:** экологически ориентированная компьютерная техника, энергосбережение, экологичное использование ресурсов.

## **GREEN COMPUTING. BASIC PRINCIPLES AND ADVANTAGES**

**Students R.A. Andreev, P.A. Feofilova,  
Honored Inventor of the Russian Federation,  
Doctor of Technical Sciences, Professor S.F. Tyurin**  
Perm National Research Polytechnic University

In this paper main ideas of green computing are investigated. Approaches for promoting green computing concepts are considered. Tactics for making computing usage more green by average users and organizations are developed.

**Keywords:** green computing, energy saving, environmentally friendly resource usage.

Green computing – это экологичное использование компьютерной техники. В более широком смысле подразумевает изучение проектирования и производства с использованием и ликвидацией устройств так, чтобы уменьшить их влияние на окружающую среду. Понятие Green Computing также известно как «зеленые» информационные технологии.

Многие производители и поставщики информационных технологий продолжают вносить вклад в разработку энергоэффективных устройств, сокращая использование опасных материалов и увеличивая вторичную переработку цифровых устройств и бумаги. Экологичное использование компьютерной техники берет начало в 1992 г., когда Агентство по охране окружающей среды США учредило про-

грамму EnergyStar, которая предназначена для увеличения энергоэффективности мониторов, оборудования климат-контроля и другой компьютерной техники.

Применение экологически ориентированных информационных технологий включает в себя разработку принципов экологически устойчивого производства, энергоэффективных компьютеров и улучшенных процессов утилизации.

Для продвижения концепции экологически ориентированной компьютерной техники на всех возможных уровнях используются четыре взаимодополняющих подхода:

- экологичное использование (Green Use): минимизация потребления электроэнергии компьютерами и их периферийными устройствами, использование их экологически безопасным способом;

- экологичная утилизация (Green disposal): перепрофилирование существующего компьютера или правильное распоряжение нежелательным электронным оборудованием;

- экологичное проектирование (Green design): проектирование энергоэффективных компьютеров, серверов, принтеров, проекторов и других цифровых устройств;

- экологичное производство (Green manufacturing): минимизация отходов при производстве компьютеров и других подсистем для уменьшения воздействия на окружающую среду [3].

Государственные регулирующие органы также активно проводят работу по продвижению концепции экологически ориентированной компьютерной техники путем введения некоторых программ и правил для ее развития.

Среднестатистический пользователь может осуществлять следующие действия, чтобы сделать использование компьютера более экологичным:

- использовать спящий режим, оставляя компьютер включенным на длительное время;

- использовать плоские или жидкокристаллические мониторы вместо мониторов с электронно-лучевой трубкой;

- покупать энергосберегающие ноутбуки вместо настольных компьютеров;

- активировать функции управления питанием, чтобы контролировать потребление энергии;

- принимать надлежащие меры для безопасной утилизации электронных отходов;
- выключать компьютеры в конце каждого дня;
- заполнять картриджи для принтеров вместо покупки новых;
- вместо приобретения нового компьютера попытаться восстановить существующий.

Так как снижение воздействия на окружающую среду и потребление электроэнергии становятся все более важными целями для организаций, руководители активно рассматривают ограничение использования природных ресурсов наряду с другими бизнес-целями. Вместо того чтобы рассматривать создание экологически устойчивого центра обработки данных, хорошие специалисты разрабатывают более сложный план развития системы центра обработки данных (рис. 1) [1].

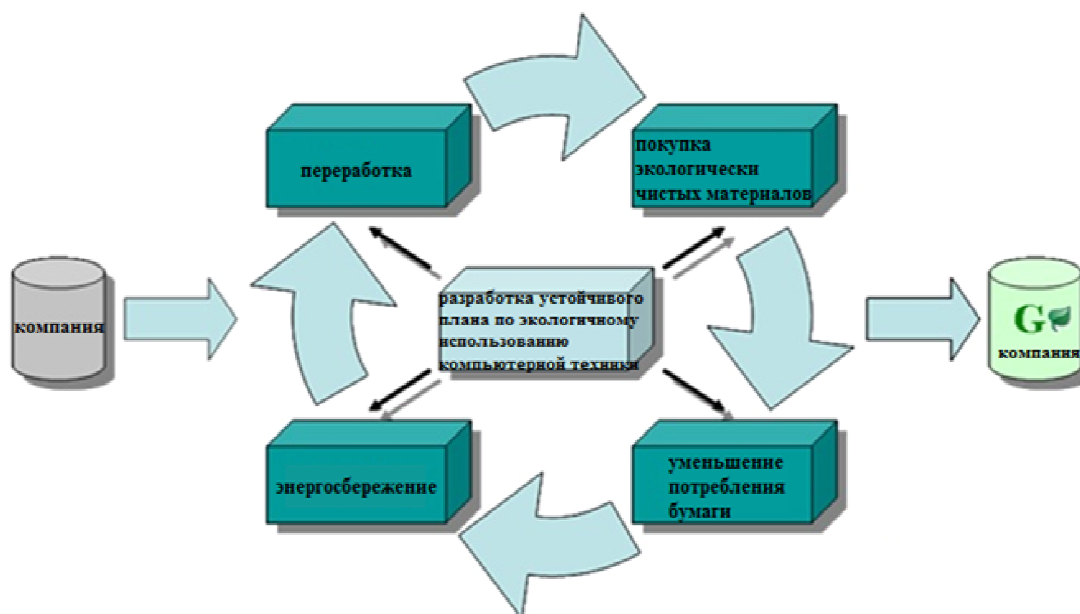


Рис. 1. План развития «зеленой» компании

Далее рассмотрим некоторые идеи для энергосбережения.

Контроль над потреблением электроэнергии – сохранение мощности всех электроприборов. Многие приборы сейчас имеют энергосберегающую функцию. Эта функция позволяет выключить питание или переключить прибор на пониженное электропотребление, когда он не используется.

Энергоэффективное конструирование – подразумевает встраивание вентилятора или обогревателя внутри компьютера. Количество

электроэнергии, потребляемое компьютерами, растет с каждым днем. К сожалению, немногие люди знают об этом. Трата энергии ведет к изменению климата в результате сжигания угля и нефти

Виртуализация серверов обычно используется для того, чтобы разделить сервер (рис. 2). Идея заключается в том, чтобы использовать один сервер, который подключен к множеству отдельных компьютеров. Таким образом, использование меньшего количества оборудования способствует энергосбережению [2].

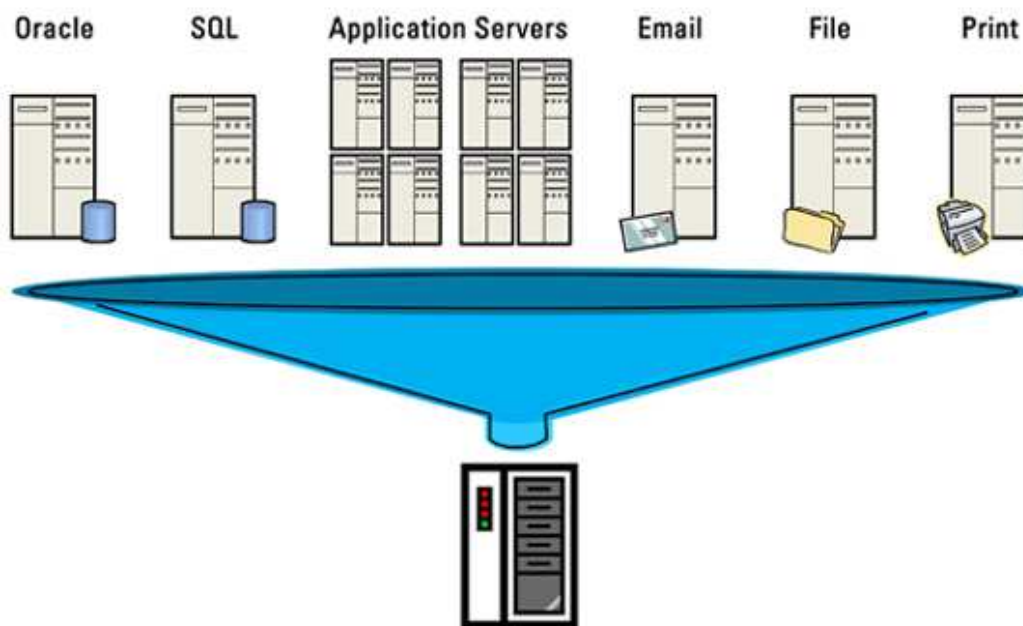


Рис. 2. Принцип виртуализации сервера

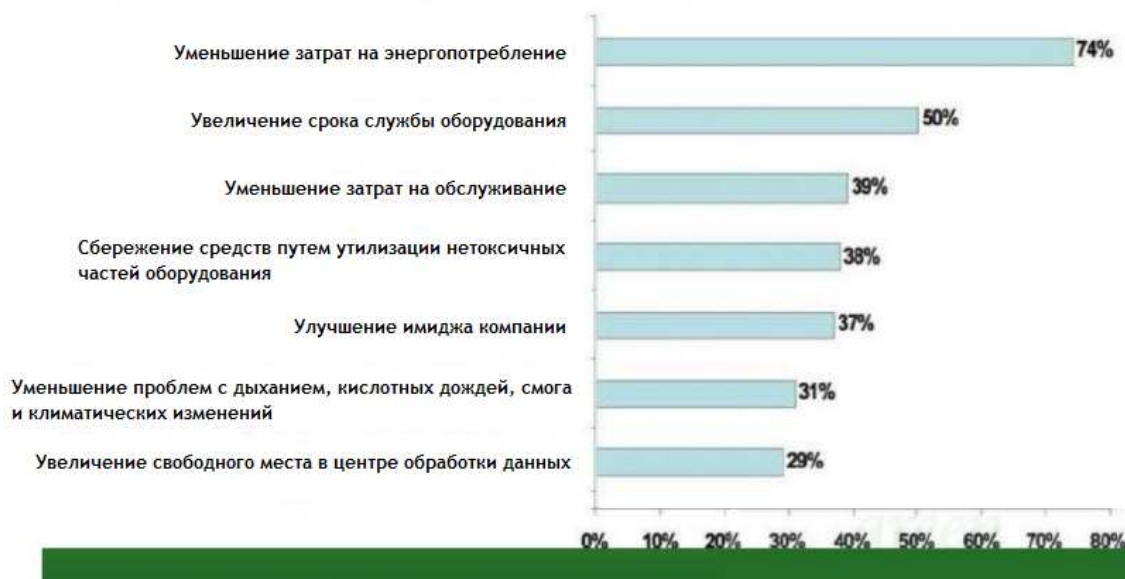


Рис. 3. Улучшение работы компании с использованием Green Computing

Грамотное применение принципов использования экологически ориентированной компьютерной техники предоставляет организации определенные преимущества. Улучшение параметров работы компании в процентном соотношении представлено на рис. 3.

### **Библиографический список**

1. McIntire Dustin Hale. Energy Efficient Computing with the LowPower, Energy Aware Processing (LEAP) Architecture / University of California. – Los Angeles, 2012.

2. Pedram Massoud. Low Power Design Methodologies and Techniques: An Overview. – Department of EE-Systems University of Southern California, Los Angeles, 2013.

3. Technopedia [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.techopedia.com/definition/14753/green-computing> (дата обращения: 8.10.2014).



# АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Студентка В.В. Бояршинова,  
канд. техн. наук, доцент Д.К. Елтышев  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Рассмотрены аспекты автоматизации контроля состояния электрооборудования с целью получения оперативной и достоверной информации о его технических параметрах и принятия мер по обеспечению надежной и безаварийной эксплуатации объектов электроэнергетики. Предложена концепция системы, обеспечивающей сбор данных о функционировании оборудования с возможностью его дальнейшей диагностики и принятия решения о необходимости проведения профилактических мероприятий. Разработана уровневая структура автоматизированной системы контроля состояния силовых трансформаторов.

**Ключевые слова:** автоматизация; контроль технического состояния; электрооборудование; электроэнергетический объект.

## ELECTRIC POWER FACILITIES STATE MONITORING AUTOMATION

Student V.V. Boyarshinova,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor D.K. Eltyshv  
Perm National Research Polytechnic University

In this article the aspects of electrical equipment state monitoring automation in order to obtain timely and accurate information about its technical parameters and take measures to ensure reliable and safe of electric power facilities exploitation are considered. The concept of system that provides remote data collection on the equipment operation and the possibility of its further diagnostic and evaluation of the need for preventive measures is suggested. Three-tier structure of oil-filled power transformers technical state control automation system is designed.

**Keywords:** automation; technical state control; electrical equipment; electric power facility.

Бесперебойное функционирование промышленного комплекса страны определяется способностью электроэнергетических объектов (ЭО) выполнять возложенные на них задачи, а также надежностью входящих в их состав установок и оборудования [2, 6]. Важной задачей обеспечения оперативности и качества управления ЭО являются автоматизация и внедрение новых средств измерения, контроля

и других передовых технологий эффективной реализации управленческих функций [2, 4, 6]. Поэтому современные системы автоматизированного и автоматического управления объектами рассматриваемой категории должны не только выполнять классические функции (контроля, обмена и обработки данных, формирования сигналов тревог и др.), но и учитывать возможности адаптироваться к различным условиям и ситуациям, реализуя «умное» управление, примером которого являются системы *Smart Grid* [4, 5].

Под *Smart Grid* понимаются системы передачи электроэнергии с использованием современных инфокоммуникационных технологий, оборудование которых, взаимодействуя друг с другом, образует единую интеллектуальную систему энергоснабжения [4, 5]. Система контроля технического состояния (КТС) ЭО должна выступать частью подобной энергетической и информационной инфраструктуры, обеспечивая дополнительные возможности для управления электрической сетью. Сбор информации с оборудования позволит обеспечить возможность анализа, результаты которого помогут оптимизировать использование электроэнергии, снизить затраты, увеличить надежность и эффективность энергосистем [5].

**Структура автоматизированной системы контроля технического состояния (АСКТС) электроэнергетических объектов.** Комплексная система диагностического мониторинга ЭО должна состоять из набора систем мониторинга отдельных единиц электрооборудования.

Сформулируем базовые требования к АСКТС [4, 5, 6]:

1) получение и хранение максимально полной информации об объекте, его ключевых характеристиках для дальнейшей обработки, анализа, прогнозирования и формирования управленческих решений (воздействий);

2) обеспечение контроля оборудования ЭО в режиме реального времени с возможностью обмена данными с центрами управления (распределенный мониторинг и контроль), учет долгосрочных трендов работы энергосистемы и модели неисправностей для их использования при ремонте и т.д.;

3) возможность взаимодействия с другими элементами электроэнергетической системы при реализации функции управления и интеграция в единую коммуникационную структуру.

На рис. 1 представлена обобщенная структура АСКТС, состоящая из четырех основных элементов: дистанционной системы управления, системы удаленной связи и сбора данных, устройства связи с объектом диагностирования, с находящимися на нем датчиками, которые отвечают за различные параметры оборудования. В качестве среды для передачи информации используются распределительная сеть низкого напряжения, а также телекоммуникационная сеть общего пользования.

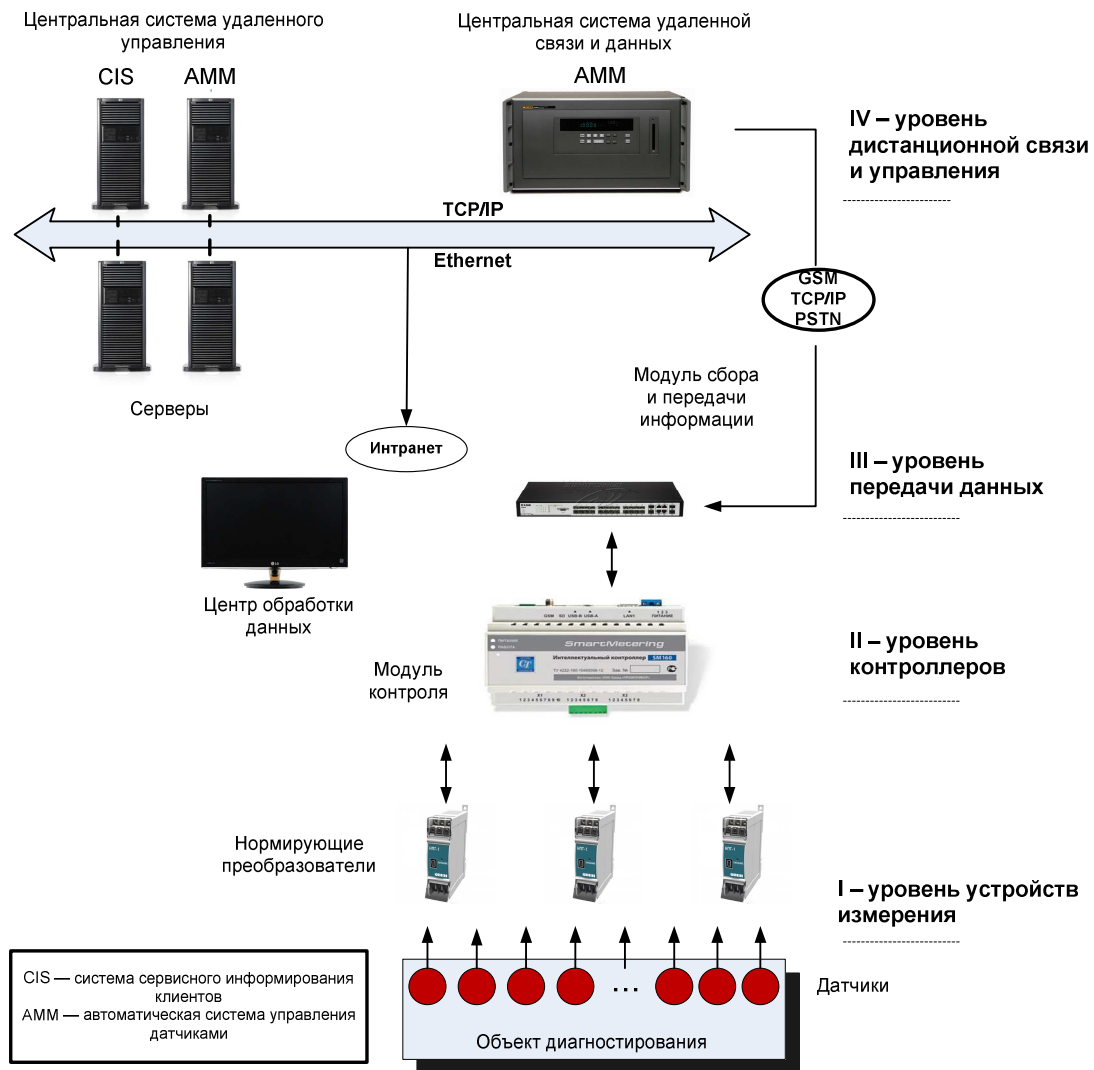


Рис. 1. Обобщенная структура АСКТС оборудования электроэнергетических объектов

Количество устанавливаемых на объекте диагностирования локальных и интегральных средств измерения (контроль температуры токоведущих частей и контактов, контроль сопротивления изоляции и др.) определяется задачами автоматизации КТС и количеством контролируемого электрооборудования.

**Автоматизация контроля состояния силовых маслонаполненных трансформаторов.** Одно из определяющих значений для функционирования ЭО имеют силовые трансформаторы, которые входят в состав основного оборудования систем электроснабжения [6].

Для эффективной работы данных систем необходим КТС трансформаторов, при правильной организации которого возникающие в оборудовании дефекты можно будет выявить до момента его перехода в критическое состояние и своевременно вывести в ремонт, предотвратив возникновение аварии или отказа [1, 3, 6].

На основе анализа видов повреждений трансформаторов и методов их диагностирования [3, 6] выявлены ключевые параметры, которые необходимо контролировать в процессе эксплуатации силового маслонаполненного трансформаторного оборудования: температура верхних и нижних слоев, уровень влаго- и газосодержания масла; температура обмотки; электрические параметры; состояние изоляции маслонаполненных высоковольтных вводов; давление масла на вводах; уровень вибрации; работа газовой защиты; коммутационное состояние элементов системы охлаждения; работа РПН.

С целью контроля указанных параметров предложена уровневая структура АСКТС силовых маслонаполненных трансформаторов (рис. 2).

Первый уровень системы представляет собой рабочую станцию, которая выполнена в виде компьютера в промышленном исполнении, дисплея, источника бесперебойного питания и промышленной локальной сети (протокол *ModBusRTU*) [1].

Второй уровень построен на базе интеллектуальных контроллеров, собирающих данные с датчиков, установленных на силовых трансформаторах.

Третий уровень представляет собой совокупность датчиков, стационарно установленных на трансформаторе. На каждом уровне используются соответствующие программно-аппаратные решения.

В качестве основы для организации мониторинга и диагностики состояния силовых трансформаторов предлагается использовать комплексное решение *TDM* фирмы «*DIMRUS*» (табл. 1) [7].

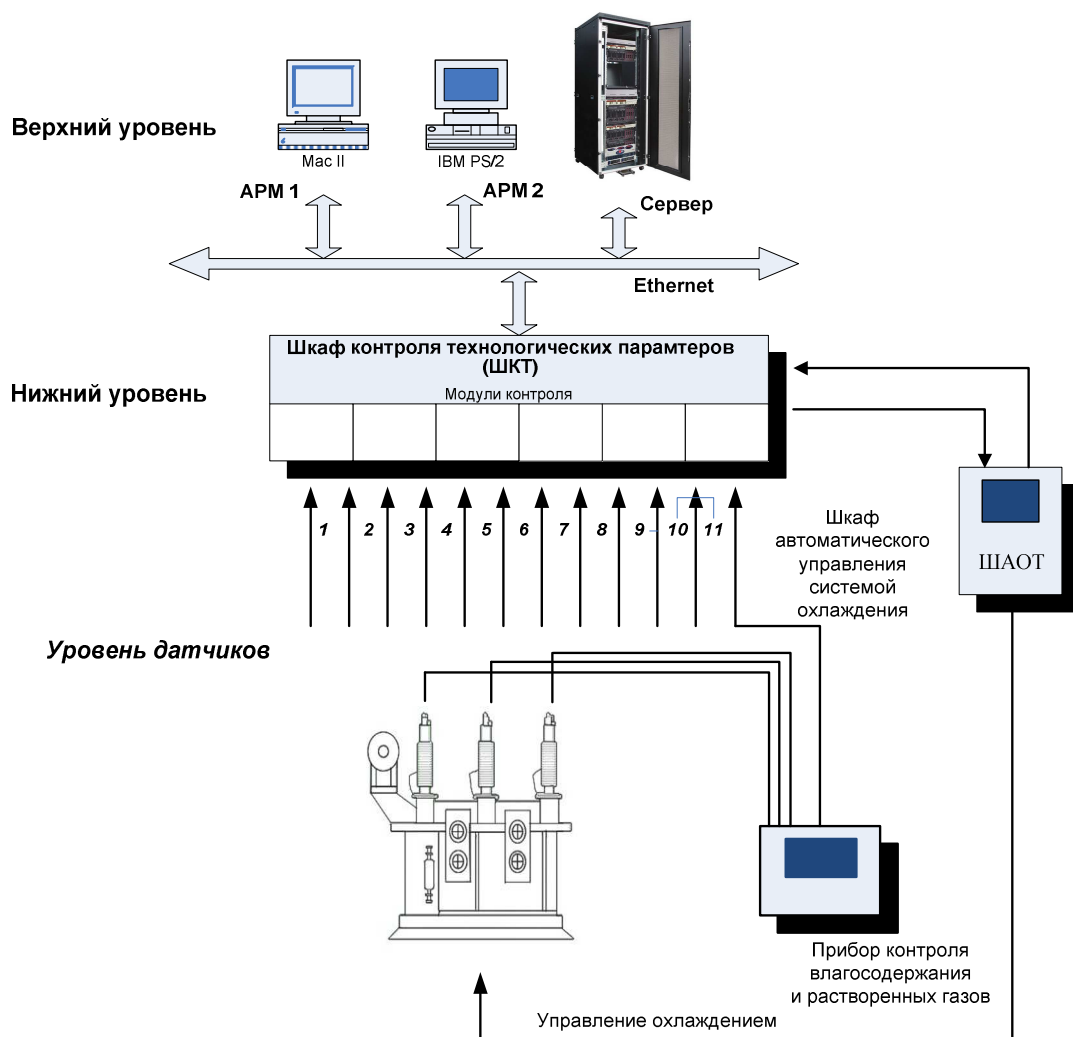


Рис. 2. Структура АСКТС трансформаторов: 1 – датчики температуры верхних и нижних слоев бака трансформатора; 2 – датчики вибраций бака трансформатора; 3 – акустические датчики; 4 – датчики концентрации газов; 5 – датчики влажности воздуха; 6 – датчики токов фаз; 7 – датчики напряжений фаз; 8 – датчик контроля частичных разрядов; 9 – датчик температуры РПН; 10 – датчик положения РПН; 11 – датчик температуры изоляции

Таблица 1

Сравнительный анализ систем КТС трансформаторов [1, 3, 7]

№ п/п	Название критерия	TDM (Dimrus, Пермь)	ABB T-monitor (ABB)	ТЕКОН (ТеконАвтоматизация)
1	Производитель	Пермь	Москва	Москва
2	Стоимость	Средняя	Высокая	Средняя
3	Функционал	До 14 модулей контроля, до 80 датчиков	До 7 модулей контроля, до 60 датчиков	До 60 датчиков

№ п/п	Название критерия	TDM (Dimrus, Пермь)	ABB T-monitor (ABB)	ТЕКОН (ТеконАвтоматизация)
4	Совместимость различных модулей	Можно подключать модули и устройства, не входящие в состав TDM	Только модули АBB	Можно подключать устройства, не входящие в состав ТЕКОН
5	Встроенное ПО	iNVA	OPC Server	Нет
6	Наличие модуля диагностики	Данные со всех диагностических приборов учитываются при формировании комплексного диагностического заключения о техническом состоянии различных подсистем трансформатора	Интерпретация результатов измерения с помощью моделей. Используются пороговые значения, изменяемые в зависимости от условий эксплуатации трансформатора	Интерпретация результатов измерения с помощью моделей
7	Возможности масштабирования	Применима как для трансформаторов в одном баке, так и для групповых	Отсутствует	Отсутствует

Выбранная система является модульной. Ее нижний уровень представлен в виде модулей контроля, собирающих сигналы с датчиков, обрабатывающих их и передающих на верхний уровень. В качестве ШКТ используется модульный контроллер *TDM*, помимо сбора сигналов с датчиков контролирующей систему принудительного охлаждения ШАОТ и устройство РПН.

Информация, полученная от датчиков, установленных на трансформаторе, регистрируется, обрабатывается и хранится в соответствующих функциональных диагностических модулях [1, 7]. Каждый модуль системы оснащен экспертной системой, позволяющей формировать заключение о фактическом состоянии контролируемых узлов трансформатора.

Для контроля таких параметров, как уровень масла, влаго- и газосодержание масла, используется подсистема для контроля концентраций газов *TRANSFIX1.6* (табл. 2) [3].

**Сравнительный анализ подсистем контроля параметров  
концентраций газов в масле трансформатора**

Компания	Модель	Определяемые газы	Тип детектора	Ограничения
Morgan-Schaffer	Callisto	H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	Термическая проводимость	Нет ограничений
GE Energy	Hydran	H <sub>2</sub> , CO, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Топливная ячейка	Комбинированный сигнал
Unisensor	E 200	H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Инфракрасный метод + топливная ячейка	Небольшой опыт применения
GE Energy	TNU	Все	Газовый хроматограф + инфракрасное преобразование Фурье	Цена
Serveron	True Gas	Все	Газовый хроматограф	Небольшой опыт применения
Kelman Ltd	TransFix	Все	Фотоакустическая спектроскопия	Нет ограничений

Информация от каждого из диагностических модулей системы *TDM* передается по каналам связи в автоматизированное рабочее место системы мониторинга, основу которого составляет специализированное программное обеспечение «*iNVA*», использующее специальные диагностические алгоритмы для обработки, отображения и архивирования информации о состоянии трансформатора, выявленных дефектах и прогнозных сроках их развития.

**Заключение.** Используя предлагаемые в работе решения, можно реализовать комплексную систему контроля состояния электрооборудования, обеспечив возможность надежного и эффективного функционирования электроэнергетических объектов.

Основными областями, в которых, прежде всего, необходимо внедрение или модернизация интегрированных коммуникаций с функциями автоматизированного КТС, являются автоматизация подстанций и распределительных сетей, программы управления потреблением, системы электроснабжения.

## Библиографический список

1. Бедерак Я.С., Богатырев Ю.Л. Принципы построения систем мониторинга силовых трансформаторов напряжением 35 кВ и выше и мощностью 25 000 кВА и выше [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.masters.donntu.edu.ua/2011/fknt/lutsyk/library/principe\\_system\\_mon.pdf](http://www.masters.donntu.edu.ua/2011/fknt/lutsyk/library/principe_system_mon.pdf) (дата обращения: 10.06.2014).
2. Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 208 с.
3. Живодерников С.В., Овсянников А.Г., Русов В.А. Зарубежный опыт мониторинга состояния маслонеполненного оборудования [Электронный ресурс]. – URL: <http://sibdiag.ru/modules/Seminar/2009/2.4.pdf> (дата обращения: 12.10.2014).
4. Кобец Б.Б, Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ «Энергия», 2010. – 208 с.
5. Ледин С. Интеллектуальные сети Smart Grid – будущее российской энергетики // Автоматизация ИТ в энергетике. – 2010. – № 11 (16). – С. 4–8.
6. Назарычев А.Н. Совершенствование системы ремонтов электрооборудования электростанций и подстанций с учетом технического состояния. – М.: Энергетика, 2005. – 390 с.
7. Организация диагностического мониторинга высоковольтного оборудования. Перевод оборудования на обслуживание по техническому состоянию [Электронный ресурс]. – URL: [http://dimrus.ru/manuals/category/36-common.html?download=65%3Aall\\_monitoring](http://dimrus.ru/manuals/category/36-common.html?download=65%3Aall_monitoring) (дата обращения: 15.10.2014).



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛА, ПОКРЫТОГО ПРОДУКТАМИ КОРРОЗИИ

**Аспирантка В.И. Воробьева,**  
**д-р техн. наук, профессор Е.Э. Чигиринец**  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г. Киев  
**Канд. техн. наук, ассистентка М.И. Воробьева**  
Украинский государственный химико-технологический  
университет, г. Днепропетровск

Целью работы было исследование противокоррозионной эффективности изопропанольных экстрактов разных видов растительного сырья. Показана возможность использования экстрактов шрота рапса, кистей и кожуры винограда, шишек хмеля в качестве компонента состава летучего ингибитора атмосферной коррозии стали. Методом электрохимических и гравиметрических исследований изучено влияние экстрактов на электрохимическое и коррозионное поведение углеродистой стали.

**Ключевые слова:** летучий ингибитор, атмосферная коррозия, сталь, шишки хмеля, шрот рапса, кисти винограда.

**Assistant V.I. Vorobyova,**  
**Doctor of Technical Sciences, Professor O.E. Chygyrynets'**  
National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", Kiev  
**Ph.D. in Technical Sciences, Assistant Lecturer M.I. Vorobyova**  
Ukrainian State Chemical Technology University, Dnepropetrovsk

The goal of the study was investigation of the effect of oilcake rape seeds, hop cones, brushes and skins of grapes extraction method on inhibitory properties of produced extracts. The potential of using rapeseed extracts as ingredients of a formulation of steel outdoor corrosion volatile inhibitor has been shown. Effects of the extract on corrosion behavior of carbon steel in a solution simulating outdoor corrosion were investigated by electrochemical and gravimetric tests.

**Keywords:** volatile corrosion inhibitor, atmospheric corrosion, steel, hop cones, rape seed meal, bunches of grapes.

Атмосферная коррозия на данный момент остается наиболее распространенным разрушением металлов, поэтому разработке средств и способов защиты от нее уделяется большое внимание [1]. Летучие ингибиторы коррозии давно и успешно используются для защиты металлов от атмосферной коррозии. Несмотря на большой ассортимент наработанных в прошлом ингибиторов проблема их

разработки остается актуальной в связи с возрастающими требованиями к защитной способности реагентов, с повышением экологических и экономических требований. Поэтому более актуальным является использование энергоресурсосберегающих технологий.

Рациональное использование промышленных отходов является одним из перспективных направлений при создании новых средств противокоррозионной защиты, в том числе и летучих ингибиторов атмосферной коррозии. На основе исследований широкого перечня растительных материалов авторами работы было установлено [2, 3], что летучие экстрактивные соединения большинства из них обладают определенным уровнем противокоррозионных свойств. Поэтому растительное сырье может быть успешно применено при разработке новых летучих ингибиторов коррозии как альтернатива ЛИК на основе синтезированных органических соединений. Вполне очевидно, что при выборе сырья предпочтение должно отдаваться растительным материалам, имеющим широкую промышленную базу. Так, для Украины более перспективным является использование отходов плодово-ягодных культур (жмых и кисти винограда), а также отходы масложировой промышленности (шрот семян рапса). Металлопродукция, подлежащая противокоррозионной защите во время транспортировки и хранения, находится под влиянием агрессивной среды, что может привести к появлению на поверхности металла тонких слоев ржавчины. Это в свою очередь может осложнить обеспечение эффективной ингибирующей защиты при использовании летучих ингибиторов коррозии стали. Поэтому целью работы стало исследование ингибирующей эффективности растительных экстрактов как летучих ингибиторов коррозии при нанесении на чистую поверхность стали и поверхность, имеющую продукты коррозии. Для исследований использовали металл марки Ст3 с тонкими (15–20 мкм) слоями ржавчины на поверхности и механически подготовленными. Для оценки ингибирующей способности изопропанольных экстрактов как парофазных ингибиторов коррозии использовали поляризационный метод исследования. Поляризационные исследования проводили на армированных в тефлон цилиндрических образцах с использованием потенциостата ПИ–50–1 и программатора ПР–8. Скорость развертки потенциала 25 мВ/мин. Потенциал медного электродов измеряли относительно насыщенного ртутно-сульфатного электрода и пересчитывали на нормальную водородную шкалу; вспомогательным электродом

служила платина. Образцы предварительно экспонировали в закрытой емкости с ЛИК в течение определенного времени. В условиях свободной коррозии исследуемые экстракты влияют преимущественно на анодный процесс растворения стали, сдвигая ее стационарный потенциал ( $E_{ст}$ ) в более положительную сторону (рисунок).

При наложении поляризации поверхность стали, обработанная летучими соединениями растительных экстрактов, приводит к торможению как катодного, так и анодного коррозионного процессов, также способствуя смещению потенциала коррозии в положительную сторону.

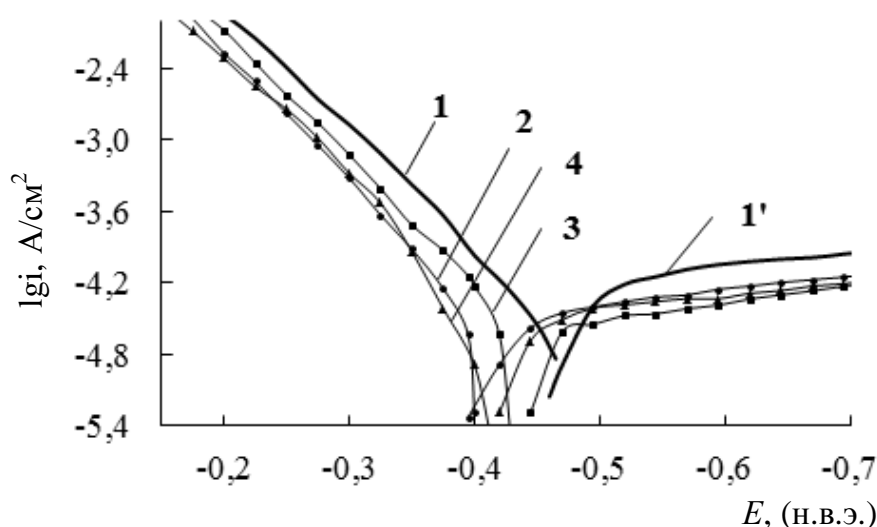


Рис. Потенциостатические поляризационные кривые анодные, катодные (') Ст 3 в растворе 1н  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  без (1) и с пленкой, полученной после формирования защитной пленки в течение 3 суток в парах летучих ингибиторов: 2 – экстракт кистей винограда; 3 – экстракт шрот рапса; 4 – жмых кожуры винограда

Анализ катодных поляризационных кривых показывает, что предварительная обработка механически подготовленной стали летучими соединениями растительных экстрактов приводит к снижению плотности предельного диффузионного тока, при этом наклон катодных поляризационных кривых в кинетической области не изменяется. Важным для практики свойством ЛИАК является его способность защищать уже прокорродировавшую поверхность стали. Для определения этого свойства образцы, на которых предварительно получен тонкий слой ржавчины по разработанной методике [4], выдерживали в течение 3 суток в атмосфере летучих фракций экстракта шрота рапса. Результаты представлены в таблице.

Рассчитывали коэффициент торможения скорости коррозии  $\gamma$ , как  $\gamma = i_0 / i_i$ , где  $i_0$  – максимальный ток растворения в фоновом растворе;  $i_i$  – максимальный ток растворения металла, выдержанного в парах летучего ингибитора.

**Параметры анодных кривых Ст 3 в 0,5 М Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
по ржавой поверхности**

Вид ингибитора	Количество суток выдержки в парах	Параметры анодных кривых				
		Стационарный потенциал E <sub>ст</sub> , В	Потенциал начала пассивации E <sub>пт</sub> , В	Ширина пассивной области, В	Максимальная плотность тока, i А/м <sup>2</sup>	* $\gamma$
Шрот рапса	1	-0,260	0,350	0,97	1116,8	1,05
	2	-0,240	0,300	1,05	945,6	1,24
	3	-0,230	0,300	1,02	955,8	1,23
	4	-0,230	0,300	1,02	989,6	1,18
	5	-0,230	0,325	1,02	1041,5	1,12
	6	-0,230	0,325	0,975	1046,7	1,12
	7	-0,230	0,325	0,975	1051,9	1,11

Анализ полученных анодных поляризационных кривых (см. таблицу) свидетельствует, что под действием ингибитора скорость коррозии снижается, что позволяет считать растительные экстракты перспективными для использования, если защите подлежит сталь, частично покрытая продуктами коррозии.

### Библиографический список

1. Андреев Н.Н., Кузнецов Ю.И. Физико-химические аспекты действия летучих ингибиторов коррозии металлов // Успехи химии. – 2005. – Т. 24. – № 8. – С. 755–767.
2. Исследование эффективности ингибиторов атмосферной коррозии / В.И. Воробьева, Е.Э. Чигиринец, Г.Ю. Гальченко, И.Г. Рослик // Metallurgical and Mining Industry. – 2012. – № 2. – С. 76–80.
3. Разработка принципов рационального использования ресурсов при защите прокорродировавших металлоконструкций от коррозии / Е.Э. Чигиринец, С.И. Пинчук, А.П. Стовпченко, Н.В. Полякова // Теория и практика металлургии. – 2005. – № 1–2. – С. 127–130.

# РАСПРЕДЕЛЕННАЯ RC-ЛИНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ

**Аспирант А.В. Шадрин**

Ижевский государственный технический  
университет им. М.Т. Калашникова

Представлен способ реализации лестничной RC-цепи с использованием паразитных элементов, возникающих в полупроводниковой интегральной схеме. Лестничная RC-цепь может использоваться для моделирования и аппроксимации элементов дробного порядка, которые позволяют реализовывать операции интегрирования и дифференцирования дробного порядка.

**Ключевые слова:** элемент дробного порядка; паразитные элементы; интегральная схема; *n*-карман; барьерная емкость; *pn*-переход; лестничная RC-цепь.

## DISTRIBUTED RC-LINE BASED ON SEMICONDUCTOR STRUCTURE

**Graduate Student A.V.Shadrin**

Izhevsk State Technical University of M.T. Kalashnikov

In this article implementation of RC ladder network based on parasitic elements in semiconductor integrated circuit is presented. RC ladder network can be used for simulation and approximation of fractional order devices, which allow realizing the fractional order integration and differentiation operations.

**Keywords:** fractional order element; parasitic elements; integrated circuit; *n*-well; depletion capacitance; *pn*-junction; RC ladder network.

При разработке топологии полупроводниковой интегральной схемы (ИС) необходимо уделять внимание паразитным эффектам, возникающим в отдельных слоях полупроводниковой структуры и между ними. Причем с развитием технологии производства ИС размеры элементов постоянно уменьшаются, увеличивая влияние паразитных эффектов на скорость и точность работы реализуемого устройства. Под паразитными эффектами стоит понимать возникновение емкостей, индуктивностей, *pn*-переходов и биполярных транзисторов, которые косвенным образом возникают при конструировании ИС.

Однако паразитные элементы ИС имеют не только отрицательное значение, но и могут использоваться для реализации лестничных RC-цепей, которые могут применяться для физической реализации фрактальных импедансов [1].

На рис. 1 изображена лестничная цепь, которая является схемой замещения RC-линии и позволяет реализовывать операции интегрирования и дифференцирования дробного порядка. Математические операции дробного порядка используются для обобщения многих физических и математических законов [2, 3], известных ранее только в целочисленной интерпретации.

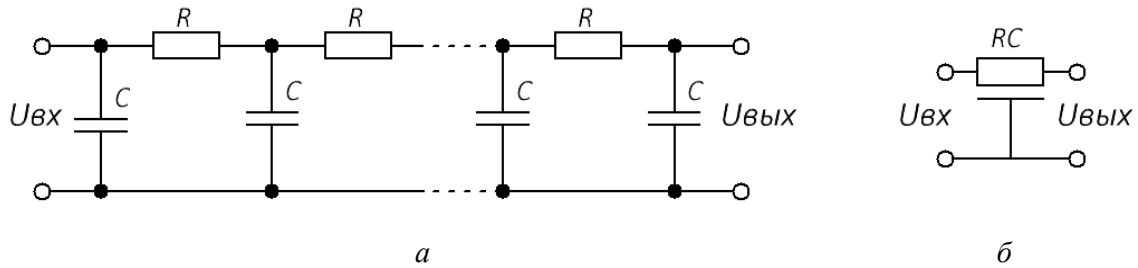


Рис. 1. Лестничная цепь (а) и ее схемотехническое обозначение (б)

Данная лестничная цепь может быть реализована с помощью полупроводниковой структуры, используя паразитные элементы, возникающие в ней. Рассмотрим возникновение паразитных элементов в кармане типа  $n$ , созданном в подложке  $p$  типа (рис. 2). Карман используется для создания полупроводниковых резисторов и транзисторов, а также для изоляции элементов между собой. На границе карман-подложка возникает  $pn$ -переход, что в свою очередь создает обедненную область и как следствие возникновение паразитной барьерной емкости карман-подложка. Кроме того, материал кармана (полупроводник  $n$ -типа) имеет определенное *поверхностное сопротивление*, определенное технологическими параметрами, соответственно карман в латеральном направлении может рассматриваться как резистор.

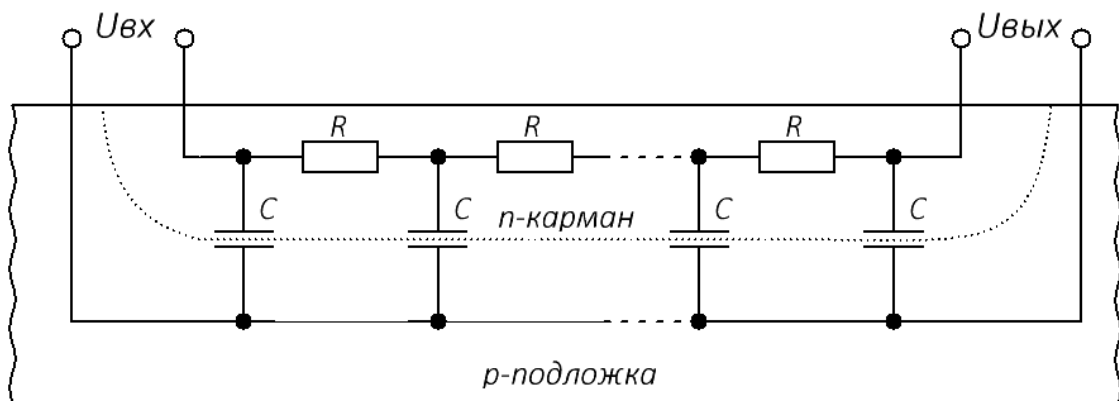


Рис. 2. Паразитные конденсаторы и резисторы в  $n$ -кармане [3]

Сравнивая рис. 2 и рис. 1, можно сделать вывод, что данная конструкция может использоваться для реализации распределенной RC-линии, так как схема замещения  $n$ -кармана является такой же лестничной RC-цепью. Длина данной линии зависит от длины  $n$ -кармана, резисторы определяются величиной поверхностного сопротивления (Ом/квadrat) и геометрическими размерами (длина/ширина) кармана, конденсаторы определяются барьерной емкостью, зависящей от технологических параметров и приложенного к переходу обратного напряжения.

Соответственно, зная параметры полупроводниковых слоев (сопротивление и емкость), можно реализовывать такие RC-линии путем расчета топологических размеров элементов. Также важной задачей является создание подобных элементов с возможностью изменения параметров уже после изготовления. Данную опцию также можно реализовать с помощью полупроводниковых структур. Например, изменять сопротивление определенных резисторов можно путем изменения проводимости  $n$ -кармана в соответствующих областях, что, в свою очередь, может быть реализовано путем изменения электрического поля в данных областях, как это делается в МОП-транзисторах с помощью подачи напряжения на затвор.

### **Библиографический список**

1. Ушаков П.А. Методы анализа и синтеза многослойных неоднородных RC-элементов с распределенными параметрами и устройств на их основе: автореф. дис... д-ра техн. наук. – Казань: Изд-во КГТУ, 2009. – 35 с.
2. Васильев В.В, Симак Л.А. Дробное исчисление и аппроксимационные методы в моделировании динамических систем. – Киев: Изд-во НАН Украины, 2008. – 256 с.
3. Baker R. Jacob, CMOS: circuit design, layout, and simulation. – IEEE Press, 2010. – 1214 p.

# ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТАКТНОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

**Канд. техн. наук, ассистент М.И. Воробьева,**  
**д-р техн. наук, профессор А.А. Пивоваров**  
Украинский государственный химико-технологический  
университет, г. Днепропетровск  
**Аспирантка В.И. Воробьева**  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г. Киев

Представлена возможность использования контактной неравновесной низкотемпературной плазмы (КНП) для синтеза наночастиц переходных металлов. Показана эффективность использования КНП для получения коллоидных частиц золота без использования дополнительных восстановителей и стабилизаторов.

**Ключевые слова:** получение, золь, переходные металлы, растворы, тетрахлороаурат, наночастицы, контактная неравновесная низкотемпературная плазма.

## OBTAINING METAL NANOPARTICLES USING CONTACT NONEQUILIBRIUM LOW-TEMPERATURE PLASMA

**Ph.D. in Technical Sciences, Assistant Lecturer M.I. Vorobyova,**  
**Doctor of Technical Sciences, Professor A.A. Pivovarov**  
Ukrainian State Chemical Technology University, Dnepropetrovsk  
**Graduate student V.I. Vorobyova**  
National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute», Kiev

The paper presents the possibility to use the contact nonequilibrium low-temperature plasma (CNR) for the synthesis of nanoparticles of transition metals. The efficiency of the CNR for the preparation of colloidal gold particles with out the use of additional reducing agents and stabilizers.

**Keywords:** production, sol, transition metals, solutions, tetrochloroaurat, nanoparticles, contact nonequilibrium low-temperature plasma.

Золотые наночастицы с настраиваемым плазмонным резонансом широко используются в современной нанобиотехнологии в качестве меток резонансного рассеяния, фототермических преобразователей лазерного излучения, носителей антигенов, датчиков биосенсоров и для других перспективных приложений в биофотонике и биомеди-



цине. Настройка каталитических, оптических и фототермических свойств наночастиц достигается несколькими способами, включая изменение размера, формы и структуры частиц или комбинацию этих способов [1–12]. Наиболее простым и дешевым на сегодняшний день способом их получения является синтез наночастиц (НЧ) путем восстановления ионов меди (II) в растворах, поскольку он не требует сложного технического исполнения и позволяет контролировать размер и морфологию получаемых продуктов. Восстановление с использованием плазменных разрядов является одним из перспективных способов получения наночастиц металлов в растворах. Однако вышеупомянутый способ получения наночастиц не обеспечивает требуемой воспроизводимости или слишком дорог для массового применения. Кроме того, наличие токсичных молекул восстановителя на поверхности наночастиц требует их полной поверхностной функционализации, частицы имеют слишком большой размер (более 100 нм) и вес, вследствие чего являются нестабильными и седиментируют на дно посуды в течение нескольких дней или даже часов хранения.

Вышеизложенное определяет актуальность поиска инновационных способов синтеза наночастиц. Получение наночастиц металлов путем воздействия на растворы, содержащие соли металлов, высоких энергий связано с генерацией высокоактивных восстановителей типа электронов, радикалов и возбужденных частиц. Многие химические процессы, возникающие при воздействии на водные растворы плазмы, также объясняются образованием гидратированных электронов, радикалов и возбужденных частиц. Отдельное место среди плазмохимических разрядов занимает контактная неравновесная низкотемпературная плазма (КНП). Плазменный разряд генерируется между электродом, находящимся в газовой фазе, и поверхностью жидкости, в объеме которой находится второй электрод (рис. 1).

Таким образом, химические превращения на границе раздела фаз обусловлены комплексным воздействием: электрохимическим окислением-восстановлением; реакциями фотолиза, инициируемыми УФ-облучением; потоком заряженных частиц из газовой фазы на поверхность жидкой среды.

Авторами работы экспериментально установлена эффективность использования КНП для синтеза коллоидных частиц переходных металлов из водных растворов.



Рис. 1. Изображение контактной неравновесной низкотемпературной плазмы

С помощью УФ-спектроскопии в плазмохимически обработанных растворах отмечено присутствие пика поверхностного плазмонного максимума поглощения при 548 нм, что соответствует поглощению сферических наночастиц золота (рис. 2).

Цветовые переходы раствора золота под влиянием КНП (светложелтый → бесцветный → розовый → красный) свидетельствуют о ступенчатых химических превращениях в процессе синтеза наночастиц золота. Исследовано влияние начальной концентрации прекурсора и параметров работы плазмохимической установки на процесс синтеза золей. Установлено, что при использовании низких концентраций  $\text{HAuCl}_4$  образуются меньшие наночастицы золота, увеличение тока плазмы до 120 мА в процессе обработки исходного раствора

ускоряет процесс формирования частиц и, таким образом, их плотность в растворе. Исследованы форма и размер полученных частиц. Установлено, что в результате синтеза с использованием плазмы образуется дисперсная фаза с агрегированных и дискретных наночастиц сферической, гексагональной и треугольной формы. Диаметр полученных наночастиц варьируется в диапазоне от 7 до 60 нм.

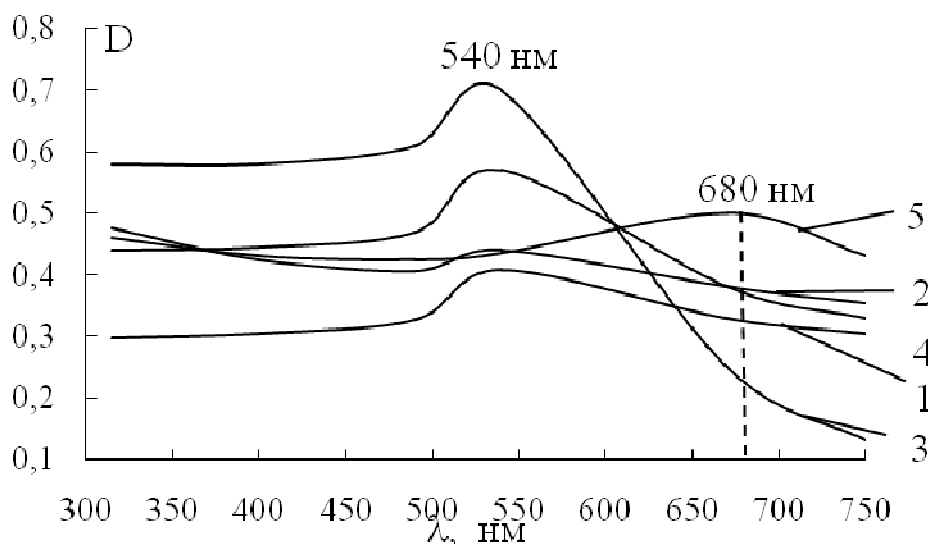
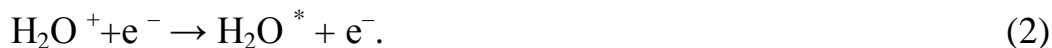


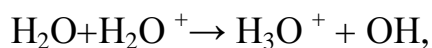
Рис. 2. Спектры поглощения золей золота, полученных с использованием контактной неравновесной низкотемпературной плазмы, в зависимости от начальной концентрации  $\text{HAuCl}_4 \cdot 10^{-5}$  ( $I = 120$  мА,  $P = 0,8$  МПа,  $\tau = 20$  мин): 1 – 0,0187 моль/л; 2 – 0,375 моль/л; 3 – 0,75 моль/л; 4 – 1,5 моль/л; 5 – 3,0 моль/л

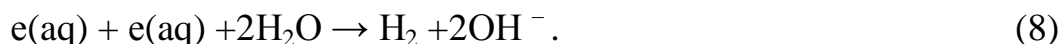
Предложен возможный механизм синтеза наночастиц золота.

При наложении электрического поля или воздействия излучения в газовой смеси образуются пары разрядов – электрон и первичный положительный ион. При облучении воды ионизированным излучением возможны следующие реакции:

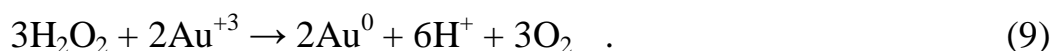


После столкновения частицы исчезают по следующим реакциям:





Следующими происходят радикал-реакции, приводящие к цепному механизму разложения воды и образованию пероксидных и надпероксидных соединений. Таки образом, следует считать, что формирование водородпероксида  $\text{H}_2\text{O}_2$ , вероятно, и является ключевым для плазмохимического процесса синтеза наночастиц золота, поскольку приводит к восстановлению соли золота с последующим образованием ядер и ростом наночастиц золота в соответствии с реакцией:



### Библиографический список

1. Золотые наночастицы: синтез, свойства, биомедицинское применение / Л.А. Дыкман, В.А. Богатырев, В.А. Щеголев, Н.Г. Хлебцов. – М.: Наука, 2008. – 320 с.
2. Xiaobo Chen, Samuel S. Mao. Titanium Dioxide Nanomaterials: Synthesis, Properties, Modifications, and Applications // Chem. Rev. – 2007. – Vol. 107, Is. 7. – P. 2891–2959.
3. Plasma–Liquid Interactions at Atmospheric Pressure for Nanomaterials Synthesis and Surface Engineering / D. Mariotti, J. Patel, V. Svrcek, P. Maguire // Plasma Processes and Polymers. – 2012. – Vol. 9, Is. 11–12. – P. 1074–1085.
4. Synthesis of surfactant-free electrostatically stabilized gold nanoparticles by plasma-induced liquid chemistry / J. Patel, L. Nemcova, P. Maguire, W.G. Graham, D. Mariotti // Nanotechnology. – 2013. – Vol. 24, Is. 24. – P. 1–11.
5. Vollath D. Plasma synthesis of nanopowders // J. Nanopart Res. – 2008. – Vol. 10, Is. S1. – P. 39–57.
6. Richmonds C., Mohan Sankaran R. Plasma-liquid electrochemistry: Rapid synthesis of colloidal metal nanoparticles by microplasma reduction of aqueous cations // Appl. Phys. Lett. – 2008. – Vol. 93, Is. 13. – P. 385–388.
7. Mariotti D., Sankaran R.M. Microplasmas for nanomaterials synthesis // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2010. – Vol. 43, Is. 32. – P. 21.

8. Atmospheric pressure plasmas: A review / C. Tendero, C. Tixier, P. Tristant, J. Desmaison, P. Leprince // *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. – 2006. – Vol. 61, Is. 1. – P. 2–30.

9. Kaneko T., Baba K., Hatakeyama R. Static gas-liquid interfacial direct current discharge plasmas using ionic liquid cathode // *Journal of Applied Physics*. – 2009. – Vol. 105, Is. 10. – P. 103–306.

10. Ostrikov K. (Ken), Cvelbar U., Murphy A.B. Plasma Nanoscience: Setting Directions, Tackling Grand Challenges // *J. Phys. D: Appl. Phys.* – 2011. – Vol. 44, Is. 17. – P. 1–60.

11. Контактная неравновесная плазма как инструмент для обработки воды и водных растворов. Теория и практика / А.А. Пивоваров, А.В. Кравченко, А.П. Тищенко, Н.В. Николенко, О.В. Сергеева, М.И. Воробьева, С.В. Трещук // *Рос. хим. журнал об-ва им. Д.И. Менделеева*. – 2013. – Т. LVII, № 3–4. – С. 134–145.

12. Низкотемпературный электролиз: теория и практика / А.В. Кравченко, В.С. Кублановский, А.А. Пивоваров, В.П. Пустовойтенко. – Днепропетровск: Акцент ПП, 2013. – 229 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИОННОГО ОБМЕНА ДЛЯ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

**Ассистент И.Н. Трус, аспирант В.Н. Грабитченко,  
д-р техн. наук, профессор Н.Д. Гомеля**  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт», г. Киев

В работе акцентируется внимание на плохом качестве существующих объектов водопользования. Показано, что в результате очистки сточных вод существующими методами, образуются опасные концентраты, которые нуждаются в переработке. Исследован процесс ионного разделения сульфатов и нитратов с возможностью получения полезных продуктов. Установлено, что при повышении концентрации сульфатов и нитратов эффективность очистки снижается.

**Ключевые слова:** ионный обмен, деминерализация, сульфаты, нитраты, хлориды, разделение.

## USE OF METHODS OF THE IONIC EXCHANGE FOR DEMINERALIZATION OF SEWAGE

**Assistant Lecturer I.M. Trus, Graduate Student V.M. Hrabitchenko,  
Doctor of Technical Sciences, Professor M.D. Gomelya,**  
Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute», Kiev

In this paper focuses on the bad quality of existing water use objects. It is shown, that as a result of the existing methods of sewage treatment generates hazardous concentrates which require processing. Study the ion-exchange process of sulfates and nitrates separation, with the ability to produce useful products. It was found that with increasing of sulfates and nitrates concentration, the efficiency of water treatment decreases.

**Keywords:** ion-exchange, demineralization, sulfates, nitrates, chlorides, separation.

Все компоненты экосистемы тесно связаны с потреблением воды. В настоящее время устойчивость земной биосферы нарушена вследствие непродуманной деятельности человечества. Очень актуальными проблемами в настоящее время являются последствия негативного антропогенного влияния, которые приобрели глобальный характер. В процессе своей эволюции человек постоянно использовал воду. Человечество постоянно увеличивало водопотребление, подвергая гидросферу большому многообразию воздействий\*. Но сего-

---

\*Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основы екології. – Киев: Каравела, 2006. – 365 с.

дня мы сталкиваемся с проблемой варварского обращения с природными водными ресурсами. Прежде всего это касается истощения и загрязнения поверхностных источников водоснабжения.

Все сферы промышленного производства связаны с использованием воды. К сожалению, эффективность очистки сточных вод остается низкой. А в некоторых случаях загрязненные сточные воды сбрасываются в водоемы без всякой очистки. Как следствие, в водную среду вносятся посторонние загрязняющие вещества, ухудшающие качество воды. Сегодня свежая пресная вода является дефицитным ресурсом, а потребность в ней постоянно растет. В некоторых регионах нашей планеты пресной воды практически нет. В регионах, где воды достаточно, возникает другая проблема – низкое качество источников водоснабжения.

В результате сброса в водоемы неочищенных сточных вод происходит ухудшение физических, органолептических свойств; повышается содержание ионов жесткости, сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов; снижается содержание растворенного кислорода в воде. Как следствие, наблюдается явление эвтрофикации и повышения общей минерализации водоемов. Следовательно, необходимо искать новые и совершенствовать существующие технологии водоочистки с целью обеспечения надлежащей эффективности очистки сточных вод.

Существует ряд методов, которые позволяют очистить сточные воды с высоким солесодержанием: реагентный метод, ионный обмен, мембранные технологии. В результате очистки вышеназванными методами образуются опасные концентраты солей. Захоранивать такие концентраты опасно, следовательно, необходимо найти способ переработки этих солевых растворов с возможностью получения полезных продуктов.

Цели нашей работы – нахождение оптимальных условий деминерализации сточных вод, которые содержат сульфаты, нитраты, хлориды, и переработка концентратов с получением нитратных удобрений. При очистке вод с высоким содержанием хлоридов и сульфатов предпочтение отдают методам обратного осмоса. Намного сложнее же очищать воду, которая содержит сульфаты с нитратами. Процесс разделения сульфатов и нитратов проводили с использованием анионита АВ-17-8 в  $\text{NO}_3^-$  форме, тогда как процесс ионообменного извлечения нитратов проводили с использованием анионита АВ-17-8

в  $\text{OH}^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  формах. Исходя из содержания нитратов в природных (в отдельных случаях 100–200 мг/дм<sup>3</sup>) и сточных ( $\approx 1000$  мг/дм<sup>3</sup>) водах, были использованы модельные растворы с концентрацией нитратов от 100 до 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрацию сульфатов принимали от 800 до 1500 мг/дм<sup>3</sup>, исходя из их количества в сточных водах промышленности. Сульфат ион по селективности ионного обмена близок к нитрат иону, но все-таки, при концентрации сульфатов 800 мг/дм<sup>3</sup>, емкость анионита до проскока по сульфатам довольно высокая – 917 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Полная обменная емкость достигла 1744 мг-екв/дм<sup>3</sup>. С повышением концентрации сульфатов до 1500 мг/дм<sup>3</sup> обменная емкость до проскока и полная обменная емкость по сульфатам соответственно составляли 313 мг-екв/дм<sup>3</sup> и 1594 мг-екв/дм<sup>3</sup> (рисунок).

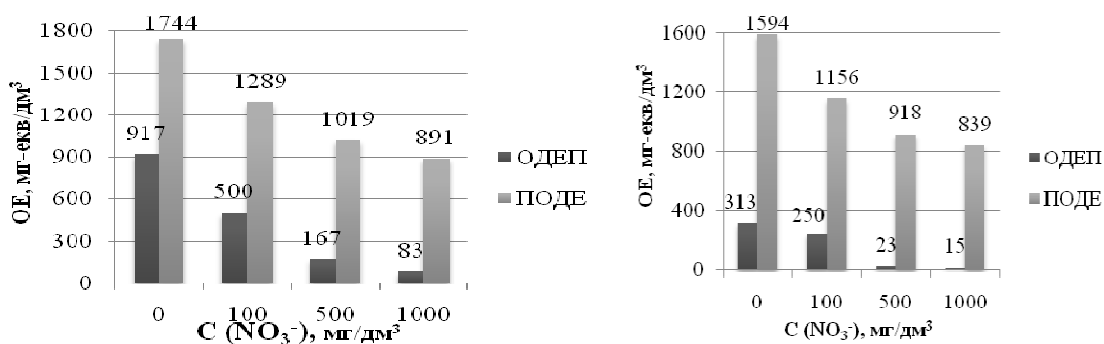


Рис. Зависимость величины обменной емкости (ОЕ) анионита АВ-17-8 до проскока (ОДЕП) и его полной обменной емкости (ПОДЕ) по сульфатам при концентрации сульфатов 800 мг/дм<sup>3</sup> (а) и 1500 мг/дм<sup>3</sup> (б)

Следовательно, можно сделать вывод, что при повышении концентрации сульфатов и нитратов эффективность их разделения снижается. При проведении регенерации анионита можно получить растворы аммиака, щелочи, соды, поташа, которые можно использовать в дальнейшем при производстве жидких удобрений.



# РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В РАЗРАБОТКАХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ДИЗАЙНА

**Старший преподаватель Т.Х. Жураев**  
Бухарский инженерно-технологический институт

Рассматривается процесс разработки технических средств применением индустриального дизайна, где учтены также проблемы энергоресурсосбережения. В качестве примера рассмотрена рабочая поверхность отвала. Разработка проведена на основе методов геометрического моделирования.

**Ключевые слова:** критерии выбора, энергосбережение, металлоемкость, многофункциональность, качество работы, технологичность, геометрическая модель, дизайн-разработка, концептуальный выбор.

## SOLVING OF ENERGY AND RESOURCE SAVING PROBLEMS IN WORKING OUT OF TECHNICAL MEANS BY USING INDUSTRIAL DESIGN

**Assistant Professor T.K. Jurayev**  
Bukhara Engineering-Technological Institute

There is viewing working out of technical means by using industrial design, that consider solving energy and resource saving problems in this article. The working surface of mould board viewed as example. The working-out was conducted on base of geometrical modeling methods.

**Keywords:** selection criteria, energy saving, metal quantity, multi functionality, working quality, simple of technology, geometrical model, industrial design, concept selection.

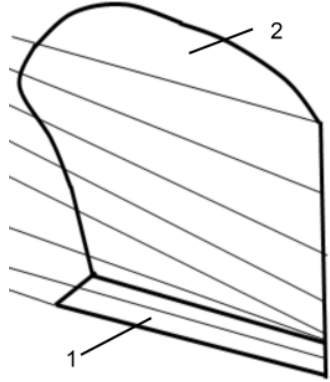
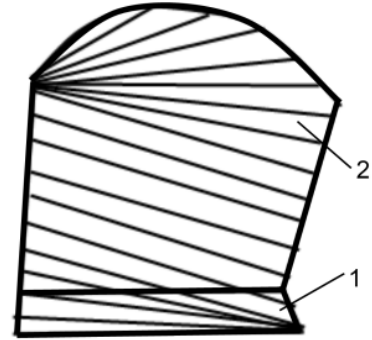
**Постановка проблемы.** Решение вопросов энергоресурсосбережения остается постоянной актуальной задачей, стоящей перед специалистами различных сфер производства. Сбережение энергии и ресурсов во многом зависит от разрабатываемых технологий или технических средств (деталей, оборудования и машин) [1]. При этом современные темпы развития экономики требуют разработки и внедрения в производство, в том числе и в рассматриваемом процессе, инновационных технологий.

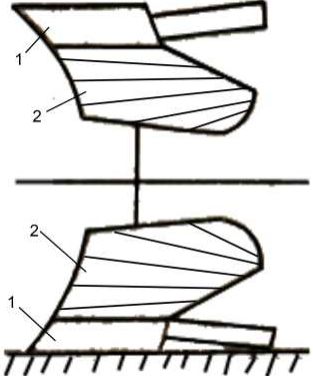
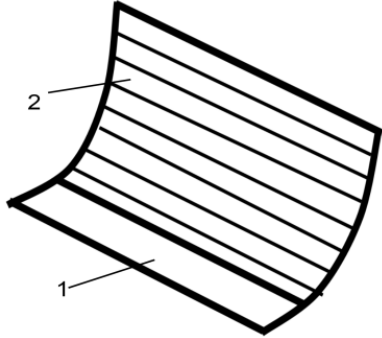
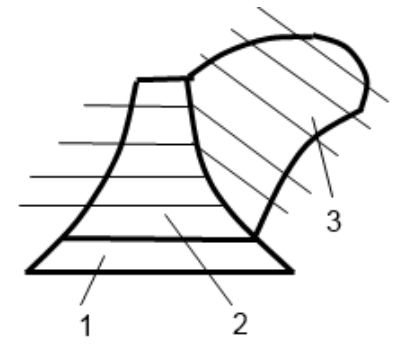
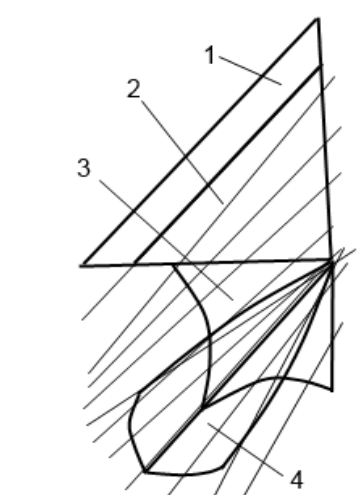
**Анализ работ по данной проблеме.** В ходе проведенных исследований было выявлено, что применение промышленного дизайна как мощного оружия конструктора в процессе разработки технических средств может дать существенные результаты в решении

проблем энергоресурсосбережения, являющегося практическим применением инновационных технологий [2].

**Постановка задачи.** Применение промышленного дизайна в процессе разработки технических средств требует от конструктора выявления задач, решение которых связаны с геометрическими параметрами, на которых основывается промышленный дизайн, а также пути решения этих задач, опирающиеся на принципы промышленного дизайна [3].

**Основная часть.** Рассмотрим в качестве примера процесс разработки рабочей поверхности отвала корпуса плуга, который имеет сложную техническую форму, многовековые изменения по совершенствованию его конструкции и универсальную геометрическую модель. Все эти факторы в той или иной степени можно учесть в процессе разработки различных технических средств и позволит сделать выводы, что применение промышленного дизайна может дать существенные результаты, в том числе по энергоресурсосбережению. Разработка велась на основе ряда конструкций [4–9], при этом были учтены также некоторые критерии выбора, связанные с вопросами энергоресурсосбережения как одного из основных факторов, определяющих потребительские требования. Критерии оцениваются с учетом геометрических параметров.

<p>Конструкция – А</p> 	<p>Для плугов одностороннего отваливания.          Тип корпуса – классический.          Отвал с рабочей поверхностью цилиндрида.          1. Лемех.          2. Отвал.</p>
<p>Конструкция – В</p> 	<p>Для плугов одностороннего отваливания.          Тип корпуса – экспериментальный.          Отвал с геометрически комбинированной рабочей поверхностью.          1. Лемех.          2. Отвал.</p>

<p>Конструкция – С</p> 	<p>Для оборотных плугов. Тип корпуса – удвоенный. Отвал с рабочей поверхностью цилиндроида.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Отвал.</li> </ol>
<p>Конструкция – D</p> 	<p>Для поворотных плугов. Тип корпуса – двухсторонний. Отвал с цилиндрической рабочей поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Отвал.</li> </ol>
<p>Конструкция – E</p> 	<p>Для плугов одностороннего отваливания. Тип корпуса – с отдельным отвалом и крылом. Отвал с геометрически комбинированной рабочей поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Груд отвала.</li> <li>3. Крыло отвала.</li> </ol>
<p>Конструкция – F</p> 	<p>Для поворотных плугов. Тип корпуса – с отдельным поворотным отвалом, а также правое и левое крыльями. Отвал с геометрически комбинированной рабочей поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Груд отвала.</li> <li>3. Правое крыло отвала.</li> <li>4. Левое крыло отвала.</li> </ol>

Составим матрицу оценки критериев по геометрическим параметрам (табл. 1).

Таблица 1

Матрица оценки критериев по геометрическим параметрам

№ п/п	Критерии относительной оценки (по геометрии)	Конструкции					
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
1.	Энергосбережение	0	+	–	0	+	0
2.	Материалоемкость	+	+	–	0	+	0
3.	Многофункциональность	–	–	–	–	+	0
4.	Качество выполн. Работы	–	0	0	–	0	0
5.	Технологичность изготовления	–	–	–	+	–	–
	Сумма по «–»	3	2	4	2	3	1
	Сумма по «0»	1	1	1	2	1	4
	Сумма по «+»	1	2	0	1	1	0
	Суммарная оценка	–2	0	–4	–1	–2	–1
	Место по рейтингу	3	1	4	2	3	2

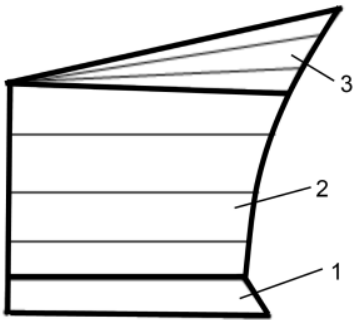
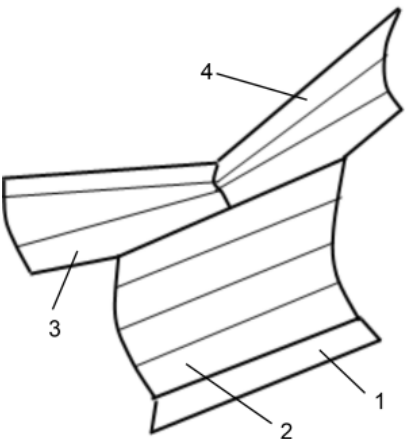
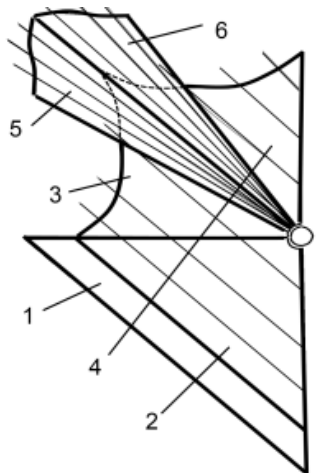
Расшифруем, например, критерий энергосбережения, связанный с геометрическими параметрами отвала: массой, зависящей от его формы, и параметрами рабочей поверхности, позволяющими управлять ее гладкостью и оптимизировать траекторию движущихся частиц, которые влияют на трение (табл. 2).

Таблица 2

Критерии энергосбережения, связанные с геометрическими параметрами отвала

№ п/п	Оценки относительного энергосбережения	Конструкции					
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
a.	Трение по гладкости	–	–	–	+	–	–
b.	Трение по траектории	–	+	–	–	+	+
1.	Общее трение	–	0	–	0	0	0
2.	Относительная масса	+	+	–	0	+	0
	Энергосбережение	0	+	–	0	+	0

Предлагаются дизайн-разработки конструкций отвалов, разработанные по преимуществам рассмотренных конструкций [10–12].

<p>Конструкция – G</p> 	<p>Для плугов одностороннего отваливания.</p> <p>Тип корпуса – с отдельным отвалом и крылом.</p> <p>Отвал с геометрически комбинированной рабоч. поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Груд отвала.</li> <li>3. Крыло отвала.</li> </ol>
<p>Конструкция – H</p> 	<p>Для поворотных плугов.</p> <p>Тип корпуса – с отдельным отвалом, правое и левое крыльями.</p> <p>Отвал с геометрически комбинированной рабоч. поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Груд отвала.</li> <li>3. Правое крыло отвала.</li> <li>4. Левое крыло отвала.</li> </ol>
<p>Конструкция – I</p> 	<p>Для поворотных плугов.</p> <p>Тип корпуса – с поворотным отвалом, правое и левое крыльями.</p> <p>Отвал с геометрически комбинированной рабочей поверхностью.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лемех.</li> <li>2. Основной груд отвала.</li> <li>3. Правая вспомогательная груд</li> <li>4. Левая вспомогательная груд</li> <li>5. Правое крыло отвала.</li> <li>6. Левое крыло отвала.</li> </ol>

**Выводы.** Проведенные работы по разработке конструкций отвалов на основе геометрической модели рабочей поверхности применимы и для разработки подобных конструкций с технически сложной поверхностью. При этом необходимо отметить, что геометрическое моделирование является теорией, а на ее основе САД-система как инструмент, а индустриальный дизайн как практика инновационного подхода к процессу разработки технических средств.

## Библиографический список

1. Тьялве Э. Краткий курс промышленного дизайна / пер. с англ. П.А. Кунина. – М.: Машиностроение, 1984. – 192 с.
2. Дизайн-разработка геометрии обвода формообразующей знакопеременной кривой поверхности скобы / А.С. Кобец, С.П. Сокол, В.И. Корабельский, Н.Н. Науменко, А.Н. Кобец. – URL: <http://www.nbuu.gov.ua>
3. Production design. Principles, tools and techniques. ME 1007 Design principles. Concept selection. – URL: [http://www.product\\_design\\_principles.pdf](http://www.product_design_principles.pdf)
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т. 2. – М.: Колос, 1965.
5. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах; под ред. Босого Е.С. – М.: Машиностроение, 1978. – 568 с.
6. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Д.К. Демидов, Б.Д. Зонов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986.
7. Блиев А.А. Обоснование технологической схемы плуга для гладкой двухъярусной вспашки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ВИМ, 1992. 22с.
8. SU1340605 (A1)-1987-09-30 Plough base. <http://www.Espasenet>.
9. SU1732826 (A1)-1992-05-15 Plow for flat plowing. – URL: <http://www.Espasenet>.
10. Жураев Т.Х., Эгамов Н.М., Амонов К.К. Дизайн-разработка рабочей поверхности по траектории движения частиц // АВИА-2013: Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. 21–23 мая 2013 г., г. Киев. – URL: <http://iap.nau.edu.ua>.
11. Жураев Т.Х. Дизайн-разработка концептуальной модели отвала с геометрически комбинированной поверхностью // Теорія та практика дизайн: збірник наук. праць за матеріалами I Міжнар. наук.-практ. конгресу «Міське середовище–XXI сторіччя» – Архітектура. Будівництво. Дизайн»; 10–14 лютого 2014 р. – Київ, 2014. – С. 41–46. – URL: <http://nau.edu.ua>
12. Жураев Т.Х. Создание конструктивно-геометрической модели промышленной продукции для САД систем на основе дизайн-разработок // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: 4-я Междунар. науч.-практ. конф. г. Курск, 4–5 июня, 2014. – Т. 1. – С. 216–221. – URL: <http://www.swsu.ru/structura/up/fiu/news/>.

# **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ**

**Студент Д.С. Прокопенко,  
канд. техн. наук, доцент Р.В. Зайцев,  
канд. техн. наук, научный сотрудник М.В. Кириченко**  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Рассмотрены основные принципы создания измерительного комплекса на основе микроконтроллера Atmel ATmega32. Был создан исследовательский образец комплекса для измерения вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов и проведена его апробация.

**Ключевые слова:** вольт-амперная характеристика; микроконтроллер; измерительный комплекс

## **AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM OF SEMICONDUCTORS CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS**

**Student D.S. Prokopenko,  
Ph.D. in Technical Science, Associate Professor R.V. Zaitsev,  
Ph.D. in Technical Science, Associate Professor M.V. Kirichenko**  
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkov

The article describes the basic principles of measuring complex based on microcontroller Atmel ATmega32. Was established research sample for measurement of current-voltage characteristics of semiconductor devices and held his approbation.

**Keywords:** current-voltage characteristics; microcontroller; measuring complex.

В связи с постоянным ростом объемов производства фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) солнечной энергии задача проведения экспрессной, экономичной и достоверной аттестации таких приборов как на этапе разработки и совершенствования, так и на этапе производства приобретает особую важность. Основной и наиболее применяемой методикой аттестации ФЭП остаются измерение и аналитическая обработка световых вольт-амперных характеристик (ВАХ) для получения выходных параметров и КПД приборов. В настоящее время за рубежом разработан целый ряд компьютеризированных комплексов, позволяющих производить автоматизированное

измерение и аналитическую обработку ВАХ с высокой точностью. Однако данные комплексы отличаются крайне высокой ценой и высокой сложностью, что исключает их использование отечественными разработчиками.

Современные успехи в развитии микроэлектроники, в частности создание достаточно мощных и дешевых микроконтроллеров и компьютеров с ARM и AVR [1–5] архитектурой, позволяют определить целью данной работы создание измерительного автоматизированного комплекса на основе микроконтроллера для экспрессной аттестации ФЭП по их ВАХ с достаточно высокой точностью при сохранении низкой стоимости комплекса.

Предлагаемый комплекс выполнен в виде приставки к персональному компьютеру (ПК) и схемотехнически состоит из двух блоков: управляющего и измерительного. Управляющий блок обеспечивает преобразование поступающего от ПК управляющего цифрового сигнала в аналоговую форму и его дальнейшую подачу на исполнительные элементы для создания требуемых физических условий проведения эксперимента. В измерительном блоке на аппаратном уровне реализованы принципы измерения физических параметров исследуемого образца, например тока и напряжения, и их последующее преобразование в цифровую форму для дальнейшей передачи на ПК. Обмен цифровой информацией с установленной на ПК программой управления и обработки данных производится по стандартному интерфейсу USB.

Конструктивно управляющий блок основан на серийном микроконтроллере ATmega32 [6], с прошивкой прозрачного программного обеспечения, аналогичного программам типа «framework» [7], для обеспечения полного контроля над процессами со стороны программы управления и обработки данных на ПК. Электрическая принципиальная схема микроконтроллерной части блока управления измерительного комплекса приведена на рис. 1.

К микроконтроллеру последовательно подключены 10 разрядный цифро-аналоговый преобразователь Analog Devices AD7533 [8] (аналог КР572ПА1) и необходимые операционные усилители, например Texas Instruments LM358 [9] (аналог 154УДЗ). Указанная последовательность включения позволяет на выходе блока задавать напряжение в диапазоне  $\pm 12$  В при токе до 1 А с минимальным шагом



около 5 мВ, чего вполне достаточно для проведения исследований ВАХ широкого ассортимента ФЭП различной конструкции. Электрическая принципиальная схема блока управления в целом приведена на рис. 2.

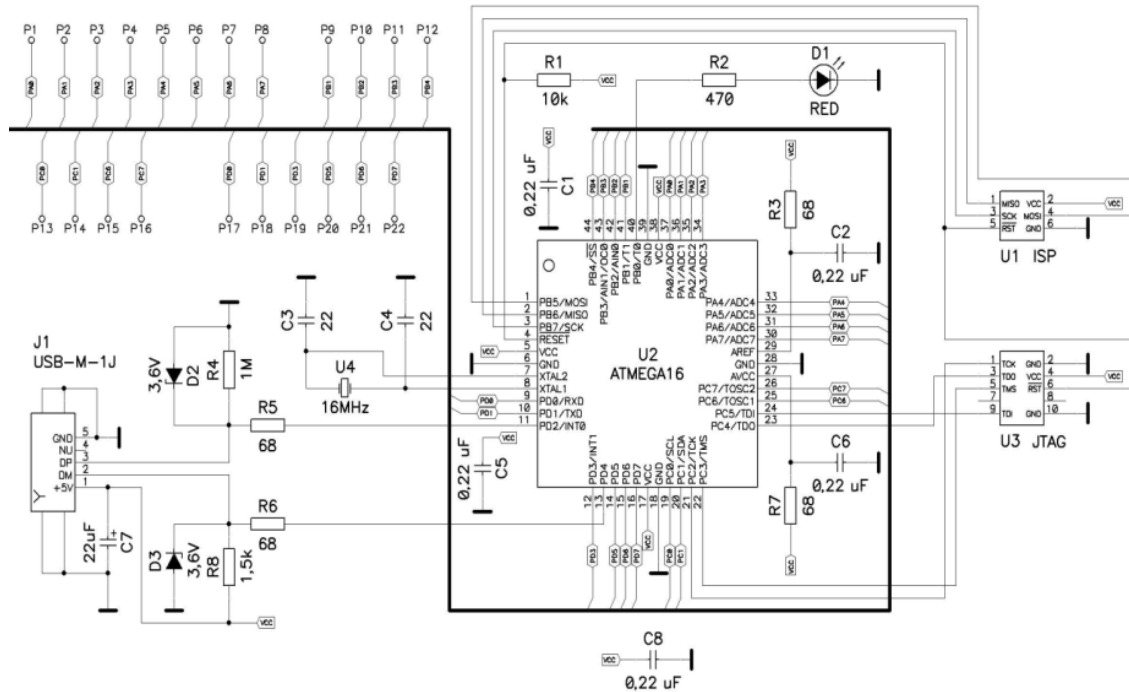


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема микроконтроллерной части блока управления измерительного комплекса

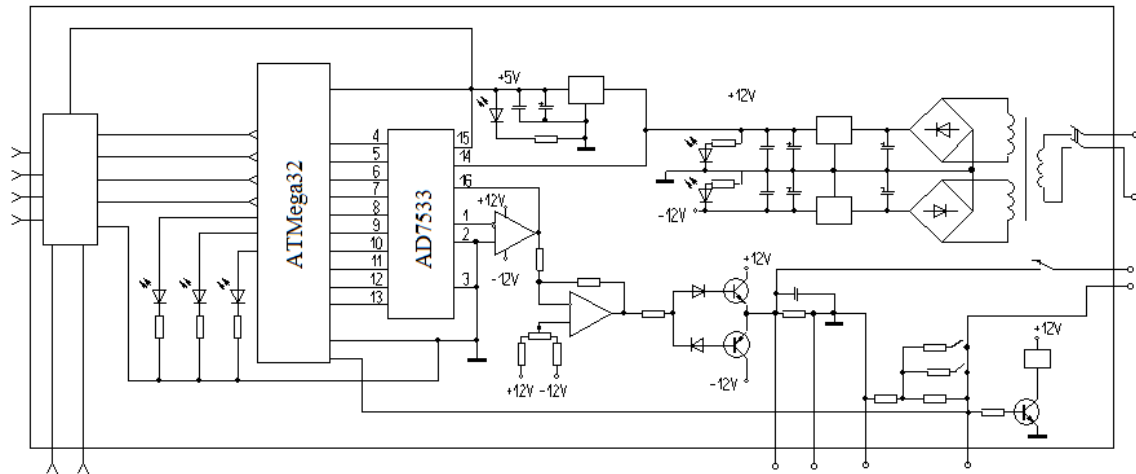


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема блока управления в целом

Измерительный блок, во избежание внесения дополнительной погрешности, было решено выполнить на основе калиброванных измерительных приборов, изготавливаемых промышленно, например

типа Mastech MS8040, которые имеют цифровой выход по интерфейсу RS232C [10]. При измерении ВАХ ФЭП данные приборы способны выполнять функции измерителей напряжения и тока, а подключенный к ним микроконтроллер обеспечивает преобразование сигналов в цифровую форму и его дальнейшую передачу на ПК по интерфейсу USB.

По предложенным принципиальным схемам был изготовлен измерительный комплекс «Ампер» и разработано необходимое программное обеспечение для управления процессом и обработки, и хранения полученных результатов. Общий вид фронтальной панели измерительного комплекса приведен на рис. 3, вид главного окна управляющей программы приведен на рис. 4. А на рис. 5 приведен вид измерительного комплекса в целом для проведения исследований вольт-амперных характеристик.



Рис. 3. Общий вид фронтальной панели измерительного комплекса «Ампер»

После завершения создания комплекса была проведена его апробация на вольт-амперных характеристиках ключевых элементов электронной техники, таких как резисторы, диоды, фотоэлектрические преобразователи. По результатам проведенной апробации были получены ВАХ исследуемых элементов, измеренных с помощью разработанного комплекса, а также с помощью классических приборов: характериографа, осциллографа, мостов постоянного тока и др. По результатам исследования ВАХ резисторов были получены значения сопротивлений и соответствующие рассчитанные погрешности измерения, приведенные в табл. 1.

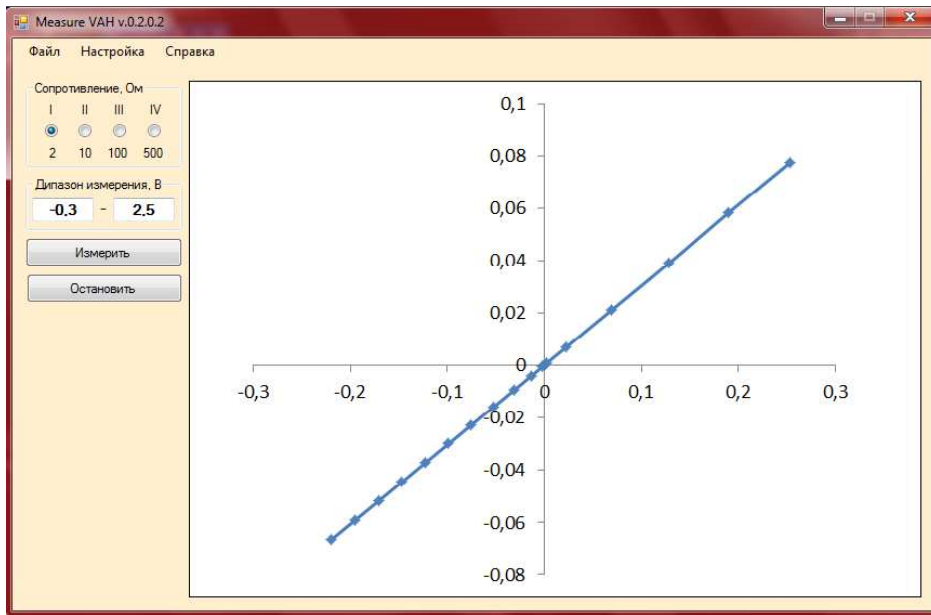


Рис. 4. Вид главного окна программы управления измерительным комплексом



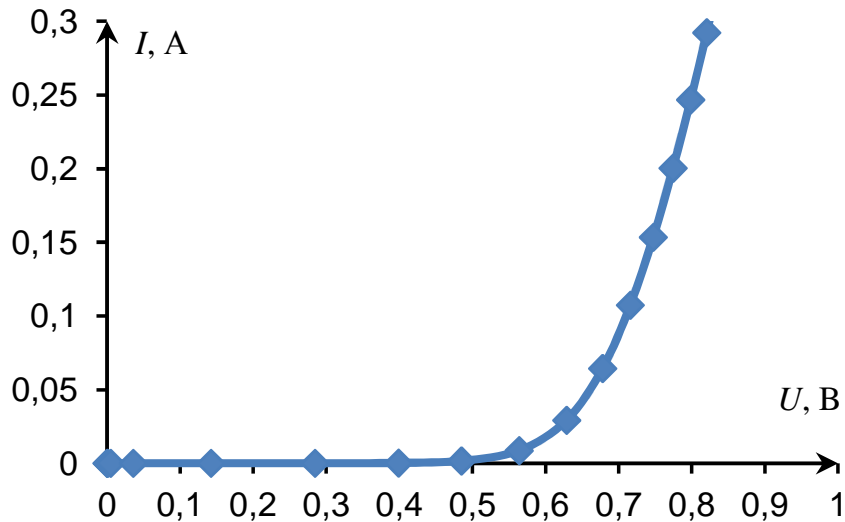
Рис. 5. Вид измерительного комплекса «Ампер» в целом для проведения исследований вольт-амперных характеристик

Таблица 1

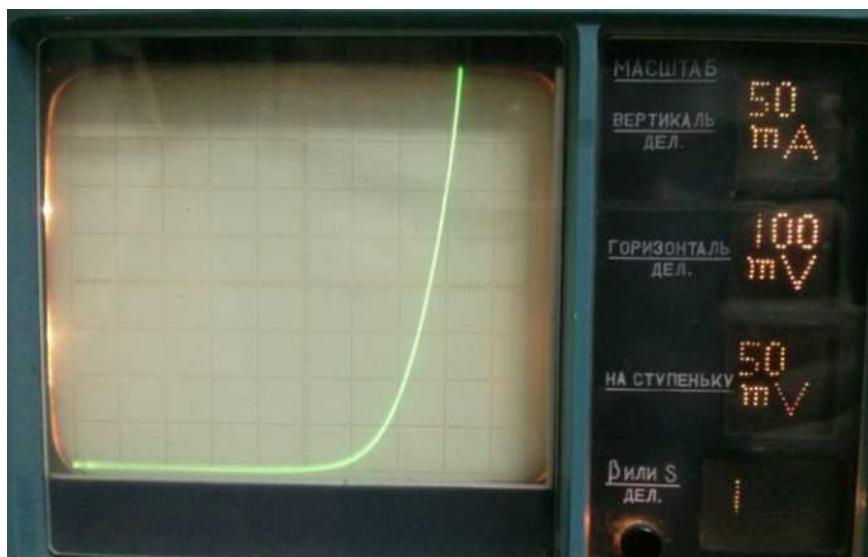
Значения сопротивлений резисторов, определенные при помощи моста постоянного тока P4833  $R_p$  и при помощи комплекса «Ампер»  $R_A$ , а также рассчитанные значения погрешности измерения комплекса  $\delta$

$R_p$ , Ом	$R_A$ , Ом	$\delta$ , %
1991	2045	1,01
10,13	10,15	0,18
3,33	3,28	1,01

Наряду с резисторами апробация проводилась путем сравнения ВАХ полупроводниковых диодов, например КД208. Полученные ВАХ диода с помощью комплекса «Ампер» и характериографа Л2-56 приведены на рис. 6, *а* и *б*, соответственно.



*а*



*б*

Рис. 6. Полученные ВАХ полупроводникового диода КД208:  
*а* – с помощью комплекса «Ампер»; *б* – с помощью характериографа Л2-56

По полученным ВАХ, приведенным на рис. 6, был проведен расчет погрешности измерения, усреднен по всем точками ВАХ. Усредненная погрешность измерения ВАХ диода не превышает 1 % при максимальном отклонении 1,3 %.

Также апробация проводилась при исследовании световых вольт-амперных характеристик поликристаллических кремниевых фотоэлектрических преобразователей производства Yingli Solar [10]. На рис. 7 приведены ВАХ типового образца фотоэлектрического преобразователя, полученные с помощью комплекса «Ампер» и с помощью классического метода против-ЭДС, измеренного в ручном режиме.

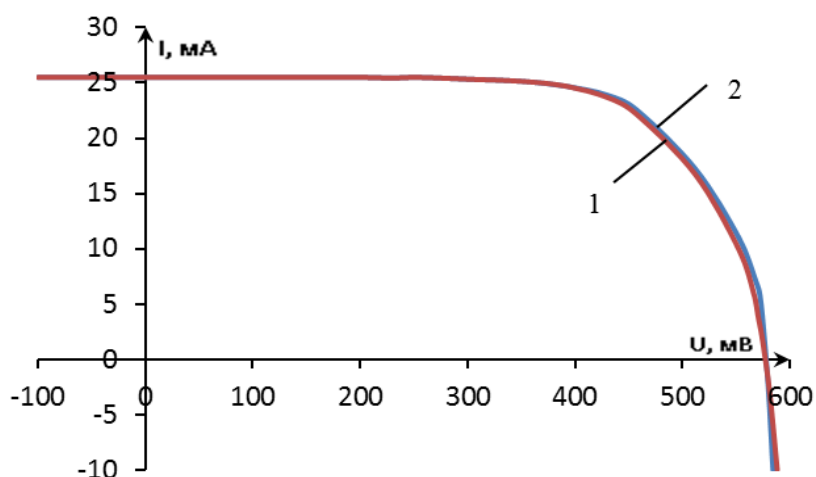


Рис. 7. ВАХ типового образца поликристаллического кремниевых фотоэлектрического преобразователя: 1 – измеренная с помощью комплекса «Ампер»; 2 – измеренная в ручном режиме

Полученные ВАХ фотоэлектрического преобразователя были обработаны с помощью авторского специализированного программного обеспечения с целью получения выходных и диодных параметров, значения которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения выходных и диодных параметров фотоэлектрического преобразователя, определенные с помощью метода против-ЭДС в ручном режиме и с помощью комплекса «Ампер»

Параметр	Ручной режим	Комплекс «Ампер»
КПД, %	10,18	10,25
$U_{xx}$ , мВ	581	585
$I_{кз}$ , мА	256	256
FF, отн. ед	0,69	0,69
$P_{нм}$ , мВт	102	102
$R_{п}$ , Ом	0,114	0,115
$R_{ш}$ , кОм	15,6	15,3
A, отн. ед	2,29	2,31
$I_0$ , А	$1,34 \cdot 10^{-6}$	$1,37 \cdot 10^{-6}$

Ключевым параметром оценки качества фотоэлектрических преобразователей является их КПД, поэтому оценку погрешности измерения проводили именно по этой величине. Расчет погрешности по КПД позволил установить, что погрешность измерения не превышает 0,7 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенный измерительный комплекс способен обеспечить проведение экспрессной и экономической аттестации широкого ассортимента приборов электронной техники, в частности фотоэлектрических преобразователей, с достаточно высокой точностью при средней погрешности измерения не больше 1 % путем измерения и последующей аналитической обработки темновых и световых вольт-амперных характеристик исследуемых приборов.

### Библиографический список

1. Mostafa G. Development of an 8-bit RISC microcontroller learning kit using Atmel ATmega32 architecture // Advances in Electrical Engineering (ICAEE). International Conference on 19–21 Dec. 2013. – P. 154–159.

2. Wei Zhang, Lin Yi. The design of ATmega32 MCU SPI and MAX191 serial A/D communication // Business Management and Electronic Information (BMEI). International Conference on 13–15 May 2011. – Vol. 2. – P. 526–528.

3. Zhu Zhengwei, Zhao Huihui, Shen Lin. Design of Multi-machine Communication System Based on TWI // Electrical and Control Engineering (ICECE). International Conference on 25–27 June 2010. – P. 3590–3593.

4. Joseph Yiu The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, Third Edition. – Burlington: Elsevier, 2007.

5. Jonathan W. Valvano Embedded Systems: Real-Time Interfacing to the Arm Cortex-M Microcontrollers. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011.

6. Datasheet ATMega32. – URL: <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA32.aspx>

7. Кухтецкий С. AVR-USB-MEGA16: быстрая разработка USB приложений на C# при помощи класса-обертки ATMega16. – URL: <http://microsin.ru/content/view/812/44/>.

8. Datasheet Analog Devices AD7533. – URL: [http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/AD7533.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7533.pdf).

9. Datasheet Texas Instruments LM358. – URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm358.pdf>

10. Yingli Solar // official site. – URL: <http://www.yinglisolar.com/>

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СЛОЕВ ITO И $Al_2O_3$ ДЛЯ НОВЕЙШИХ ЕМКОСТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

**Инженер-дефектоскопист Л.В. Зайцева**  
ОАО «Турбоатом», г. Харьков  
**Д-р техн. наук, профессор Г.С. Хрипунов,**  
**д-р техн. наук, профессор Б.М. Горкунов,**  
**канд. техн. наук, доцент Р.В. Зайцев**  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Рассмотрена ключевая проблема безжидкостного акустического контроля металлических изделий и предложено новейшее решение для дефектоскопии в условиях промышленного производства. Основной особенностью решения является использование тонкопленочных гибких емкостных преобразователей на основе структуры ITO/полиимид/ $Al_2O_3$  общей толщиной не более 20 мкм. На основании проведенного исследования структурных и электрических свойств слоев такой структуры определены оптимальные условия их получения для максимально эффективного использования в качестве емкостных преобразователей. Создан исследовательский образец тонкопленочного емкостного преобразователя для акустического контроля металлических изделий на основе структуры Al/ITO/полиимид/ $Al_2O_3$ .

**Ключевые слова:** тонкопленочный преобразователь; емкостной метод; дефектоскопия металлов.

## INVESTIGATION OF ITO AND $Al_2O_3$ THIN-FILM LAYERS FOR NEWEST CAPACITIVE CONVERTERS

**Engineer of Defectoscopy L.V. Zaitseva**  
OJSC «Turboatom», Kharkov  
**Doctor of Technical Science, Professor G.S. Khrypunov,**  
**Doctor of Technical Science, Professor B.M. Gorkunov,**  
**Ph.D. in Technical Science, Associate Professor R.V. Zaitsev**  
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkov

The article considers the key issue of metal parts liquid free acoustic control and proposed innovative solutions for defectoscopy in industrial production. The main feature of the solution is using flexible thin-film capacitive transducers based on the ITO/polyimide/ $Al_2O_3$  structure with total thickness less than 20 microns. Based on the research of structural and electrical properties of layers with such structure it has been established the optimal conditions to maximize the efficiency of their using as capacitive transducers. A prototype of thin-film capacitive transducer for metal parts acoustic control on the basis of Al/ITO/polyimide/ $Al_2O_3$  structure it has been manufactured.

**Keywords:** thin film converter; capacitive method; defectoscopy of metals.

Необходимость упрощения технологии контроля макродефектов металлических изделий в условиях промышленного производства обусловила дальнейшее развитие широко внедренных акустических методов [1]. Их основу составляют пьезоэлектрические приборы, которые реализуют акустический метод с использованием специальных жидкостей для обеспечения необходимого акустического контакта. Значительный опыт практического использования этого метода определил области, в которых он не является эффективным [2, 3]. Так, невозможно использовать жидкость для акустического контроля изделий с загрязненной поверхностью, пораженных коррозией или с покрытиями (краска, полимерные пленки и другие изоляционные покрытия), горячих и холодных изделий. Таким образом, для нужд практической дефектоскопии необходимо создать приборы, которые позволят проводить безжидкостной акустический контроль [4, 5].

Перспективными среди приборов безжидкостного акустического контроля могут быть средства, созданные на основе емкостного метода генерации и приема акустических сигналов, который имеет принципиально другой физический механизм генерации акустического сигнала в объекте контроля, поверхность которого является одной из обкладок емкостной композиции и которая сама генерирует сигнал без необходимости применения жидкости для обеспечения акустического контакта. Однако существующие емкостные композиции не позволяют получать необходимую чувствительность метода, и возникает задача поиска, создания и исследования новейших емкостных преобразователей на основе тонкопленочных слоев, среди которых довольно перспективными представляются слои полиимида, ИТО (Indium Tin Oxide, смешанный оксид индия и олова  $(\text{In}_2\text{O}_3)_{0,9} - (\text{SnO}_2)_{0,1}$ ) и оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

**Исследование тонкопленочных слоев для емкостных преобразователей.** Из практики использования классических емкостных преобразователей для дефектоскопии емкостным методом вытекают следующие ключевые требования для увеличения чувствительности и эффективности емкостных преобразователей, которые состоят в следующем:

- уменьшение толщины диэлектрической прослойки;
- увеличение величины диэлектрической проницаемости прослойки.



С точки зрения выполнения требований довольно актуальным представляется возможность использования в качестве диэлектрической прослойки и основы для емкостных преобразователей полиимидной пленки толщиной от 15 до 125 мкм, что в 10–100 раз меньше толщины классических диэлектрических прослоек, на основе которых могут быть выполнены емкостные преобразователи путем нанесения на поверхность пленки тонких слоев: проводящего слоя ИТО для создания проводящей обкладки преобразователя и диэлектрического слоя  $Al_2O_3$  для увеличения величины диэлектрической проницаемости. Емкостный преобразователь в общем случае может быть выполнен на основе структуры ИТО/полиимид/ $Al_2O_3$ . С целью определения оптимальных параметров такой структуры, которые позволят ее использовать в качестве емкостного преобразователя, были созданы исследовательские образцы с размерами 50×50 мм. Слои ИТО (0,2–0,3 мкм) и  $Al_2O_3$  (1 мкм) на полиимиде были получены методом неактивного магнетронного распыления при постоянном токе на вакуумной установке ВУП-5М при температуре подложки 300 °С.

Для достижения максимального качества таких структур необходимо контролировать параметры слоев ИТО и  $Al_2O_3$ : их кристаллическую структуру, которая обуславливает большинство их свойств, включая механические, и их зависимость от условий осаждения, а также поверхностное электрическое сопротивление пленки ИТО, значение которого определяют возможность использования такой структуры в качестве обкладки емкостного преобразователя.

**Исследование кристаллической структуры тонкопленочных емкостных преобразователей.** Исследование кристаллической структуры пленочных слоев было проведено традиционным рентгенодифракционным методом [6] на рентгеновском аппарате ДРОН-4 с автоматической записью дифракционного спектра с помощью компьютера при непрерывном  $2\theta$ -сканировании в интервале углов  $2\theta = 20^\circ \dots 75^\circ$  с фокусированием по Бреггу–Брентано ( $\theta-2\theta$ ) в излучении кобальтового анода. Также были проведены исследования поверхностей слоев ИТО и  $Al_2O_3$  с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ-100У. Полученные рентгенодифрактограммы и микроснимки поверхности приведены на рис. 1 и 2, для слоя ИТО и слоя  $Al_2O_3$  соответственно.

Анализ рентгенодифрактограмм слоев ИТО, полученных методом неактивного магнетронного распыления (рис. 1), показал, что

все слои имеют кристаллическую структуру стабильной кубической модификации  $\text{In}_2\text{O}_3$ . О последнем однозначно свидетельствует наличие отражений от плоскостей (221), (222), (400), (411), (332), (431), (440), (611), (622). Результаты расчетов отношений суммарной интегральной интенсивности всех пиков, которые наблюдаются на дифрактограмме, к толщине слоя ИТО указывают на наличие небольшого количества рентгенаморфной фазы в образцах. Также экспериментально было установлено, что при температуре подложки  $300^\circ\text{C}$  рост пленки происходит с преобладающей ориентацией в направлении  $\langle 111 \rangle$ .

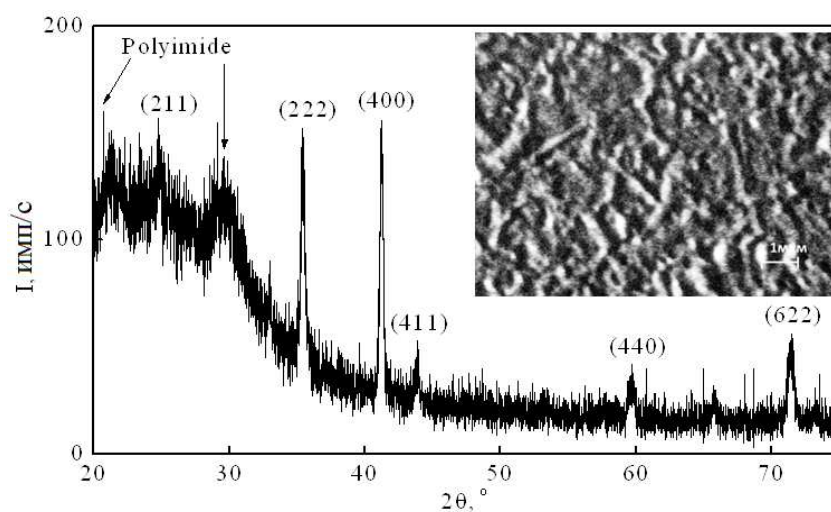


Рис. 1. Рентгендифрактограмма и микроснимок поверхности слоя ИТО, нанесенного на поверхность полиимида

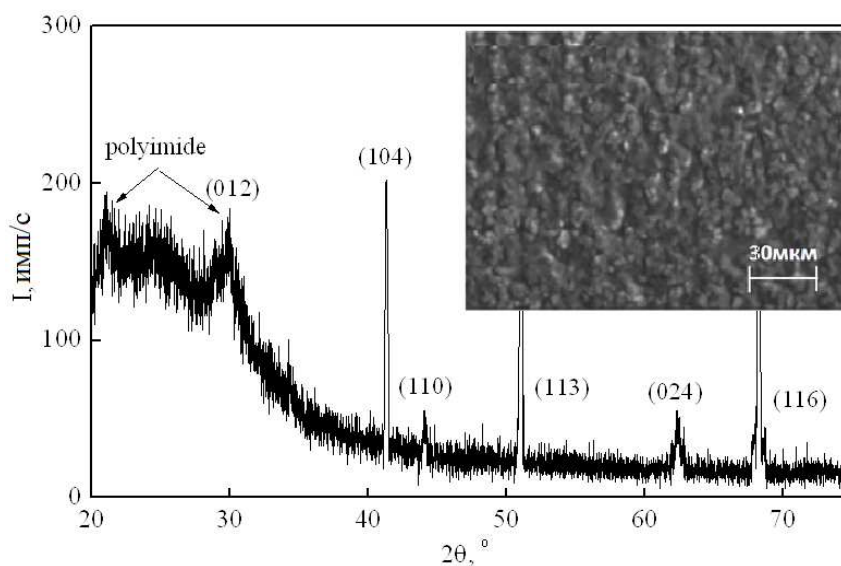


Рис. 2. Рентгендифрактограмма и микроснимок поверхности слоя  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , нанесенного на поверхность полиимида

Анализ структуры слоев  $\text{Al}_2\text{O}_3$  показал, что все слои имеют кристаллическую структуру стабильной ромбоэдрической модификации  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  с параметрами решетки  $a = 4,759 \text{ \AA}$ ,  $c = 12,993 \text{ \AA}$ . Об этом однозначно говорит наличие отражений от плоскостей (012), (104), (110), (113), (024) и (116). Анализ рентгендифрактограммы показывает, что слой  $\text{Al}_2\text{O}_3$  имеет стабильную кристаллическую структуру и, как следствие, имеет стабильные соответствующие структуре электрические параметры.

**Электрические свойства тонкопленочных емкостных преобразователей.** Как уже отмечалось, для изготовления тонкопленочных емкостных преобразователей на основе структуры ИТО/полиимид/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  наряду с кристаллической структурой слоев необходимо также контролировать поверхностное электрическое сопротивление проводящего слоя, значение которого определяет возможность использования такой структуры в качестве обкладки емкостного преобразователя без значительных потерь полезного сигнала, и диэлектрическую проницаемость диэлектрического слоя, которая существенно влияет именно на величину полезного сигнала.

Для контроля поверхностного электрического сопротивления слоя ИТО использовался четырехзондовый метод [7], а определенное по такому методу поверхностное электросопротивление слоя ИТО равняется 8–15 Ом/квадрат. Исследование ЭДС Холла свидетельствует о том, что полученное значение удельного электросопротивления обусловлено концентрацией основных носителей заряда  $8,3 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$  и подвижностью основных носителей заряда на уровне  $44 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ .

Исследования диэлектрической проницаемости полиимидной пленки и структуры полиимид/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  были проведены для частот возбуждающих сигналов в диапазоне  $10\text{--}10^7$  Гц, которые генерировались с помощью генератора сигналов типа ГСС-20. Величина емкости конденсаторной структуры измерялась с помощью RLC-метра типа Е318. Результаты исследований свидетельствуют о росте величины диэлектрической проницаемости структуры полиимид/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , которая составляет 8,5–11,5 отн. ед., сравнительно с полиимидной пленкой (3–3,5 отн. ед.) приблизительно в 3 раза при частотах возбуждающего сигнала в диапазоне 10 Гц – 10 МГц. Указанное обстоятельство подтверждает предположение относительно возможности увеличения диэлектрической проницаемости прослойки за счет нанесения на

полиимидную пленку тонкого слоя  $Al_2O_3$ . Рост диэлектрической проницаемости в 3 раза приведет к дополнительному росту чувствительности емкостного преобразователя на основе такой прослойки также в 3 раза.

**Изготовление исследовательского образца тонкопленочного емкостного преобразователя.** На основе проведенных исследований было разработано конструктивно-технологическое решение тонкопленочного емкостного преобразователя для проведения акустического контроля металлических изделий емкостным способом и был создан исследовательский образец тонкопленочного емкостного преобразователя. Внешний вид четырех таких преобразователей, которые дополнительно содержат токопроводящие шины из алюминия для упрощения контакта к оборудованию, приведен на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид исследовательского образца тонкопленочного емкостного преобразователя для акустического контроля металлических изделий

### **Выводы**

1. Предложено использование в качестве диэлектрической прослойки при дефектоскопии металлических изделий емкостным методом тонкой полиимидной пленки, толщина которой в 100 раз меньше толщины классических диэлектрических прослоек и составляет 15 мкм, а величина диэлектрической проницаемости равняется 3–4 отн. ед., что позволяет, соответственно, повысить чувствительность емкостного метода приблизительно в 10 раз.

2. При температуре подложки 300 °С и удельной мощности магнетрона 0,31 Вт/см<sup>2</sup> на полиимидных пленках фирмы Upilex были получены слои ИТО толщиной 0,2–0,3 мкм с поверхностным электросопротивлением 8 Ом/квadrat, при этом концентрация носителей заряда составила  $8,3 \cdot 10^{20}$  см<sup>-3</sup>, подвижность – 44 см<sup>2</sup>/(В·с).

3. Было установлено, что дополнительное использование тонких кристаллических пленок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, осажденных на подложку из полиимида, позволяет повысить величину диэлектрической проницаемости прослойки емкостного преобразователя от 3–4 отн. ед., характерных для полиимида, до 8,5–11,5 отн. ед. Рост величины диэлектрической проницаемости позволяет дополнительно не менее чем в 3 раза повысить чувствительность емкостного метода.

4. Создан исследовательский образец тонкопленочного емкостного преобразователя для акустического контроля металлических изделий на основе структуры Al/ИТО/полиимид/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Библиографический список

1. Патон Б.Є., Троїцький В.О., Посипайко Ю.М. Неруйнівний контроль в Україні // Інформ. бюл. Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики. – 2003. – № 2(18). – С. 5–9.

2. Троицкий В.А. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений – Киев: Изд-во ИЭС им. Е.О. Патона, 1997. – 224 с.

3. Білокур І.П. Акустичний контроль – Киев: ІЗМН, 1997. – 224 с.

4. Неразрушающий контроль: справочник в 7 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.

5. Карпаш О.М. Неруйнівний контроль та технічна діагностика нафтогазового обладнання та інструменту // Методи та прилади контролю якості. – 1997. – № 1. – С. 22–24.

6. Уманский Я.С. Рентгенография металлов и полупроводников. – М.: Металлургия, 1969. – 496 с.

7. Батавин В.В., Концевой Ю.А., Федорович Ю.В. Измерение параметров полупроводниковых материалов и структур. – М.: Радио и связь, 1985.

## МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ МЕЖВИТКОВОЙ ИОНИЗАЦИИ

**Аспиранты Е.В. Ивойлов, Д.Ю. Катюк,  
канд. техн. наук, доцент В.С. Деева**  
Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет

Представлено оригинальное исследование индуктивности как модели витковой топологии индуктивной структуры, проводящей ток, с замыканиями смежных витков.

**Ключевые слова:** замыкание; виток; модель.

## MODEL DEVELOPMENTS INTERTURN IONIZATIONS

**Graduate Students E.V. Ivoylov, D.Y. Katyuk,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.S. Deeva**  
TomskNational Research Tomsk Polytechnic University

The original research of the solenoid inductance as a model of coil inductive topology of current conductive structure, with short circuits of adjacent turns is represented.

**Keywords:** closing; turn; model.

В применяемых в индустрии механизмах, машинах и оборудовании индуктивные элементы типа соленоида находят широкое применение, в том числе в гетеродинных устройствах и системах контроля скорости и определения безопасного расстояния при движении в потоке транспорта [1–9]. Поэтому вопрос о качестве их технического состояния, эффективности работы, оцениваемой коэффициентом полезного действия электромагнитного и электрического устройства, часто является определяющим для самого факта существования не только этого устройства, но и содержащих его машинах и оборудования. Индуктивные структуры типа соленоида являются базовым элементом систем электромагнитного и индукционного разогрева при замене обода колесной пары в железнодорожном транспорте, электромагнитного тормоза подъемных механизмов и кранов и других транспортных механизмов и устройств, использующих электромагнитное поле как источник воздействия на среды и материалы в индустрии.

Продление ресурса индуктивной структуры (трансформатора, машины или электрического аппарата) осуществляется комплексным обследованием – трудоемкой, наукоемкой и дорогостоящей процеду-

рой. Требуемые решения для определения интервала проведения очередного диагностирования могут быть получены на основании рационального анализа имеющихся информационных выборок данных предыдущих процедур диагностики. При этом не следует избегать вероятностного прогнозирования поведения тех или иных элементов оборудования, содержащих индуктивные структуры в своей основе. Это обусловлено процессами старения материала межвитковой изоляции и неоднозначностью поведения среды межвиткового промежутка в индуктивных структурах, особенно в условиях воздействия сильных электромагнитных полей. Таким фактором неоднозначного поведения свойств среды межвиткового изолирующего промежутка является процесс восстановления изолирующих свойств среды слоя раздела смежных витков индуктивной структуры после акта электрического пробоя в этом слое, приведшего в точке пробоя к возникновению кратковременно действующего канала электрического разряда – проводника, кратковременно замкнувшего смежные по топологии витки.

Указанные обстоятельства определяют цель и задачи изложенного ниже анализа и приводят к необходимости изучения особенностей трансформирования замыканием смежных витков исходно однородной индуктивной структуры, например, в [1] – катушек фокусирующей и отклоняющей электронный пучок приемного устройства системы преобразования оптического в электронное изображение с целью определения изменившейся взаимосвязи параметров фокусирующей и отклоняющей системы и закономерностей их изменения в измененной замыканием индуктивной структуре с исходной однородной начальной топологией витков. Это же обстоятельство определяет и актуальность задачи исследования влияния возникновения аварийных ситуаций, например, типа замыканий витков индуктивной структуры индуктора катапульты для ускорения разгона плазменных сгустков в плазменных ускорителях и при баллистическом метании тел, на эффективность функций, определенных проектировщиками при применении индуктивных структур [1–8].

В статье кратко изложены результаты исследования изменения принципа преобразования индуктивной структуры с исходно однородной топологией витков при возникновении в ней нарушения витковым замыканием, меняющим топологию индуктивной структуры индуктора катапульты.

Нарушение топологии витков индуктивной структуры, в зависимости от ранга нарушения, может приводить к разным явлениям: повышенным токам межвитковых утечек через слой изоляции, резкому снижению изоляционных свойств материала межвитковых промежутков, появлению очагов ионизации межвиткового промежутка – источника частичных разрядов, образованию неплотного с большим переходным сопротивлением контакта витков смежных в пространстве и в витковой топологии, образованию полного замыкания смежных витков с очень малым переходным сопротивлением контакта и, наконец, образованию парных замыканий, обуславливающих формирование парных групп взаимных индуктивностей [2–8]. Например, в результате замыкания витков реактивный индуктор может произвольно случайным образом трансформироваться (с большей или меньшей частотой среза) в заградитель, который будет выполнять совершенно противоположную функцию, а именно препятствовать выходу на резонансный режим как наиболее эффективный по энергосбережению режим работы. Подобное проявление функции, противоположной основному назначению индуктора, обусловлено изменением из-за замыкания витков структуры его витковой топологии, его индуктивности и эквивалентной схемы.

В работе использован известный подход эквивалентирования – замещение индуктивно связанного элемента некоторой эквивалентной схемой – цепью, которая не содержит в явной форме индуктивных связей. Принцип эквивалентирования существенно упрощает расчеты электрических цепей, придавая при этом большую наглядность особенностям физического взаимодействия. При одиночном, парном межвитковом замыкании и замыкании на землю (корпус) его индуктивная однородная структура трансформируется в цепь отдельных индуктивностей, взаимодействующих своими магнитными потоками, т.е. превращается в цепь с взаимной индуктивностью или в индуктивно связанную цепь. В зависимости от вида межвиткового замыкания индуктивной структуры трансформированная замыканием структура может оказаться соединением «согласно включенным» частям индуктивной структуры (с одинаковой ориентацией токов относительно направления намотки витков индуктивности) или встречным включением – частей структуры. При этом в каждой из частей индуктивной структуры индуктора будет индуцироваться ЭДС, одновременно обусловленная собственным потোকосцеплением  $\psi_c$  и потোকосцеплением  $\psi_m$  связанной с ней части:

$$-e_c = L_K \frac{di_K}{dt} \pm L_M \frac{di_M}{dt},$$



где  $L_M = k_{\text{св}} [L_{K1}/L_{K2}]$  – взаимная индуктивность частей индуктора  $L_{K1}$  и  $L_{K2}$  до акта замыкания составлявших  $L_0$  – его исходной индуктивности;  $k_{\text{св}} \leq 1$  – коэффициент связи, характеризующий меру взаимного влияния друг на друга частей  $L_{K1}$  и  $L_{K2}$  одной и той же изначально общей индуктивной структуры. Обычно знак «+» принимают при согласном включении частей индуктивности; знак «-» – при встречном их включении. При расчете цепи по законам Кирхгофа дополнительное напряжение, обусловленное взаимной индукцией  $U_M = \pm j\omega L_M$ , учитывают как компоненту с учетом особенностей включения частей соленоида.

### Библиографический список

1. Слободян С.М. Диссекторные гетеродинные системы // Зарубежная радиоэлектроника. – 1986. – № 6. – 62–72.
2. Слободян М.С., Слободян С.М. Модель динамики электрического контакта // Приборы и системы: Управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 2. – С. 42–47.
3. Слободян М.С., Слободян С.М. Марковские модели живучести контактной пары // Заводская лаборатория. – 2012. – № 3(78). – С. 74–78.
4. Деева В.С., Слободян М.С., Слободян С.М. Живучесть щеточного контакта электрических машин // Электричество. – 2013. – № 4. – С. 45–49.
5. Ивойлов Е.В., Слободян С.М., Елгина Г.А. Влияние замыканий на свойства индуктивности // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2014. – № 5. – С. 42–46.
6. Слободян М.С., Слободян С.М. Марковская модель живучести подвижного контакта // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 2. – С. 61–66.
7. Деева В.С., Слободян С.М. Динамика изоморфного разрушения скользящего токосъема // Энергетик. – 2011. – № 9. – С. 36–38.
8. Деева В.С. Изоморфизм скользящего контакта конденсированных сред // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика: труды II Междунар. интернет-конф. – Пермь, 2010. – С. 120–121.
9. Burghardt G. Uber den Einflub der Lichtbogenlange und der Lichtbogenverlustarbeit auf die Wiederverfestigung kurzer Wechstromlichtbogen in Luft // ETZ. –A. – H.6. – 1964. – S. 24–26.

# РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОДВИЖНОЙ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

**Магистрант С.А. Артемов,  
канд. техн. наук, доцент А.В. Кычкин**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Системы энергомониторинга актуальны для подвижных платформ с электроприводом. В качестве модели платформы используется мобильная интеллектуальная платформа. Система энергомониторинга должна выполнять общие для всех платформ функции по сбору, хранению, обработке и передаче данных. Исполнение систем энергомониторинга различается по применению. Предложены три структуры систем энергомониторинга, описана работа систем, разобраны основные функциональные блоки систем, сформулированы достоинства и недостатки каждой из них.

**Ключевые слова:** энергомониторинг; мобильная платформа; система энергомониторинга.

## STRUCTURE DESIGN ENERGY MONITORING SYSTEM FOR MOBILE PLATFORM WITH ELECTRIC DRIVE

**Master student S.A. Artemov,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor A.V. Kychkin**  
Perm National Research Polytechnic University

Energy monitoring system are relevant for mobile platforms with electric drive. As a model of the platform used mobile intelligent platform. Energy monitoring system must perform common functions for all platforms for the collection, storage, processing and transmission of data. Execution energy monitoring systems varies by application. Proposed three structures of the energy monitoring, describes the operation of systems, describes the main functional blocks of systems, formulated advantages and disadvantages of each.

**Keywords:** energy monitoring; mobile platform; energy monitoring system.

В последнее время уделяется очень много внимания окружающей среде, а именно снижению воздействия факторов, которые ее загрязняют. Одним из них являются выхлопные газы автомобилей. В связи с этим в Европе наметилась тенденция к экологически чистому транспортному средству – электромобилю. Некоторые специалисты утверждают, что электромобили могут вытеснить дизельные

автомобили уже в конце текущего десятилетия. Вследствие чего возникает ряд вопросов, связанных с эффективным использованием электроэнергии на электромобилях или других транспортных средствах, использующих электрическую энергию. Ответы на данные вопросы можно получить при использовании системы энергомониторинга (СЭМ) на модели электромобиля, в качестве которой выступает мобильная интеллектуальная платформа (МИП) [1–3].

**Функции системы энергомониторинга.** После рассмотрения существующих систем выделим требования и функции, которые должна выполнять СЭМ:

- отслеживать положения МИП на карте, ее маршрут;
- отслеживать уровень заряда батареи МИП;
- отслеживать потребляемый ток МИП;
- отслеживать скорость движения МИП;
- отслеживать погодные условия.

Данные, полученные на основе выполняемых функций, должны быть наглядно представлены пользователю СЭМ.

В зависимости от вида платформы исполнение системы может быть трех типов, краткое описание которых представлено ниже.

#### Описание структур систем энергомониторинга

Тип исполнения	Описание
Система навесного типа	Все оборудование, необходимое для выполнения функций СЭМ, устанавливается поверх существующих сенсорной (СС) системы и системы управления (СУ) МИП
Интегрированная система	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование СС МИП, а в СУ МИП встраивается ряд задач, которые выполняют функции СЭМ
Система смешанного типа	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование МИП, а для выполнения задачи энергомониторинга используется отдельный контроллер

**Изучение объекта энергомониторинга.** Для обеспечения функции энергомониторинга возьмем типовую робототехническую систему. Данная система представляет собой четырехколесную платформу с приводом на все колеса. Исходя из концепции трехуровневой автоматизированной системы, структурная схема, представленная на рис. 1, содержит: первый – полевой подуровень, который включает в себя набор датчиков и исполнительных механизмов, второй – контроллерный подуровень

включает в себя контроллер управления исполнительными органами, контроллер сбора данных и главный (интеллектуальный) контроллер. Третий уровень – система связи с оператором.

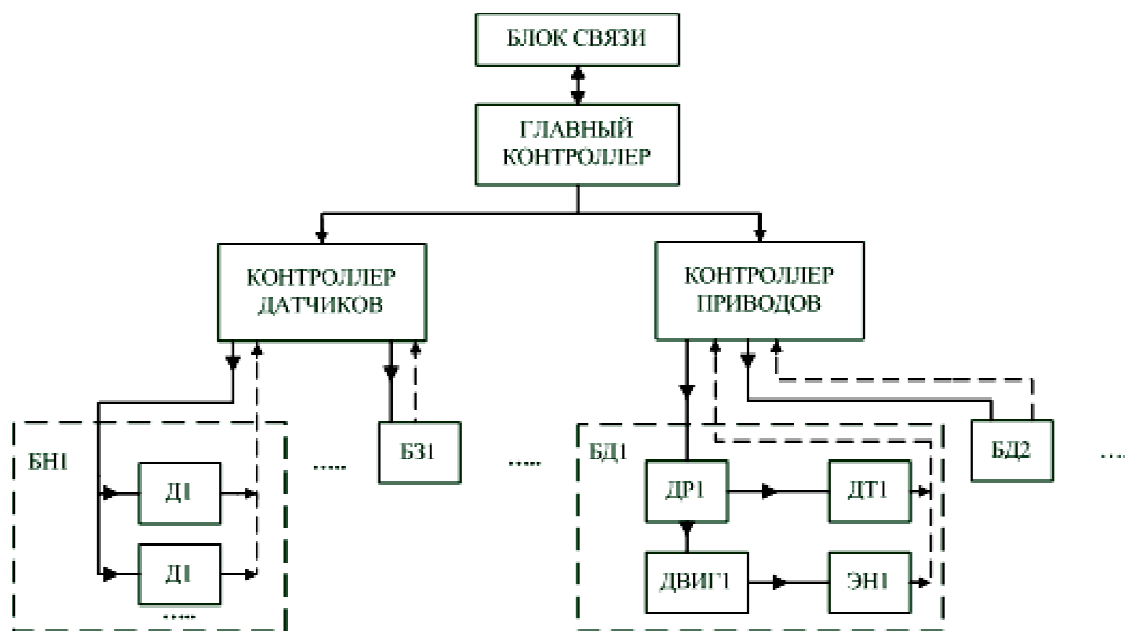


Рис. 1. Структурная схема мобильной системы

Условные обозначения: Д – датчик; БН – блок независимых датчиков; БЗ – блок зависимых датчиков; БД – блок двигателя; ДР – драйвер двигателя; Двиг – двигатель; ДТ – датчик тока; ЭН – энкодер.

Сенсорная подсистема – это глаза и уши робота, с помощью которых он ориентируется в пространстве.

Уровень дистанционного управления представлен автоматизированным рабочим местом, с которого и поступают команды на интеллектуальную систему управления, систему управления исполнительными механизмами и систему управления сенсорами.

**Разработка мобильной системы энергомониторинга.** Для решения проблемы энергомониторинга робототехнической мобильной платформы были рассмотрены готовые решения для мобильных объектов. За основу готовой системы были взяты три варианта рассматриваемых систем.

Рассмотрим типовую для всех трех систем схему работы (рис. 2).

В системе имеются две батареи питания, у которых необходимо отслеживать температуру для коррекции емкости, напряжение и ток, за счет которых рассчитывается мощность. Для ввода корректирующих параметров и расчета энергопотребления необходимо отслежи-

вать параметры окружающей среды. Чтобы рассчитать потребляемую мощность исполнительными органами необходимо отслеживать также параметры двигателей. Для связи с диспетчером применим GSM-модуль. Чтобы отследить положение платформы, в системе предусмотрен GPS/ГЛОНАСС-приемник.

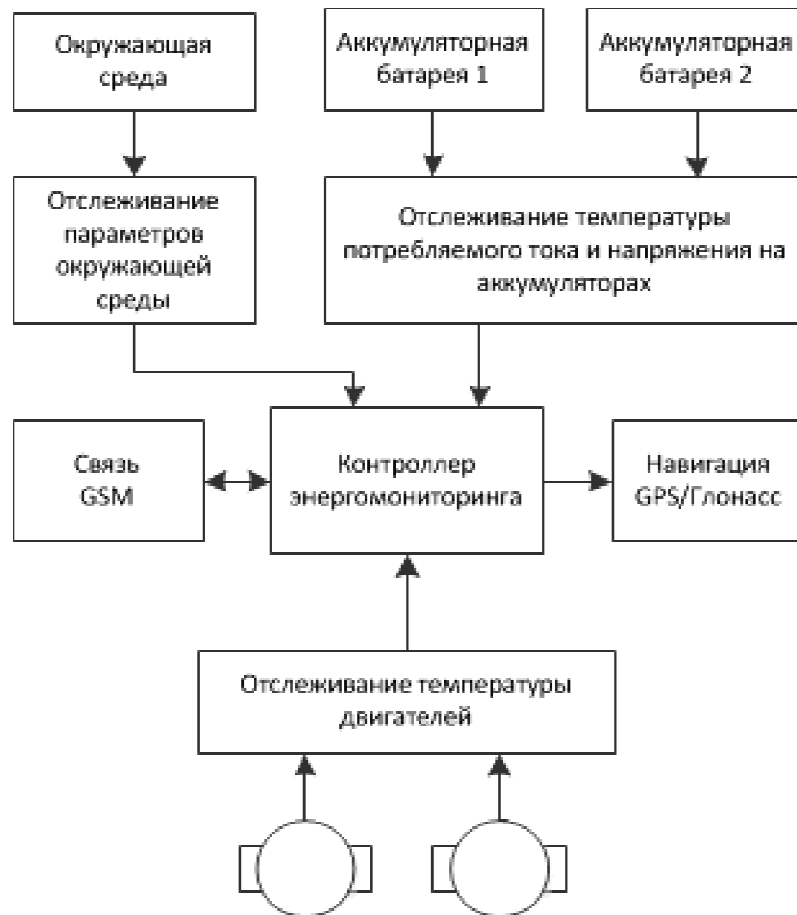


Рис. 2. Функциональная схема системы энергомониторинга

Первый вариант системы рассматривается как полностью автономное решение, выполненное в виде навесного модуля и набора датчиков.

Система состоит из двух аккумуляторных батарей. Первая батарея предназначена для питания силовых нагрузок, представленных исполнительными механизмами, для управления логическими уровнями, они подключены через управляющие драйверы (рис. 5). Вторая батарея меньшей емкости предназначена для питания электроники, датчиков и других маломощных потребителей. Для отслеживания разряда батарей предусмотрены два комплекта датчиков напряжения и тока, путем перемножения которых можно получить потребляемую

мощность. Кроме того, в системе предусмотрены датчики температуры аккумуляторных батарей, так как емкость батарей напрямую зависит от температуры. Таким образом, в зависимости от данного параметра можно ввести поправочный коэффициент, на который будет домножаться номинальная емкость, и мы получим действительное значение емкости.

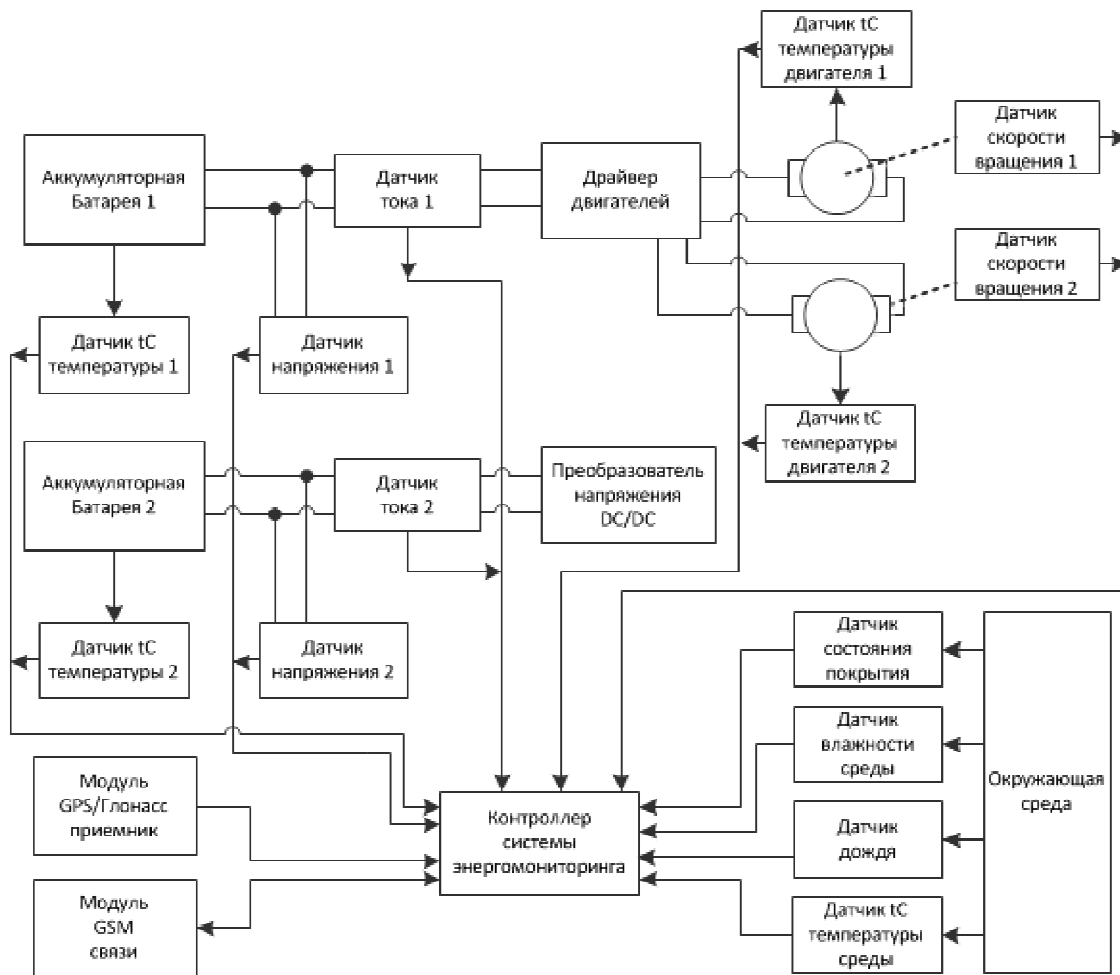


Рис. 5. Автономная система энергомониторинга

Для отслеживания энергопотребления исполнительных органов в системе предусмотрены датчики скорости вращения двигателей и датчики температуры, так как сопротивление обмоток двигателей напрямую зависит от их температуры. Можно также ввести коэффициент поправки и спрогнозировать увеличение потребляемой мощности. Для отслеживания параметров окружающей среды установлены датчики температуры, влажности, состояния покрытия. От всех этих факторов также будет зависеть энергопотребление робототехнической платформы. Достоинствами применения данной системы явля-

ются: быстрдействие, отказоустойчивость и способность к расширению, кроме того, мы получаем универсальную систему, которая может быть подключена в работу путем добавления. Недостатками являются: потребление энергии самой системой и обеспечение дополнительного пространства на объекте мониторинга.

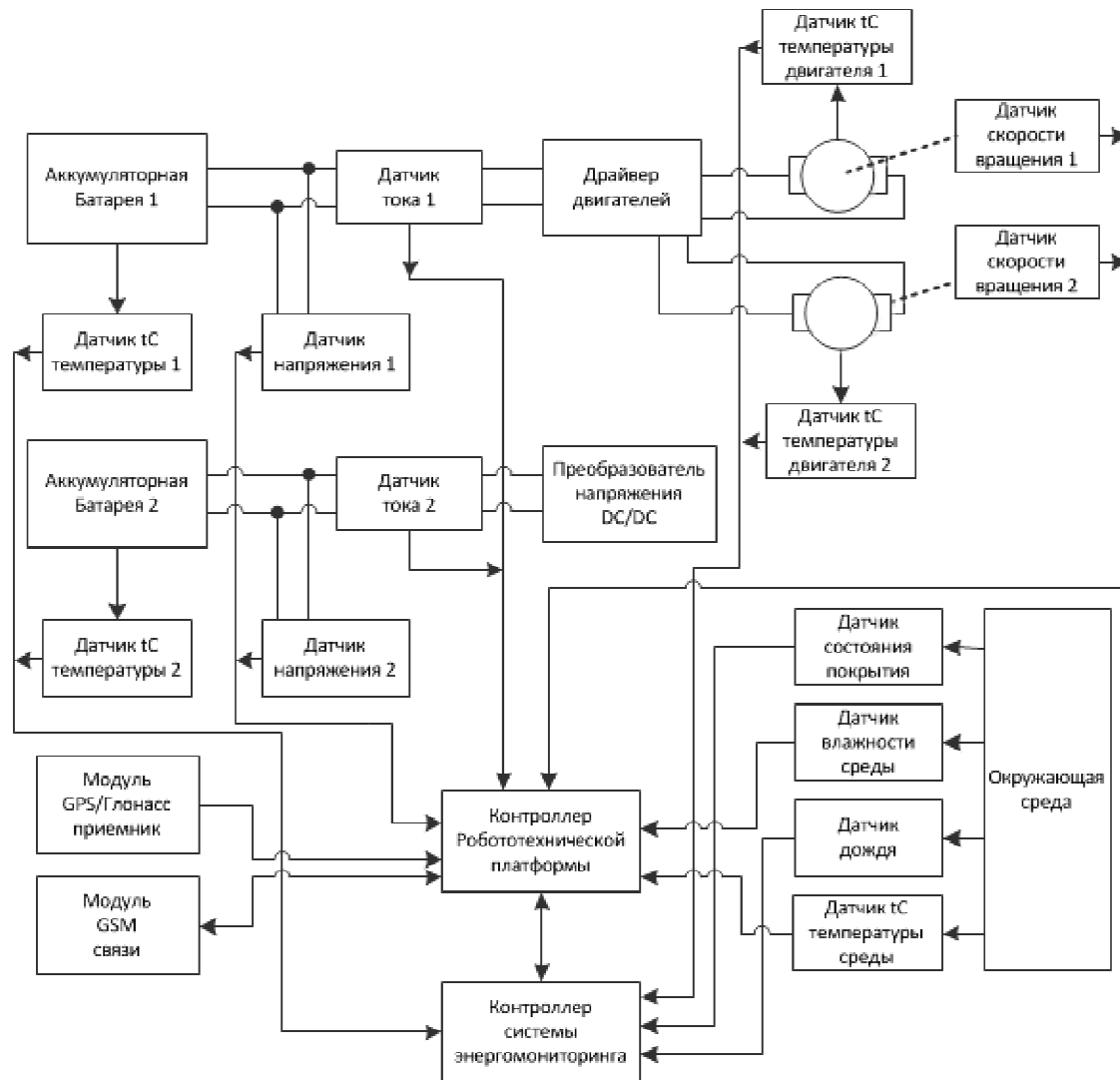


Рис. 6. Структурная схема системы смешанного типа

Второй вариант системы – интегрированная система энергомониторинга. Мы имеем дело с полностью автоматизированной робототехнической платформой, которая имеет на бору различного рода датчики, которые также отслеживают параметры окружающей среды, скорость двигателей и характеристики аккумуляторных батарей. Наиболее рациональным решением является – дополнить систему необходимыми датчиками и модулями, где функции контроллера энергомониторинга вшиты в котроллер робототехнической системы.

Таким образом, мы получаем систему, структурная схема которой схожа с системой навесного типа, при этом мы получаем экономию энергии и пространства, кроме того, упрощаем систему в целом. Недостатки данной системы очевидны, путем переключивания функций и подключения дополнительных датчиков мы усложняем систему, уменьшаем ее надежность и перегружаем основной контроллер.

Третий вариант системы – система смешанного типа. Данная система выглядит как симбиоз системы управления робототехнической платформой и системой энергомониторинга (рис. 6). Суть такова, что на платформе уже встроены датчики напряжения и тока аккумуляторов, некоторые датчики отслеживания окружающей среды, модули связи и навигации. Всей этой информацией управляет основной контроллер платформы, и если дополнить систему недостающими датчиками и модулями, подключаемыми к дополнительному контроллеру, и какой-либо связью с контроллером платформы, можно получить довольно гибкую, надежную и экономичную систему. Недостатком системы является её неуниверсальность, т.е. для каждой системы необходимо подключать определенные датчики, связывать контроллеры по определенному интерфейсу и протоколу, таким образом, получаем сложную систему.

### **Библиографический список**

1. Current Cost EnviR – мониторинг потребления электроэнергии. – URL: <http://habrahabr.ru/post/127322/> (дата обращения: 14.09.2014).
2. Обзор The JEVIS System. – URL: <http://www.openjevis.org/projects/openjevis> (дата обращения: 14.09.2014).
3. Петроченков А.Б., Даденков Д.А., Поносова Л.В. К вопросу о классификации автоматизированных систем управления // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 243–255.



# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ

**Магистр А.В. Литовченко, аспирант А.А. Авдулов**  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Рассматриваются электромагнитное перемешивание жидкого металла затвердевающих слитков, проблема модифицирования структуры слитка в роторной литейной машине посредством электромагнитного воздействия. Описаны устройство и принцип работы электромагнитного модификатора.

**Ключевые слова:** электромагнитное перемешивание; дефекты слитков и литой заготовки; модифицирование; алюминиевая катанка; электротехнология; роторные литейные машины.

## APPLICATION OF ELECTROMAGNETIC HASHING AT CONTINUOUS MOULDING

**Master A.V. Litovchenko, Graduate Student A.A. Avdulov**  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

In work electromagnetic hashing of liquid metal of the hardening ingots, a problem of modifying of structure of an ingot in the rotor foundry car by means of electromagnetic influence is considered. The device and the principle of operation of the electromagnetic modifier is described.

**Keywords:** electromagnetic hashing; defects of ingots and cast preparation; modifying; aluminum rod iron; electrotechnology; aluminum rod iron; rotor foundry cars.

**Индукционный метод электромагнитного перемешивания (ИЭМП) затвердевающих отливок и слитков.** Электромагнитное перемешивание жидкого металла затвердевающих слитков является весьма эффективным средством воздействия на процесс формирования кристаллической структуры слитка. В настоящее время получили распространение два способа электромагнитного перемешивания: *индукционный*, базирующийся на использовании бегущего электромагнитного поля, и *кондуктивный*, в основе которого лежит применение скрещенных и постоянных во времени электрического и магнитного полей.

Бегущее электромагнитное поле создается системой проводников, которые определенным образом включены в сеть трехфазного переменного тока. При этом токи, проходящие по каждому двум соседним проводникам, смещены по фазе. Магнитное поле, наведенное такой системой токов, изменяется во времени по гармоническому

закону; длина полуволны синусоиды, распространяющейся вдоль поверхности индуктора, называется полюсным шагом (или полюсным делением) [1].

В настоящее время электромагнитное перемешивание получило наибольшее распространение при непрерывной разливке стали. По сравнению с традиционным способом разливки по изложницам применение непрерывного литья стали существенно улучшает основные показатели кристаллической структуры слитков (повышается химическая и структурная однородность литой стали), приводит к увеличению выхода годного металла, облегчает внедрение систем автоматического управления процессом.

Электромагнитное перемешивание затвердевающих слитков способствует сокращению зоны столбчатых кристаллов и повышает степень химической однородности непрерывно-литой стали. Этим, однако, не исчерпывается благотворная роль ЭМП при непрерывной разливке. Важным показателем качества непрерывно-литой заготовки является степень развития поверхностных дефектов (неслитины, наплывы, трещины). Известно, что с повышением температуры разливки (т.е. температуры расплавленной стали в промежуточном ковше, откуда расплав попадает в кристаллизатор) число поверхностных дефектов сокращается. Учитывая это, желательно разливать сталь, перегретую выше точки ликвидуса на 40...60°. Однако с увеличением начального перегрева расплава стимулируется развитие зоны столбчатой кристаллизации, а значит, и степени осевой сегрегации примесей. Применение ЭМП при непрерывном литье стали позволяет устранить это противоречие.

Дефекты бывают внутренними и наружными. Внутренние опасны тем, что трудно выявляются, но при определенных условиях при прокатке они дробятся, утоняются, вытягиваются и закрываются, становясь неопасными. Наружные дефекты опасны всегда, так как не закрываются при прокатке, поэтому их можно и нужно выявлять и устранять перед следующим переделом.

Традиционно все дефекты делят по происхождению: дефекты, которые возникают в результате несоблюдения или несовершенства технологии в сталеплавильных цехах, и дефекты, которые появляются в прокатном цехе. Деление это условно, так как некоторые дефекты сталеплавильного происхождения исправимы в прокатном цехе, и в появлении их на металле «виноваты» оба производства [2].

**Процесс электромагнитного модифицирования алюминиевых слитков в роторных литейных машинах.** Алюминиевую катанку изготавливают на литейно-прокатных агрегатах с литейной машиной роторного типа CCR line: Continuous Casting & Rolling, (рис. 1). Основными производителями данного оборудования являются CONTINUUS-PROPERZI S.P.A. (Италия) [3] и Southwire Company (США) [4]. Литейная машина отливает непрерывно-литую заготовку трапецевидного сечения (от 1000 до 3500 мм<sup>2</sup>), которая далее поступает на прокатный стан для механической обработки. Данные агрегаты, являются современным оборудованием, позволяющим обеспечивать высокую производительность (до 100 тыс. т в год) и малые производственные затраты.



Рис. 1. Литейно-прокатный агрегат для производства алюминиевой катанки

На роторных литейных машинах для ряда сплавов не удается получить катанку с требуемыми физико-механическими свойствами либо получение такой катанки трудоемко и имеет высокую себестоимость. Это вызвано тем, что структура отливаемых слитков крупнозерниста и неоднородна. Некоторые сплавы, например с цирконием, просто не удастся прокатать из-за плохой структуры заготовки (отливки трескаются или рассыпаются), валки быстро выходят из строя,

снижается производительность стана. Также агрегаты, запущенные в эксплуатацию в 60-х и в начале 70-х годов прошлого века, не соответствуют современному уровню оборудования и технологии и не могут быть использованы для производства катанки из высокопрочных электротехнических алюминиевых сплавов [5].

В связи с этим актуальной научно-технической задачей является создание более совершенных и экономичных технологий получения катанки, которая позволит освоить массовое производство проводов из новых типов сплавов, обеспечивающих, кроме прочего, увеличение пропускной способности линий электропередач. Одним из путей решения данной задачи является разработка технологий улучшения структуры непрерывно-литых слитков.

В настоящее время в литейных машинах с роторным кристаллизатором возможно влиять на структуру слитка путем регулирования скорости литья, температуры расплава и скорости охлаждения. Каждый из способов имеет свои ограничения: снижения скорости литья уменьшает производительность, скорость охлаждения ограничена резким падением температуры к сердцевине слитка. Уменьшения размера зерен в слитке можно добиться путем добавления в сплав лигатуры AlTiB, но это приводит к удорожанию конечной продукции, что не всегда целесообразно.

Существует еще один способ получения более мелкозернистой структуры – создание интенсивного течения расплава на границе раздела фаз в процессе кристаллизации. Как известно из теории кристаллизации [6], на границе раздела создаются локальные зоны кристаллизации, образующие дендритные структуры. Обмывание границы раздела фаз жидким металлом в момент кристаллизации способствует разрушению дендритных образований, что в свою очередь способствует появлению новых зон кристаллизации и, как следствие, обеспечивает в конечном итоге мелкозернистую и гомогенизированную структуру слитка.

Длина жидкой фазы слитка в роторной литейной машине в зависимости от параметров литья составляет от 0,8 до 1,5 м. Исходя из конструктивных особенностей литейной машины, создание принудительной циркуляции расплава в слитке возможно только бесконтактным способом. Для этого предлагается установить в зоне кристаллизации устройство – электромагнитный модификатор (далее – ЭМ-модификатор), создающий переменное магнитное поле.

Установка индуктора на данную литейную машину с минимальными затратами возможна в зоне после прижимного ролика над стальной лентой (рис. 2, а). Переменное магнитное поле, проникая в жидкий металл, будет наводить в нем вихревые токи, которые взаимодействуя с полем индуктора, создадут силы Лоренца. Электромагнитные силы в зависимости от характера поля будут создавать течения в расплаве, обеспечивающие формирование необходимой структуры слитка.

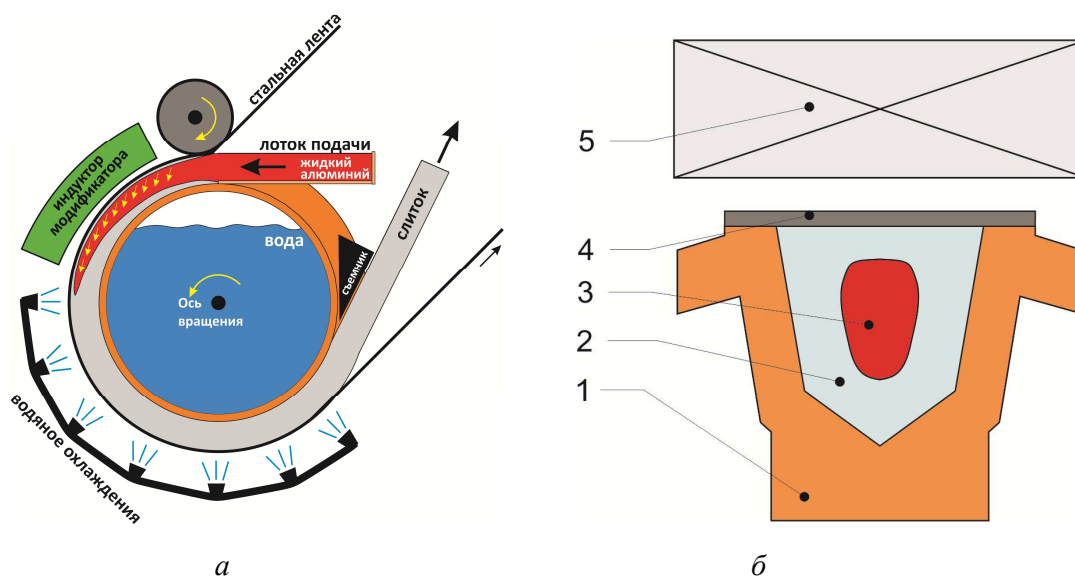


Рис. 2. Роторная литейная машина с электромагнитным модификатором:  
 а – место расположения модификатора; б – поперечное сечение кристаллизатора, где: 1 – медный бандаж литеного колеса; 2 – твердая фаза слитка; 3 – жидкая фаза слитка; 4 – стальная лента; 5 – индуктор модификатора

Создание ЭМ-модификатора для воздействия на жидкую фазу слитка с точки зрения электротехники имеет ряд трудностей, так как для того чтобы магнитное поле индуктора проникло в жидкую фазу слитка, ему необходимо преодолеть своеобразные экраны в виде бесконечной стальной ленты и закристаллизовавшейся части слитка (рис. 2, б). Величина немагнитного зазора складывается из воздушного зазора между лентой и индуктором, толщиной самой ленты и толщиной закристаллизовавшегося металла. Величина воздушного зазора из-за высокой температуры стальной ленты (до 700 °С) даже при интенсивном обдуве не может быть меньше 30 мм. Толщина стальной ленты составляет 2,5 мм, а толщина закристаллизовавшегося слитка составляет порядка 5–10 мм. Таким образом, минимальный немагнитный зазор равен 37,5 мм, что

гораздо больше, чем у классических электрических машин (до 1 мм). При этом также необходимо учитывать экранирующее и размагничивающее действие экранов.

### **Библиографический список**

1. Стальной слиток / Ю.А. Самойлович, В.И. Тимошпольский, И.А. Трусов, А.П. Несенчек. А.П. Фоменко. – Минск: Беларуская навука, 2000.

2. Рудской А.И., Дунев В.А. Теория и технология прокатного производства: учеб. пособие. – СПб.: Наука, 2005

3. CONTINUUS-PROPERZI S.P.A. [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.properzi.com> (дата обращения: 04.02.2014).

4. SouthwireCompany [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.southwire.com> (дата обращения: 04.02.2014).

5. Белый Д.И. Алюминиевые сплавы для токопроводящих жил кабельных изделий // Кабели и провода. – 2012. – № 1 [332]. – С 8–15.

6. Непрерывное литье алюминиевых сплавов / В.И. Напалков, Г.В. Черепок, С.В. Махов, Ю.М. Черновол. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. – 512 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В БЫТОВЫХ ЦЕЛЯХ

Студенты Г.А. Приемышев, А.С. Мингалева,  
доцент С.Ю. Вотинова

Лысьвенский филиал Пермского национального исследовательского  
политехнического университета

В данной статье оценена возможность применения возобновляемых и альтернативных источников энергии в широтах и климате Урала. На примере использования солнечных коллекторов и тепловых насосов рассмотрены экономическая эффективность и экологическая безопасность получения тепла на обогрев помещений и горячее водоснабжение без сжигания какого-либо топлива и с минимальным потреблением электроэнергии. Описана также возможность существенной экономии электроэнергии, доступная каждому человеку за счет выбора энергоэффективных источников света.

**Ключевые слова:** солнечные коллекторы, тепловые насосы, солнечные батареи, энергосбережение, энергоэффективность, светодиодные источники.

## USE OF RENEWABLE ENERGY FOR DOMESTIC PURPOSES

Students G.A. Priemishev, A.S. Mingaleva,  
Associate Professor S.Yu. Votnova

Lysvensky branch of the Perm National Research Polytechnic University

This paper evaluated the possibility of using renewable and alternative energy sources in latitude and climate of the Urals. On the example of the use of solar collectors and heat pumps are considered economic efficiency and environmental friendliness generate heat for space heating and hot water without burning any fuel, and with minimal power consumption. The article also describes a possibility of substantial energy savings available to each person by selection of energy-efficient light sources.

**Keywords:** solar collectors, heat pumps, energy conservation, energy efficiency, LED lights, solar panels.

XXI век – век новейших технологий, век поразительных достижений человечества, но при этом отравленные химикатами и нечистотами вода, воздух, зараженные выбросами разнообразных предприятий, в том числе многочисленных тепловых электростанций (не менее 70 % электроэнергии в России вырабатывается ТЭС), ежегодно сжигающих миллионы тонн топлива, да и атомные электростанции – заметная угроза безопасности человека, несмотря на все принимаемые меры.

У нас нет запасной планеты, куда мы все сможем перебраться, окончательно загадив нашу! Во многих странах давно уже задумались об использовании альтернативных, возобновляемых источников энергии, не наносящих столь разрушительного вреда экологии. И это вполне благополучные государства, обладающие немалыми природными ресурсами! Арабские шейхи, «сидящие» на нефти, уже сегодня тратят миллиарды долларов на строительство целых городов, использующих энергию солнца для получения электроэнергии, в которых запрещен бензиновый и дизельный автотранспорт (такие автомобили останутся на стоянках за пределами города), а для перемещения предоставляются такси – электрорикши! Один из них сказал, что грустно после себя оставлять перерытую безжизненную пустыню! Иракский и ливийский диктаторы (Саддам Хусейн и Муаммар Каддафи), пугавшие весь мир, тем не менее, заполняли целые десятки квадратных километров пустыни солнечными батареями, имея при этом немало нефти!

Сегодня весь мир ищет новые источники энергии, которые будут дешевыми и возобновляемыми. Именно за ними будущее всей мировой энергетики! Понятно, что построить солнечную энергетику в южных теплых странах гораздо проще, но и северные страны давно с успехом используют возобновляемые источники энергии (ВИЭ): например, Голландия вся уставлена вышками с ветряными генераторами, созданы также приливные и волновые морские электростанции, Норвегия – богатейшая в Европе по запасам нефти и Швеция объявили, что уже к 2020 г. наполовину будут обеспечивать себя за счет альтернативной энергетики! Питер Фрей, генеральный директор Solarvalley Mittelddeutschland, заявил, что уже сегодня Германия четверть энергии получает от возобновляемых источников и планирует к 2050 г. уже 80 % энергопотребления обеспечивать собственными ВИЭ [1]. Это долгосрочная стратегия, связанная с формированием новой инфраструктуры и законодательной базы, которая требует нового уровня сотрудничества между компаниями-производителями и правительствами разных стран. И дело тут не только в экологической безопасности, но и в экономических проблемах энергетики. Пока стоимость получения 1 кВт электроэнергии от солнца или ветра обходится дороже, чем на традиционных ГЭС и ТЭС. Но нужно понять, отмечал эксперт Алекс Ткаченко, генеральный директор компании Siluria, что время дешевой энергетики прошло, и отрасль нужда-



ется в реформировании. Из-за больших расстояний и плохой транспортной системы потери электроэнергии по России составляют до 40 % еще до того, как она дойдет до потребителя [4]. Солнечные батареи и коллекторы, компактные ветрогенераторы можно устанавливать на крыше или стенах дома, в саду и т.п., то есть полностью устраняя затраты на транспорт энергии, кроме того, ее можно эффективно аккумулировать или отдавать в общую электросеть.

Основное направление утилизации солнечной теплоты – использование схем с концентрированием солнечной энергии посредством зеркал или линз. Простейший и давно известный способ – прямой нагрев воды в летнем душе, очаги без дров (рис. 1).



Рис. 1. Очаги без дров в Африке и Непале

Существует еще много способов преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую. Эффективным для большой энергетики является паротурбинный способ, аналогичный применяемому на обычных ТЭС. В сентябре 2014 г. вступила в строй Кош-Агачская СЭС на Алтае, которая является первым объектом солнечной генерации мощностью 5 МВт в России. К 2019 г. планируется ввод еще четырех солнечных электростанций на территории Республики Алтай [6]. Алтай – это южные широты, где угол направления солнечных лучей благоприятнее и в целом солнечная активность гораздо выше, чем на Урале, но и в климатических условиях Пермского края (средние широты) можно с успехом использовать возобновляемые источники энергии: солнце (для электроснабжения, отопления и горячего водоснабжения дома), ветер (компактные ветрогенераторы, пригодны для установки в индивидуальных домах), воду (портативные гидрогенераторы будут давать электроэнергию и в небольшом ручье).

Имеется опыт применения солнечной установки в Лысьвенском районе для автономного электроснабжения пчелиной пасеки (потребители – осветительные приборы, холодильник, телевизор).

Простейшим и наиболее дешевым способом использования солнечной энергии является нагрев бытовой воды в так называемых солнечных коллекторах. Солнечные коллекторы разного типа позволяют получить тепловую энергию, которая в первую очередь используется для приготовления горячей воды, что особенно актуально в летний период года, когда наблюдаются максимальная солнечная активность и максимальное потребление горячей воды (рис. 2).



Рис. 2. Интегрированный вакуумный коллектор с тепловыми трубками

Кроме этого в отдельных случаях при построении комбинированных котельных установок тепло от солнечных коллекторов частично можно использовать в различных системах отопления, например, при работе котельной установки в переходные периоды года.

Используя энергию солнца, гелиосистемы позволяют ежегодно экономить традиционное топливо:

- до 75 % – для горячего водоснабжения (ГВС);
- до 50 % – для отопления;
- до 80 % – для дежурного отопления.

В вакуумном водонагревателе-коллекторе объем, в котором находится темная поверхность, поглощающая солнечное излучение, отделен от окружающей среды вакуумированным пространством, что позволяет практически полностью устранять потери теплоты в окружающую среду за счет теплопроводности и конвекции (рис. 3).

Солнечные коллекторы для горячего водоснабжения можно устанавливать на крыше дома, на специальных панелях на стене, на земле или на балконе многоэтажного дома (см. рис. 2).

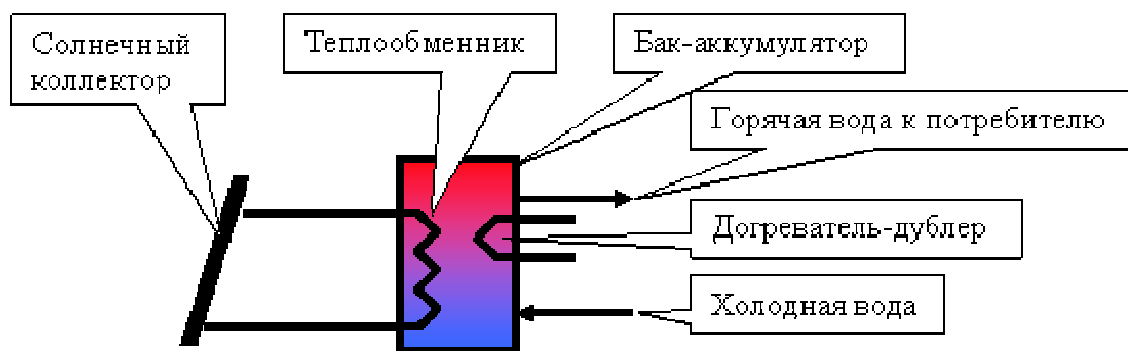


Рис. 3. Схема круглогодичной солнечной водонагревательной установки

В Екатеринбурге на крыше многоквартирной десятиэтажки установили в 2014 г. вакуумные солнечные коллекторы [7]. Поглощая солнечную энергию, они нагреваются и направляют антифриз, который в них находится, в подвал. Там он подогревает воду в цистернах, и затем она поступает в квартиры. Таким образом, одновременно решается вопрос и с теплом, и с горячей водой.

Отрадно, что фирмы по продаже и монтажу подобного оборудования есть не только в крупных городах России (Пермь, Санкт-Петербург), но и в малых, например в Лысьве (реализованы проекты горячего водоснабжения от солнечных коллекторов: в феврале 2014 г. частного дома, а в июне – бытовых помещений складов) [7].

Еще одним уникальным устройством, использующим ВИЭ, является тепловой насос – это источник энергии для системы отопления и горячего водоснабжения, а также одновременно и для системы кондиционирования. Основное отличие теплового насоса от других генераторов тепловой энергии (электрических, газовых и дизельных) заключается в том, что при производстве тепла до 80 % энергии извлекается из окружающей среды. Тепловой насос «выкачивает» солнечную энергию из грунта, скальной породы или озера, накопленную за теплое время года. Как работает тепловой насос? Охлажденный теплоноситель, проходя по внешнему трубопроводу, нагревается на несколько градусов. Внутри насоса теплоноситель, проходя через теплообменник, называемый испарителем, отдает собранное из окружающей среды тепло во внутренний контур теплового насоса, который заполнен хладагентом. Хладагент, имея очень низкую температуру кипения, проходя через испаритель, превращается из жидкого состояния в газообразное. Это происходит при низком давлении и температуре  $-5^{\circ}\text{C}$ . Из испарителя газообразный хладагент

попадает в компрессор, где он сжимается до высокого давления и высокой температуры. Далее горячий газ поступает во второй теплообменник, конденсатор, где происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного трубопровода системы отопления дома. Хладагент отдает свое тепло в систему отопления, охлаждается и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель системы отопления поступает к отопительным приборам (рис. 4).

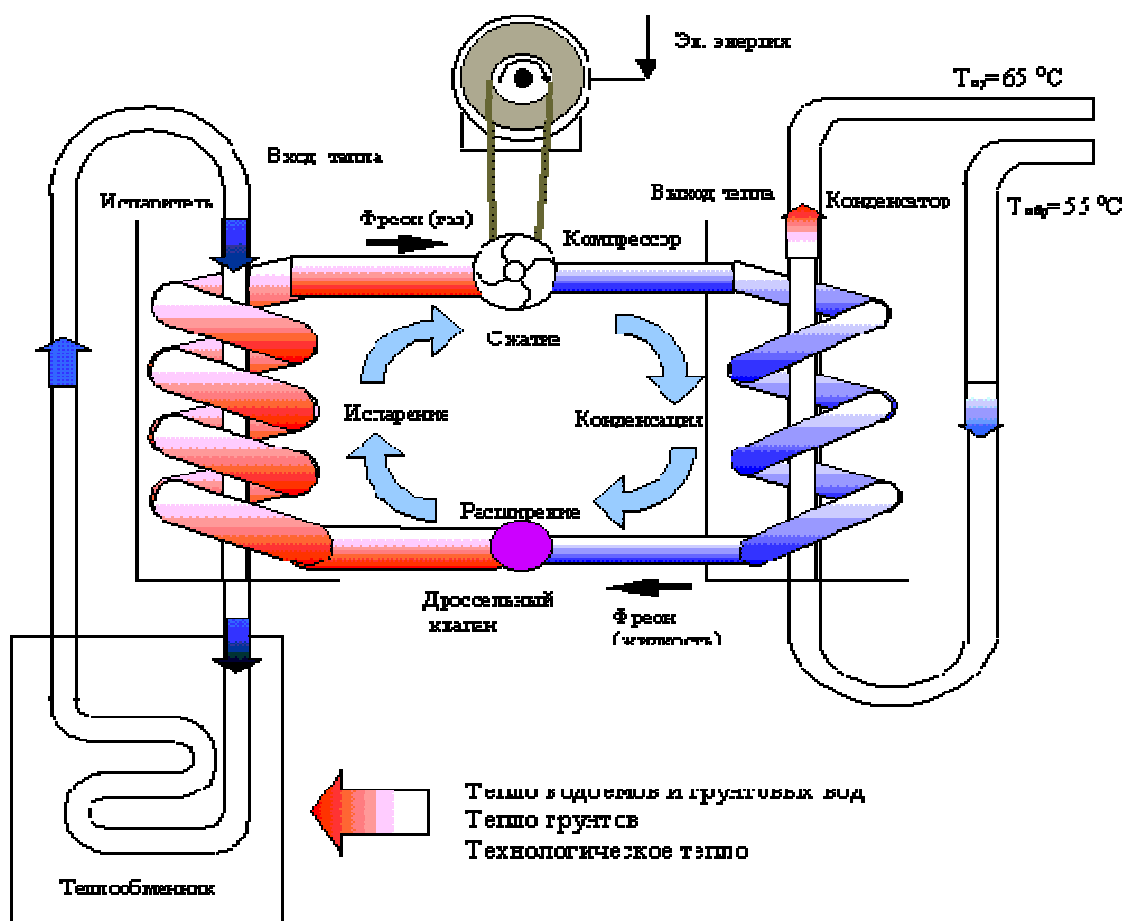


Рис. 4. Принцип действия теплового насоса

Внешний контур, собирающий тепло окружающей среды, представляет собой полиэтиленовый трубопровод, уложенный в землю или в воду. Теплоноситель – 30 % раствор этиленгликоля (либо этилового спирта).

Теплонасос экономически эффективен во всех случаях, когда стоимость прокладки коммуникаций к удаленным объектам оказывается слишком высокой. Кроме того, вследствие больших потерь в централизованных системах теплоснабжения цена 1 кВт тепловой

энергии, произведенной теплонасосом, оказывается в 1,5–2 раза ниже. В ряде европейских стран до 80 % возводимых зданий отапливаются тепловыми насосами. Затраты на отопление жильцов двухэтажного дома в Кировской области, отапливаемого с 2012 г. только с помощью теплового насоса, по заключению мэрии в 2 раза ниже, чем у соседей с традиционным центральным отоплением.

А что может сделать каждый из нас? Самое простое и выгодное (!) для любого человека – это использовать *энергоэффективные приборы*, прежде всего для освещения дома, квартиры. Это будет иметь не такую уж и малую экономию энергоресурсов страны и личных денег! На освещение в промышленности тратится до 10 % потребляемой электроэнергии, в быту – до 40 %! Произведя замеры освещенности люксометром разных типов ламп, убеждаемся, что лампа накаливания мощностью 60 Вт со сроком службы около 3000 часов, энергосберегающая (люминесцентная) лампа – 15 Вт, 10 000 часов и светодиодная лампа – 7 Вт, 40 000 часов дают одинаковую освещенность! Сравнение цены: лампа накаливания 20 руб, энергосберегающая (люминесцентная) лампа – 100 руб и светодиодная лампа – 7 Вт – 320 руб.

Но, безусловно, поначалу, отпугивает цена: 320 руб – за маленькую лампочку мощностью 7 Вт! Но материальные затраты на приобретение светодиодных ламп окупятся в считанные месяцы, а у вас останутся видимые в прямом и переносном смысле преимущества: спектр освещения близок к естественному, экологическая безопасность (внутри ламп нет газов, паров ртути и других металлов), низкое потребление энергии и высокий КПД (экономия электроэнергии до 90 %).

### **Библиографический список**

1. Байерс Т. 20 конструкций с солнечными элементами. – М.: Мир, 1988.
2. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / под ред. Э.В. Сарнацкого. – М.: Стройиздат, 1990.
3. Книга о «Солнце». Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. Руководство по тепловым насосам / Фирма VISSMANN. – 2013.
4. National Busines (журнал). – 2013. – № 4.
5. Электроника: Наука, Технология, Бизнес (журнал). – 2007. – № 4.
6. URL: <http://ria.ru/economy/20140904/1022746196.html#ixzz3K9DwZIXW>
7. URL: <http://www.uekvarma.ru>.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ «ЗЕЛЕНых» ВЫЧИСЛЕНИЙ

**Студенты Р.Б. Рашевский, М.В. Хлебников**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассматриваются современные технологии «зеленых» вычислений, применяемые как в кластерных вычислительных системах, так и в отдельных вычислительных устройствах.

**Ключевые слова:** «зеленые» вычисления, энергоэффективность, виртуализация, энергосбережение.

## MODERN TECHNOLOGIES OF GREEN COMPUTING

**Students R.B. Rashevskiy, M.V. Hlebnikov**  
Perm National Research Polytechnic University

This article deals with modern technologies of "green" computing which used in cluster computing systems and in separate computing devices.

**Keywords:** "green" computing, energy efficiency, virtualization, energy saving.

С популяризацией современных вычислительных технологий, таких как «облачные системы», становится очевидной все большая и большая зависимость современного общества от энергетических ресурсов, обеспечивающих работу вычислительных технологий. На сегодняшний день вычислительные центры по всему миру потребляют 0,5 % от общего уровня потребления энергии во всем мире, при этом по современным расчетам при сохранении текущих темпов годового прироста энергопотребления к 2020 г. этот показатель может увеличиться в 4 раза – до 2 %. Согласно статистическим данным Министерства энергетики США в 2005 г. потребление энергии вычислительными серверами и системами охлаждения составляло 1,2 % от национального объема потребления энергии в США, удваиваясь каждые 5 лет [1].

Современные суперкомпьютеры и вычислительные центры могут потреблять десятки мегаватт энергии, что непосредственно сказывается на росте финансовых затрат владельцев вычислительной инфраструктуры. Если на заре становления информационных технологий (в 60-70-х гг. XX в.) владельцами вычислительных центров, как правило, являлись те или иные научно-исследовательские организа-

ции, то сегодня большая часть вычислительных центров принадлежит коммерческим организациям, для которых ключевым является показатель экономической эффективности. Более того, в условиях рецессии мировой экономики государственные организации вынуждены сокращать свои затраты, а некоторые коммерческие организации пересматривать свои бизнес-модели. По этой причине крупнейшие производители вычислительных средств фокусируют свои усилия на достижении лучшего показателя мощности на единицу стоимости вычислительного средства [2].

Стоит также учесть, что большая часть энергии, используемой в современном обществе, извлекается из ископаемого топлива, которое является невозобновляемым источником энергии и запасы которого в долгосрочной перспективе весьма ограничены. Помимо этого извлечение энергии из ископаемого топлива влечет за собой огромные выбросы вредных веществ в атмосферу и окружающую среду. Поиски новых, в том числе возобновляемых, источников энергии, которые в перспективе смогут заменить ископаемые источники энергии, на данный момент активно ведутся, но могут занять не один десяток лет.

В связи с этим становится очевидной необходимость разработки подходов и методов для проектирования современных энергоэффективных вычислительных систем, которые позволят добиться лучшего соотношения вычислительной мощности к потребляемой энергии (PPW – Performance per Watt) [3].

В мировом сообществе проблема эффективного энергопотребления широко обсуждается и признается одной из самых острых проблем современности. Для решения задачи повышения энергоэффективности создана отдельная отрасль науки – «зеленые» вычисления (от англ. "green" computing). В рамках данного научного направления проводятся теоретические и практические исследования, разрабатываются концепции, которые позволят в скором будущем на качественно новом уровне решить проблему эффективного потребления энергии [4].

В рамках данной статьи дан обзор существующих программных и аппаратных технологий, позволяющих добиться повышения энергоэффективности в области компьютерных вычислений, а также описаны принципы их работы.

В крупных кластерных системах, таких как центры обработки данных или «облачные» платформы, для обеспечения энергоэффективности вычислительной инфраструктуры применяют технологию виртуализации. Виртуализация представляет собой размещение нескольких независимых виртуальных систем на базе одной аппаратной платформы. За взаимодействие каждой виртуальной системы с аппаратной платформой отвечает специализированное программное обеспечение – гипервизор. Общая схема работы технологии виртуализации представлена на рисунке.

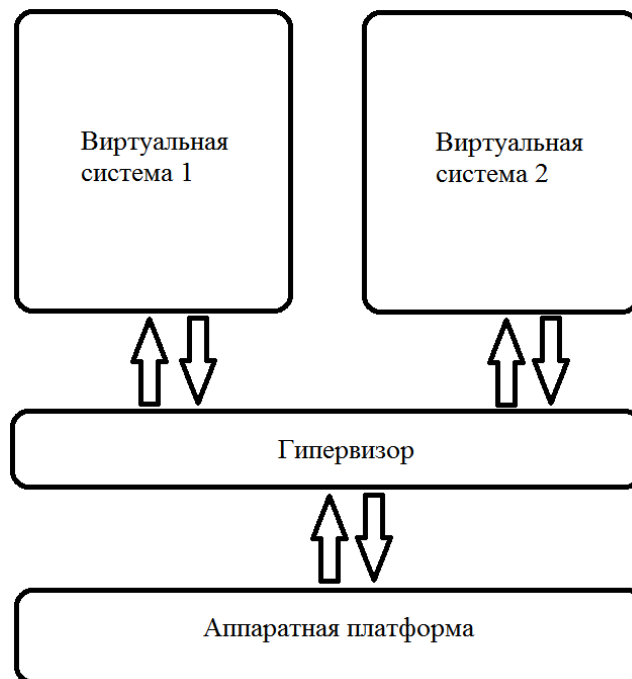


Рис. Общая схема работы технологии виртуализации

Концепция виртуализации впервые получила практическую реализацию в конце 60-х – начале 70-х гг. XX в. в мейнфреймах компании IBM, однако в современном виде виртуализация начала развиваться относительно недавно – в начале 2000-х гг. Толчком для развития виртуализации стали разработки компании VMWare в области создания гипервизора, применимого для современных операционных систем и аппаратных платформ. Современные технологии виртуализации позволяют значительно повысить плотность размещения вычислительных ресурсов, а также процент утилизации доступной вычислительной мощности.

На уровне отдельных вычислительных устройств для повышения энергоэффективности применяют множество различных технологий.



Так, в современных вычислительных процессорах широкое распространение получили технологии динамического управления электропитанием. Суть данных технологий заключается в изменении тактовой частоты и напряжения питания вычислительного процессора в зависимости от их нагрузки. Так, в случае простоя вычислительного процессора его тактовая частота и напряжение питания могут быть значительно снижены, что в случае с большими вычислительными системами может привести к значительной экономии энергии. На сегодняшний день концепция технологии динамического управления электропитанием реализована на практике ведущими производителями вычислительных процессоров: компанией Intel в технологии «SpeedStep» и компанией AMD в технологии «PowerNow!».

Производители оперативной памяти добиваются повышения энергоэффективности запоминающих устройств путем уменьшения технологического процесса и применения более сложных электронных компонентов. Так, при производстве современной оперативной памяти типа DDR4 применяется технологический процесс 30 нанометров, что позволяет существенно снизить рассеиваемую мощность, а вместе с тем добиться большей энергоэффективности. Также в современных образцах оперативной памяти применяются транзисторы с двойным затвором, за счет чего существенно снижается ток утечки. Помимо этого на сегодняшний день ведутся активные исследования принципиально новых типов оперативных запоминающих устройств, таких как FRAM (сегнетоэлектрическая оперативная память). Обычная DRAM-память состоит из сетки с маленькими конденсаторами и связанными с ними контактными и сигнальными транзисторами. В конденсаторе DRAM-ячейки используется линейный диэлектрик, тогда как в конденсаторе FRAM-ячейки применяется диэлектрическая структура, включающая в себя сегнетоэлектрик, который обладает нелинейной связью между применяемым электрическим полем и хранимым зарядом. Основными отличиями FRAM от других типов энергонезависимой памяти являются низкое энергопотребление, высокая скорость записи и высокая надежность хранения данных. FRAM энергонезависима и в то же время предоставляет возможность произвольного доступа к любой отдельной ячейке как для чтения, так и для записи. Таким образом, FRAM заполняет пробел между двумя категориями и создает нечто новое – энергонезависимое ОЗУ. В отличие от EEPROM или Flash-памяти FRAM не требует специальной

последовательности записи данных и не нуждается в высоком напряжении программирования. FRAM требует питание только при реальном считывании или записи в ячейку.

В современных устройствах печати также применяется ряд технологий, направленных на максимально эффективное использование энергии. Первой из таких технологий является использование специального легкоплавкого тонера. Тонер – это химический мелкодисперсный порошок, который выращивают в лабораториях из специальных полимерных материалов при особых условиях. Закрепление тонера на бумаге – наиболее энергоемкий процесс при печати на принтере: на него тратится от 50 до 80 % всей потребляемой устройством электроэнергии. Температура плавления легкоплавкого тонера на 25°С ниже, следовательно, на плавление требуется гораздо меньше энергии. Второй технологией является использование дополнительной воздушной теплоизоляции, за счет которой поддерживается температура внутри принтера. На практике при использовании дополнительной воздушной изоляции за 5 мин температура роликов снижается всего на 5–10 градусов, что позволяет сократить время ожидания при повторной печати. По данным компании HP, использование дополнительной воздушной изоляции обеспечивает до 50 % экономии электроэнергии.

В компьютерных мониторах и сенсорных дисплеях мобильных телефонов для повышения энергоэффективности применяют технологии автоматической настройки яркости изображения. Для обеспечения работы данной технологии необходимо наличие специального светочувствительного датчика освещенности, на основании показаний которого изменяется яркость отображаемого изображения. Кроме того, в смартфонах компании Samsung применяется технология отслеживания положения глаз пользователя за счет фронтальной камеры, расположенной рядом с дисплеем. За счет использования данной технологии становится возможным снижать яркость или совсем отключать экран смартфона, когда пользователь не смотрит на него. В смартфонах Nokia для повышения энергоэффективности используется технология Glance, которая обеспечивает подсветку отдельной группы пикселей дисплея (например, цифровые часы), не задействуя при этом подсветку всего экрана.

На основании изложенного выше материала можно сделать вывод о том, что использование устройств, реализующих на практике

технологии снижения энергозатрат, позволит существенно повысить эффективность современных вычислительных технологий во всем мире.

### **Библиографический список**

1. Forrest, William. «How to cut data centre carbon emissions?» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.computerweekly.com/feature/How-to-cut-data-centre-carbon-emissions> (дата обращения: 10.11.2014)
2. Koomey, John. «Estimating total power consumption by servers in the US and the world. Final report» / IEEE Computer Society. – Washington DC, 2012.
3. Younge Andrew. Providing a Green Framework for Cloud Data Centers. – Chapman and Hall/CRC, 2012.
4. Тюрин С.Ф., Плотникова А.Ю. Концепция «зеленой» логики // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 8. – С. 61–72.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**Профессор Д.Г. Закиров, старший преподаватель Ю.А. Слаутин**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В работе рассматриваются пути повышения энергетической эффективности теплоснабжения на основе использования возобновляемых источников энергии. Эта проблема является актуальной как с точки зрения экономики, так и в целях повышения экологической безопасности производства, транспортировки и распределения энергоресурсов.

**Ключевые слова:** энергия, управление энергетикой, управление процессом, энергетические ресурсы.

## **PROBLEMS AND PROSPECTS OF OBTAINING CLEAN ENERGY FROM GEOTHERMAL AND OTHER SOURCES FOR HEATING**

**Professor D.G. Zakirov, Senior Lecturer Yu.A. Slautin**  
Perm National Research Polytechnic University

The paper discusses ways to improve energy efficiency of heating systems based on renewable energy sources is relevant from the point of view of the economy and to improve the environmental safety of production, transport and distribution of energy.

**Keywords:** energy, energy management, process control, energy resources.

Этой проблеме уделяется большое внимание на всех уровнях управления, так как она является частью энергетической политики РФ. В январе 2009 г. Распоряжением № 1-р Правительства Российской Федерации утверждены основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 г. Принят Государственной думой Закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

Большим резервом в повышении энергетической эффективности, экономии энергоресурсов является использование возобновляемых (геотермальных, гидротермальных и аэротермальных) источников энергии и низкопотенциального тепла поверхностных и глубин-

ных слоев земли, сточных и сбросных вод, вентиляционных сбросов. Получение экологически чистой энергии от геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников низкопотенциального тепла для теплоснабжения промышленных объектов и городской инфраструктуры является актуальной проблемой, позволяющей снизить затраты на теплоснабжение за счет внедрения разработанных энерго-ресурсосберегающих технологий и повысить экологическую безопасность.

Кроме того, внедрение указанных предложений позволит снизить затраты на эксплуатацию объектов жилого фонда и социального значения; снизить техногенную нагрузку на природу населенных пунктов, особенно больших городов. Использование низкопотенциального тепла геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников позволит получать экологически чистую тепловую энергию для отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений промышленных объектов и городской инфраструктуры, расположенных вблизи с ними социально-коммунальных объектов и позволит приблизить тепловые мощности к местам потребления, уменьшить протяженность тепловых сетей, тем самым сократить потери теплоты при ее транспортировке, решить экологические проблемы.

Технологии, утилизирующие низкопотенциальное тепло геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников для горячего водоснабжения и теплоснабжения объектов жилищно-коммунальной сферы и в отраслях промышленности России, сегодня не в полной мере используются из-за отсутствия научных основ соответствующих технологий, технических средств, методов и способов получения экологически чистой энергии.

Для утилизации низкопотенциального тепла геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников предлагается провести научно-исследовательские работы, разработать способы и технологию, выполнить опытно-конструкторские работы и создать конструкции теплообменных аппаратов для утилизации низкопотенциального тепла различных источников.

Мероприятия работы носят инновационный характер, направлены на изменения качества обслуживания объектов социально-коммунальной структуры, в том числе за счет внедрения новых технологий.

В рамках разработки тематики проводились комплексные исследования возможностей использования геотермального, гидротермального, аэротермального низкопотенциального тепла от различных источников: поверхностные и глубинные слои земли, горных пород, шахтных вод, вентиляционных выбросов при строительстве и эксплуатации объектов городской инфраструктуры и промышленности.

Экспериментальная апробация предлагаемой к разработке технологии проводилась в производственных условиях, выполнены экспериментальные исследования моделей технических средств.

В дальнейшем предусматривается исследовать физико-химические свойства и состав горных пород, поверхностных и глубинных слоев Земли, шахтных вод, откачиваемых из горных выработок, вентиляционных выбросов, представляющих собой химически активную пористую и жидкую среду, изменяющуюся во времени структурой и составом.

Запланировано производство оценки потенциала геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников низкопотенциального тепла. Выполнены исследования по определению температурного потенциала во времени и физико-химического состава вентиляционных выбросов предприятий.

Планируется разработка математической модели для описания нестационарного теплообмена между сбросными водами и теплоносителем, заключенным в теплообменные модули.

Разрабатываемые научные основы и технология утилизации низкопотенциального тепла базируются на полученных ранее результатах исследований, отличаются новизной и основаны на полученных ранее патентах № 2155302 «Установка отопления и горячего водоснабжения», № 2178542 «Установка отопления и горячего водоснабжения», № 2171703 «Модуль тонкослойного теплообменника», № 2243460 «Способ утилизации низкопотенциального тепла хозяйственных сточных вод», на применении компрессионных теплонасосных установок, позволяющих использовать низкую температуру геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников для нагрева теплоносителя в системах теплоснабжения зданий и сооружений промышленных объектов, а также объектов социально-коммунальной инфраструктуры. Тепловые насосы как отопительные системы представляют собой устройство для трансформации низкотемпературной энергии в высокотемпературную энергию и обратно.

В процессе работы определяется экономическая эффективность использования различных источников низкопотенциального тепла для целей теплоснабжения при строительстве, разработаны численная модель и программа расчета процессов теплообмена для проведения вычислений с целью определения оптимальных параметров установки по извлечению тепла (количество скважин, глубина, физико-химический состав теплоносителя, расход и другие характеристики). Разработаны схемы: расположения теплообменных устройств и порядок их поочередного использования с учетом понижения температуры в зонах расположения теплообменных устройств и ее восстановления (увеличения) при переключении с одного теплообменного устройства на другое; расчетно-теоретического определения оптимального варианта использования теплообменных устройств.

Согласно предварительно проведенным технико-экономическим расчетам внедрение технологии утилизации низкопотенциального тепла геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников низкопотенциального тепла позволит получать тепловую энергию себестоимостью в 2,44 раза меньше, чем для мазутной котельной, в 1,9 раз меньше, чем для угольной; экономить электрическую энергию, затрачиваемую на транспортировку теплоносителя до удаленных объектов либо затрачиваемую на электродкотлы системы отопления. Так, на 1 кВт·ч затраченной электрической энергии на привод теплонасосной установки вырабатывается 3–6 кВт·ч эквивалентной тепловой энергии.

Потенциальными пользователями научно-технических результатов предлагаемой темы будут объекты теплоснабжения, горячего водоснабжения городского строительного комплекса и жилищно-коммунальной сферы городов регионов РФ.

Мероприятия, описанные в работе, имеют социальную, экономическую и экологическую эффективность и инвестиционную привлекательность. Социальный эффект от реализации результатов работы будет выражен в удешевлении размера оплаты для промышленных и коммунальных предприятий, снижении затрат на обслуживание и эксплуатацию зданий социально-коммунальной инфраструктуры.

Экономический эффект от реализации мероприятий проекта выразится в снижении стоимости тепловой энергии для теплоснабжения объектов в коммунальной сфере и промышленности за счет выработки более дешевой тепловой энергии.

Экологический эффект будет достигнут за счет снижения вредных выбросов в атмосферу, образующихся при сжигании органического топлива.

Предлагаемый проект является инновационным и связан с использованием низкопотенциального тепла геотермальных, гидротермальных и аэротермальных источников для горячего водоснабжения и теплоснабжения объектов промышленности и городской инфраструктуры, имеет небольшой срок окупаемости, но и большую инвестиционную привлекательность.

### **Библиографический список**

1. Установка отопления и горячего водоснабжения: пат. № 2155302 Рос Федерация / Д.Г. Закиров, А.А. Рыбин, Д.Д. Закиров; опубл. 27.08.2000. Бюл. № 24 (2000).

2. Установка отопления и горячего водоснабжения: пат. № 2178542 Рос. Федерация / Д.Г. Закиров, А.А. Рыбин, Д.Д. Закиров, Ю.М. Петин, В.С. Деменова; опуб. 20.01.2002. Бюл. № 2 (2002).

3. Модуль тонкослойного теплообменника: пат: № 2171703 Рос. Федерация / Д.Г. Закиров, И.И. Боринских, Р.Р. Валеев, Д.Д. Закиров; опубл. 12.02.2000. Бюл. № 22 (2000).

4. Способ утилизации низкопотенциального тепла хозяйственных сточных вод: пат. № 2243460 Рос Федерация / Д.Г. Закиров, И.И. Боринских, Д.Д. Закиров, С.И. Денисенко, А.В. Аксенов, В.П. Тациенко, Д.М. Лобанова, А.К. Поздняков; опубл. 27.12.2004. Бюл. № 36 (2004).



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ПИТАЮЩЕГО ТОКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ МГД-НАСОСА

**Студент Д.В. Снитков**

Сибирский федеральный университет,  
Политехнический институт, г. Красноярск

В данной статье показано влияние частоты питающего тока на двигательный режим работы кондукционного МГД-насоса. Приведены результаты эксперимента, проведенного на математической модели МГД-насоса в программной среде ANSYS.

**Ключевые слова:** магнитогидродинамический; частота питающего тока; движение металла.

## STUDY OF FREQUENCY SUPPLY CURRENT ON THE PERFORMANCE OF MHD PUMP

**Student D.V. Snitkov**

Siberian Federal University, Politehnicheskty Institute, Krasnoyarsk

In this article shows the influence of the frequency of the supply current to the motor mode the conductive MHD pump. The results of an experiment conducted on a mathematical model of the MHD pump in the software environment ANSYS.

**Keywords:** magnetohydrodynamic; the frequency of the supply current; the movement of the metal.

Магнитогидродинамический (МГД) насос осуществляет прямое преобразование энергии электромагнитного поля в механическую энергию потока жидкого металла. Кондукционные МГД-насосы позволяют получить относительно большие электромагнитные давления в небольших рабочих зонах. Электромагнитные характеристики кондукционных МГД-насосов позволяют полностью автоматизировать процесс транспортирования и дозирования расплавов металлов. Из-за особенности строения данного устройства при его использовании существуют проблемы конструкционного характера, одна из которых выражается в зарастании каналов окислами.

**Определение параметров модели МГД-насоса при изменении частоты питающего тока в режиме двигателя.** В результате исследования двигательного режима был проведен эксперимент влияния частоты питающего тока на эффективность работы МГД-насоса, проведена серия экспериментов с частотой  $f$  от 5 до 50 Гц.

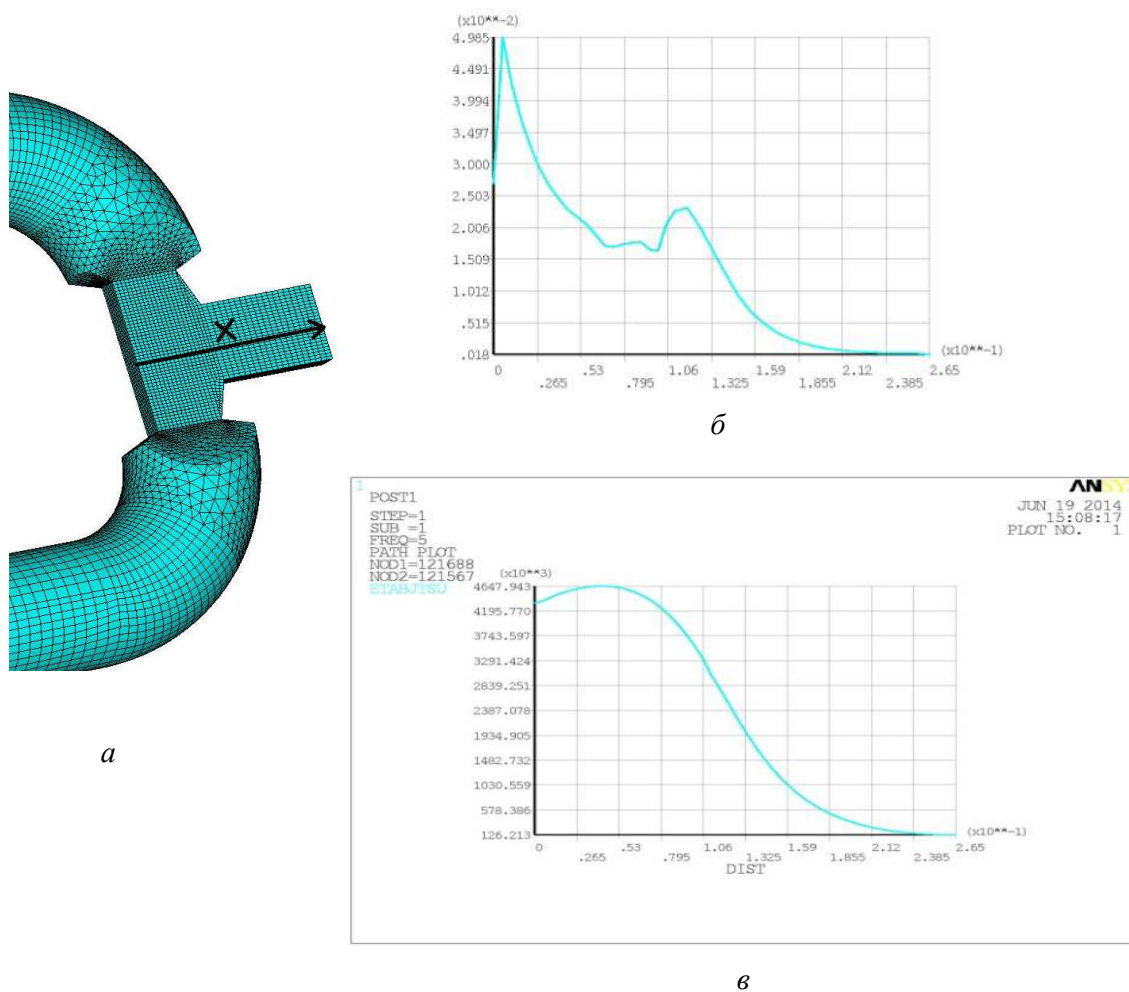
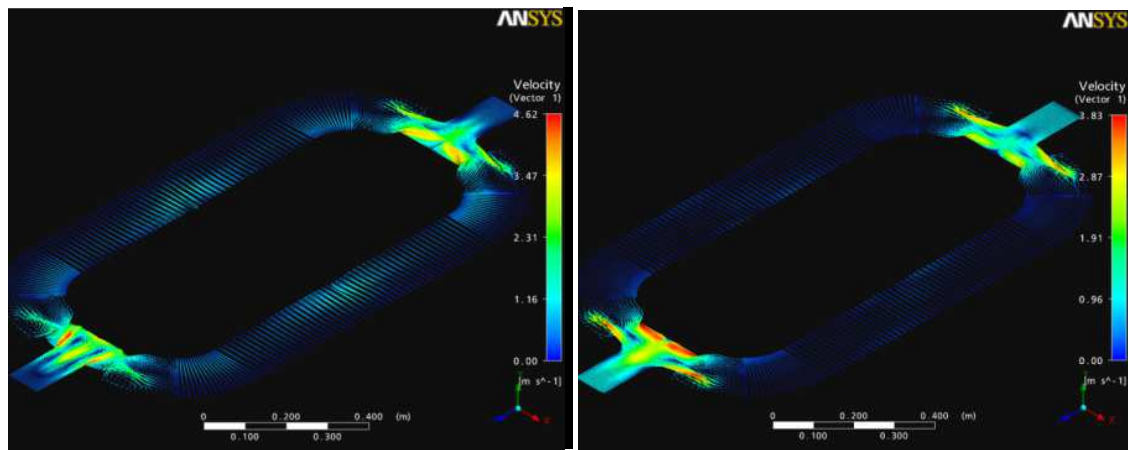


Рис. 1. Распределение плотности тока в выходной части под электромагнитом, запитанным током: *a* – выходная часть канала; *б* –  $J_{эм1}$  от расстояния  $X$ ,  $J_{эм1} = f(X)$  при  $f = 50$  Гц; *в* –  $J_{эм1} = f(X)$  при  $f = 5$  Гц

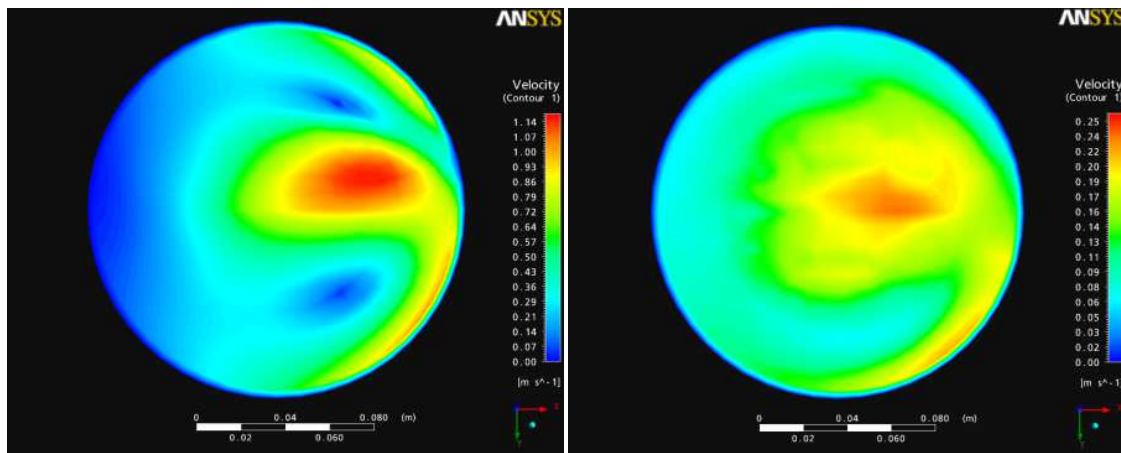
При анализе распределения плотности тока по сечению выходного канала под электромагнитом, запитанным током, было выяснено, что плотность тока гораздо меньше падает при  $f = 5$  Гц, силы и скорости более равномерно распределены по сечению канала (рис. 1). Намного меньше выражено затухание ЭМП, и действие реакции якоря почти не возникает при  $f = 5$  Гц.

В ходе проведения эксперимента получили картинки распределения скорости по поперечному сечению канала МГД-насоса (рис. 2), по которым видно, что при частоте питающего тока  $f = 5$  Гц скорость движения металла в поперечном сечении насоса распределяется более равномерно по всему каналу, чем при  $f = 50$  Гц, тем самым препятствует зарастанию канала.



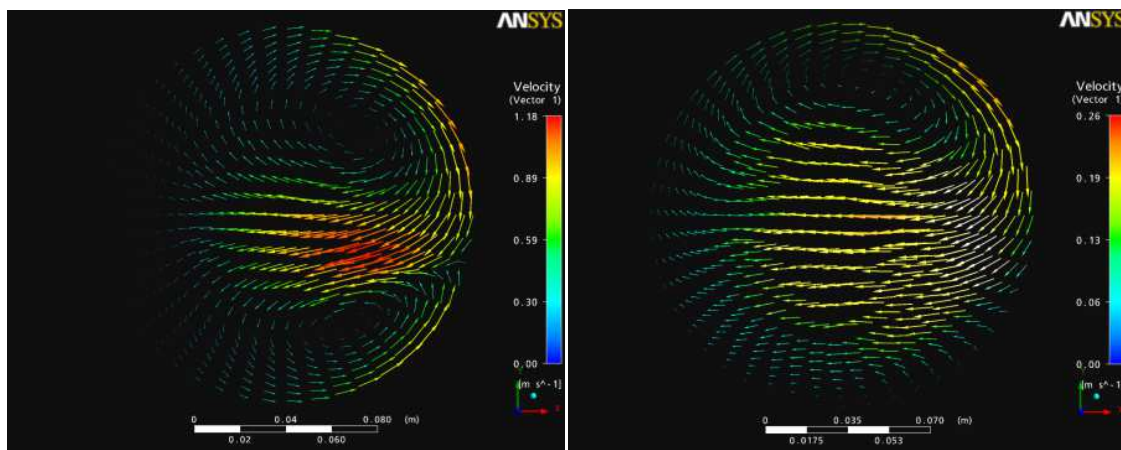
*a*

*б*



*в*

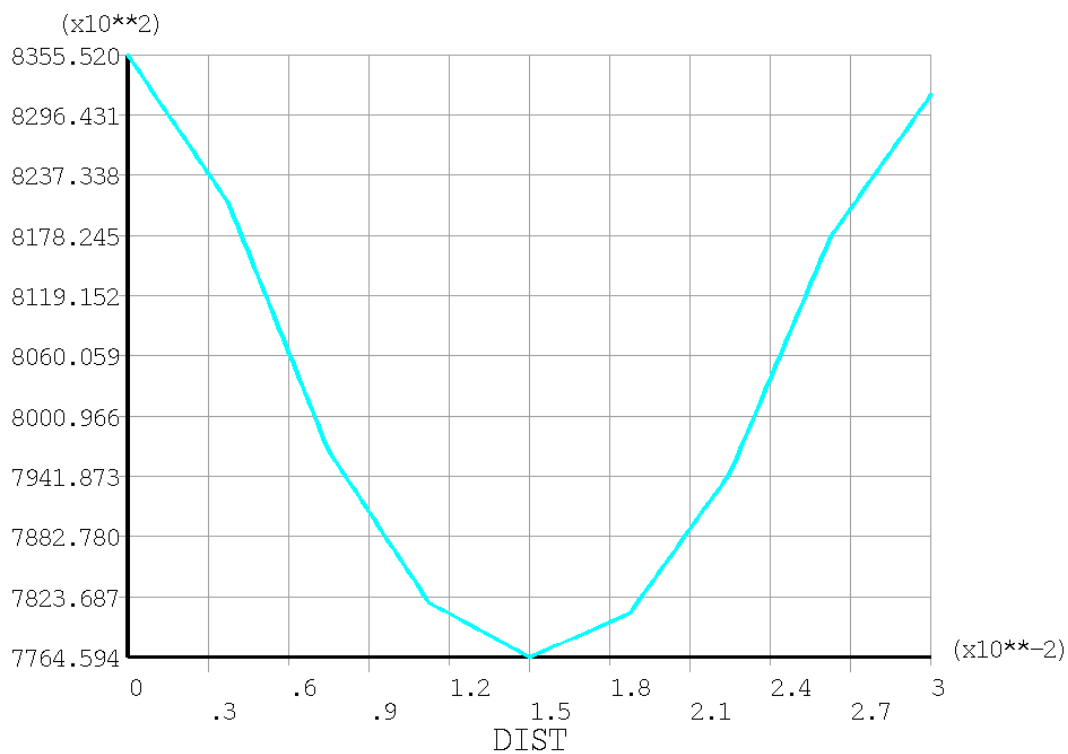
*г*



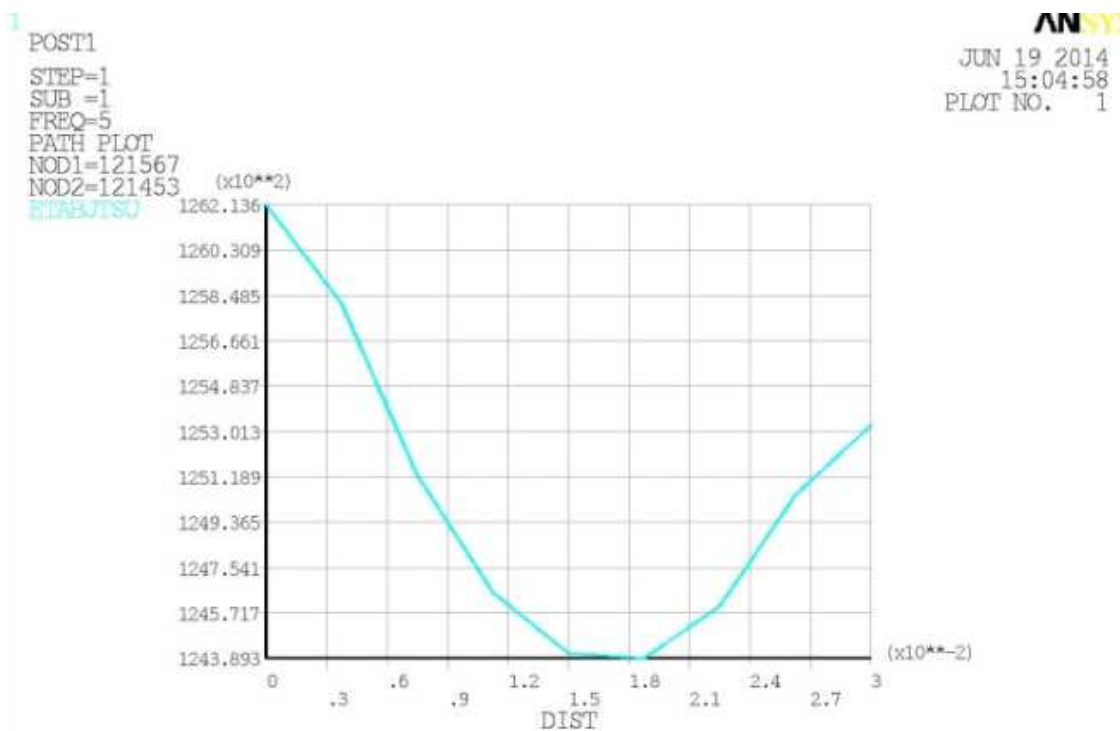
*д*

*е*

Рис. 2. Распределение скорости по каналу МГД-насоса при различной частоте питающего тока  $f$ :  
*a, в, д* –  $f = 50$  Гц; *б, г, е* –  $f = 5$  Гц



a



b

Рис. 3. Распределение плотности тока  $J$  по толщине металла в выходной части под электромагнитом, запитанным током:  $a - f = 50$  Гц;  $b - f = 5$  Гц

При анализе рисунков распределения плотности тока, полученных в ходе эксперимента с минимальной и максимальной частотой питающего тока  $f$ , видно, что плотность тока при различной частоте разная, как и глубина проникновения при  $f = 5$  Гц больше чем при  $f = 50$  Гц.

Рост расхода металла  $Q$  с уменьшением частоты питающего тока  $f$  обусловлен глубиной проникновения тока  $\Delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}}$ . При  $f = 50$  Гц плотность тока быстро снижается на поверхности, при  $f = 5$  Гц плотность тока более равномерно распределена по всему сечению канала насоса.

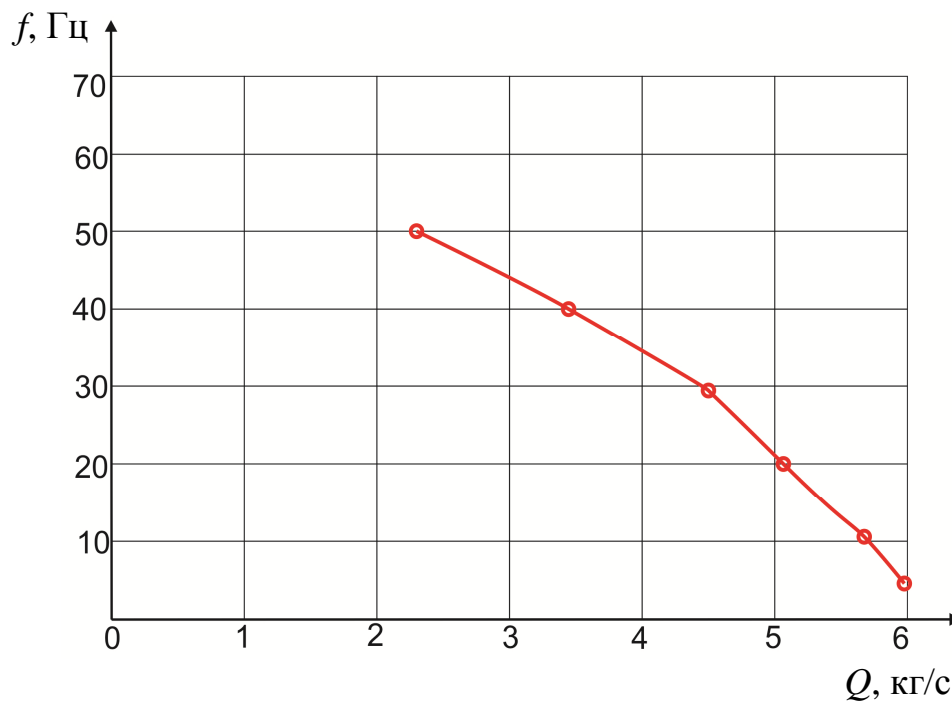


Рис. 4. Зависимость расхода металла  $Q$  от частоты питающего тока  $f$

При эксплуатации кондукционного МГД-насоса нужно использовать токи пониженной частоты, так как при этом происходит более равномерное распределение плотности тока в выходной части канала, также более равномерное распределение скорости движения металла по всему сечению канала. Питание током низкой частоты приводит к увеличению расхода металла  $Q$ , тем самым увеличивается КПД насоса.

### Библиографический список

1. Кирко И.В., Кирко Г.Е. Магнитная гидродинамика при экстремальных процессах. – М.: Наука, 1982. – 135 с.
2. Полищук В.П., Цин М.Р., Горн Р.К. Магнитогидродинамические насосы для жидких металлов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 256 с.
3. Верте Л.А. Электромагнитная разливка и обработка жидкого металла. – М.: Металлургия, 1967. – 208 с.
4. Вольдек А.И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом. – Л.: Энергия, 1970. – 272 с.
5. Круминь Ю.К., Мищенко В.Д., Микельсон А.Э. Технология электромагнитного транспортирования легких металлов. – М.: Металлургия, 1980. – 128 с.
6. МГД-технологии в металлургии / В.Н. Тимофеев, Е.А. Павлов, М.В. Первухин, С.П. Тимофеев, М.Ю. Хацаюк // МГД технологии в металлургии. Интенсивный курс специализация IV. – СПб., 2008.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

**Аспирант А.А. Суворов**

Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет

Статья посвящена актуальной тематике всережимного моделирования в реальном времени управляемых шунтирующих реакторов, предназначенных для применения в соответствующих электроэнергетических системах. Использование данной разработки позволяет полно и достоверно воспроизводить процессы в управляемых шунтирующих реакторах и электроэнергетических системах, содержащих данное устройство в целом, что позволяет надежно и эффективно решать задачи проектирования, исследования и эксплуатации электроэнергетических систем, содержащих управляемые шунтирующие реакторы.

**Ключевые слова:** управляемый шунтирующий реактор; математическая модель; электроэнергетические системы.

## RESEARCH MEANS OF VOLTAGE AND REACTIVE POWER REGULATION

**Graduate student A.A. Suvorov**

National Research Tomsk Polytechnic University

The article is devoted to actual topics All-speed real-time simulation controlled shunt reactors designed for use in the relevant electric power systems. Use of this development can fully and reliably reproduce the processes controlled shunt reactors and power systems containing the device as a whole that allows you to securely and effectively meet the challenges of designing, researching and operation of electric power systems containing controlled shunt reactors.

**Keywords:** Controlled shunt reactor; mathematical model; electrical power system.

Среди важнейших режимных параметров электроэнергетических систем (ЭЭС) находятся напряжения, значения которых в наибольшей мере связаны с перетоками реактивной мощности (РМ). Основные средства регулирования напряжения и генерации РМ сосредоточены на электрических станциях, а средств, расположенных в электрических сетях, недостаточно для регулирования РМ и поддержания напряжения в допустимых пределах. Например, в российских сетях наиболее распространенными средствами компенсации реактивной мощности

(СКРМ) являются шунтирующие реакторы, которые обеспечивают только одноступенчатое регулирование. Эффективным путем решения указанной проблемы является применение устройств FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems – гибкие системы передачи электроэнергии переменным током), к которым относятся: управляемые шунтирующие реакторы (УШР), статические тиристорные компенсаторы (СТК), статические синхронные компенсаторы (СТАТКОМ) и другие [1]. Среди FACTS-устройств наиболее распространенным в настоящее время является УШР, представляющий собой устройство шунтирующего типа с плавно регулируемым индуктивным сопротивлением. В настоящее время разработано два типа управляемых реакторов: УШР трансформаторного типа (УШРТ) и УШР с подмагничиванием (УШРП), в российских сетях наиболее распространены УШРП.

Исследования эффективности применения УШРП и анализ полученных режимов проводились в реально проектируемом в настоящее время энергокластере «Эльгауголь» в ОЭС «Восток». Исследуемый энергорайон, как и любая современная ЭЭС, образует большую, нелинейную, динамическую систему. Проектирование, исследование и эксплуатация таких систем являются трудной задачей из-за сложности получения достоверной и своевременной информации о протекающих процессах в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах. Получение информации о протекающих процессах в ЭЭС путем натурных испытаний, за редким исключением, недопустимо, а из-за сложности ЭЭС невозможно полноценное физическое моделирование. В результате основным путем получения необходимой информации об ЭЭС является математическое моделирование [2]. Моделирование исследуемой ЭЭС проводилось на всережимном моделирующем комплексе реального времени электроэнергетических систем, который был создан в Энергетическом институте Томского политехнического университета [3]. Целью работы является исследование эффективности применения УШРП для регулирования напряжения и РМ, что позволит:

- 1) поддерживать допустимый уровень напряжения в ЭЭС;
- 2) снизить потери электроэнергии при ее транспортировке и распределении;
- 3) оказать положительное влияние на режимы работы энергорайона и энергосистемы в целом.



Целью первого эксперимента было исследование применения УШР для поддержания напряжения в узле нагрузке при работе электрооборудования по реальному суточному графику активной и реактивной нагрузки горнодобывающего предприятия при трехсменной работе в зимнее время. Для оценки влияния УШР в данном эксперименте осциллографировались процессы при включенных (рис. 1), а затем при отключенных (рис. 2) СКРМ. В исследуемом энергорайоне совместно с УШРП установлены две батареи статических конденсаторов (БСК) для генерации РМ.

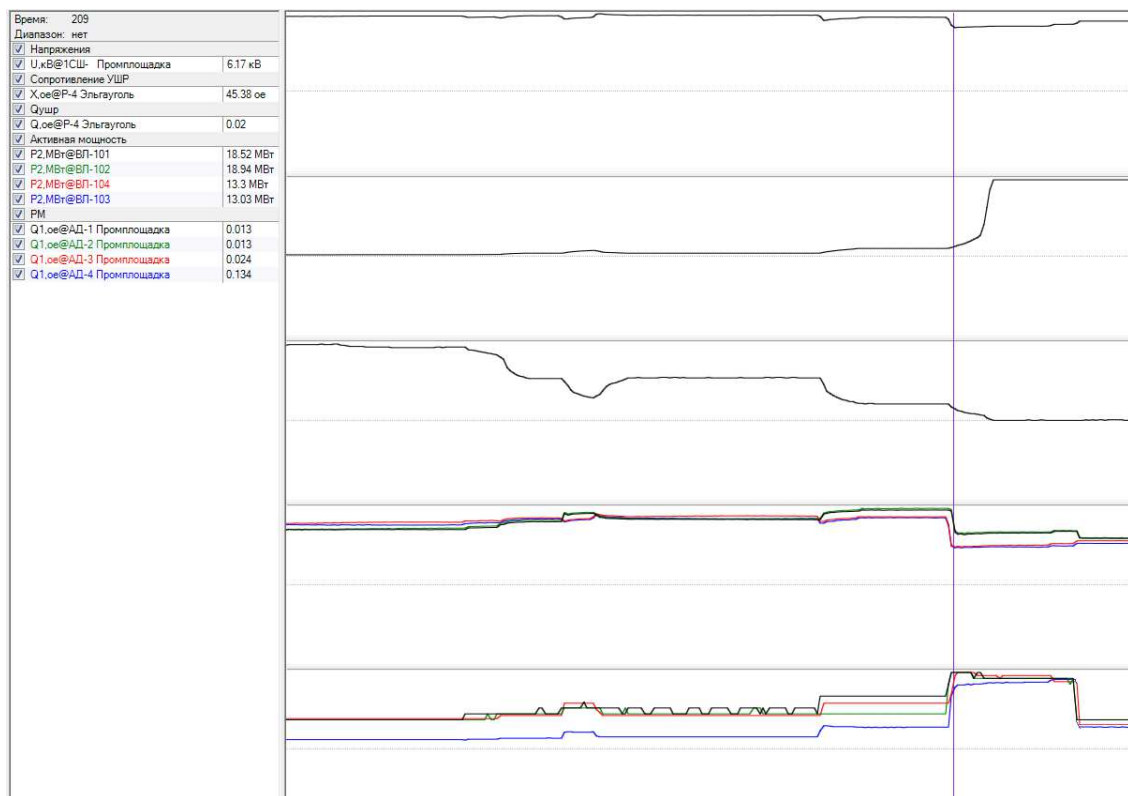


Рис. 1. Осциллограммы изменения нагрузки при включенных УШР и БСК на ПС «Эльгауголь»

Как видно из диаграмм на рис. 1, при увеличении нагрузки «отрабатывают» заданные уставки по напряжению, разгружая реактор по мощности. При достижении максимальной нагрузки происходит форсированная разгрузка реактора, благодаря этому напряжение на шинах нагрузки не выходит из допустимой 5-процентной зоны от уставки, перебоя в питании потребителей не произошло. Согласно рис. 2 во время набора нагрузки произошло значительное снижение напряжения, что в конечном счете привело к остановке двигателей

на ПС «Промплощадка» и ПС «Горная», питаемых от шин 110 кВ ПС «Эльгауголь», где установлены СКРМ. Вследствие этого активная мощность линий, отходящих от шин 110 кВ ПС «Эльгауголь» резко уменьшилась, а реактивная мощность увеличилась. Таким образом, подводя итоги экспериментов, продемонстрированных на рис. 1 и 2, можно сделать вывод о том, что от УШР зависит бесперебойность питания ключевых потребителей энергокластера «Эльгауголь».

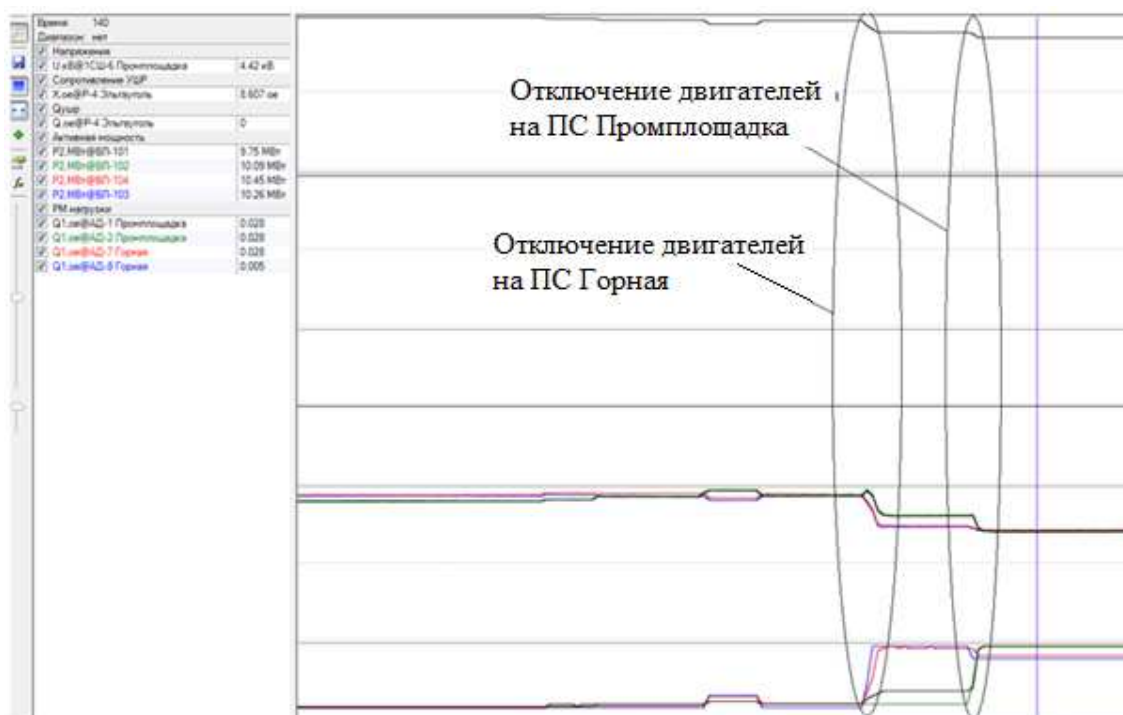


Рис. 2. Осциллограммы изменения нагрузки при выключенных УШР и БСК на ПС «Эльгауголь»

Далее приведены результаты экспериментов, демонстрирующие влияние функционирования УШР на устойчивость нагрузки. На рис. 3 представлен график изменения нагрузки на шинах 110 кВ ПС «Эльгауголь» при включенных УШР и БСК. В некоторый момент времени моделируется короткое замыкание на шинах 110 кВ ПС «Горная», которая питается по двум ВЛЭП от ПС «Эльгауголь». Затем происходит срабатывание РЗ и успешное АПВ. При этом, как видно из диаграммы, устойчивость нагрузки сохраняется. На рис. 4 представлены результаты аналогичного эксперимента, при отключенных УШР и БСК. Очевидно, что после короткого замыкания в ЭЭС происходит остановка всех двигателей энергокластера.

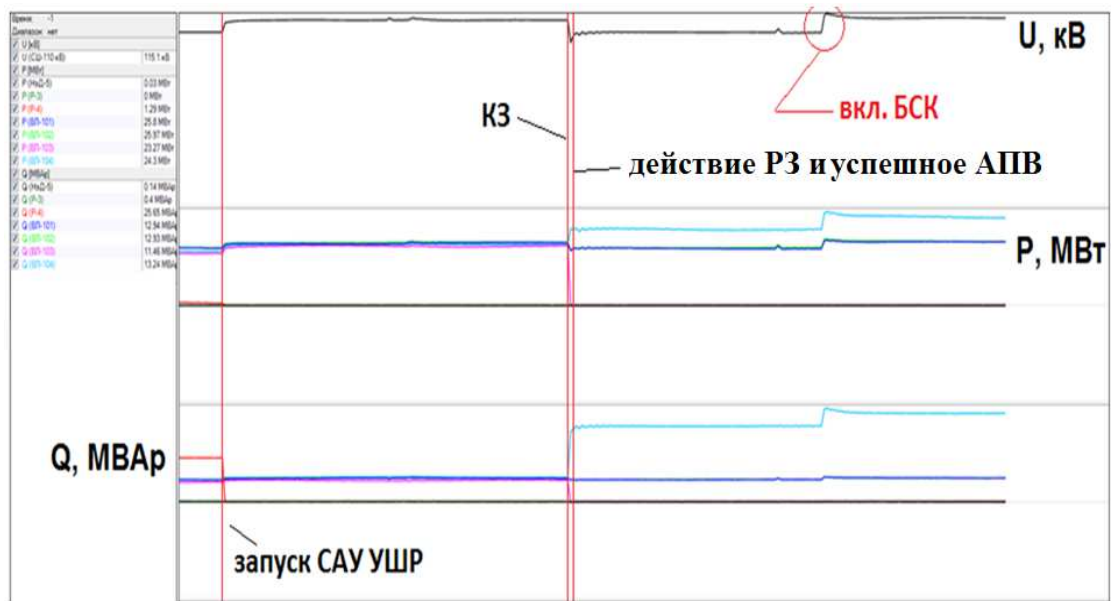


Рис. 3. Осциллограммы изменения нагрузки на шинах 110 кВ ПС «Эльгауголь» при КЗ на одном из присоединений (УШР и БСК ПС «Эльгауголь» включены)

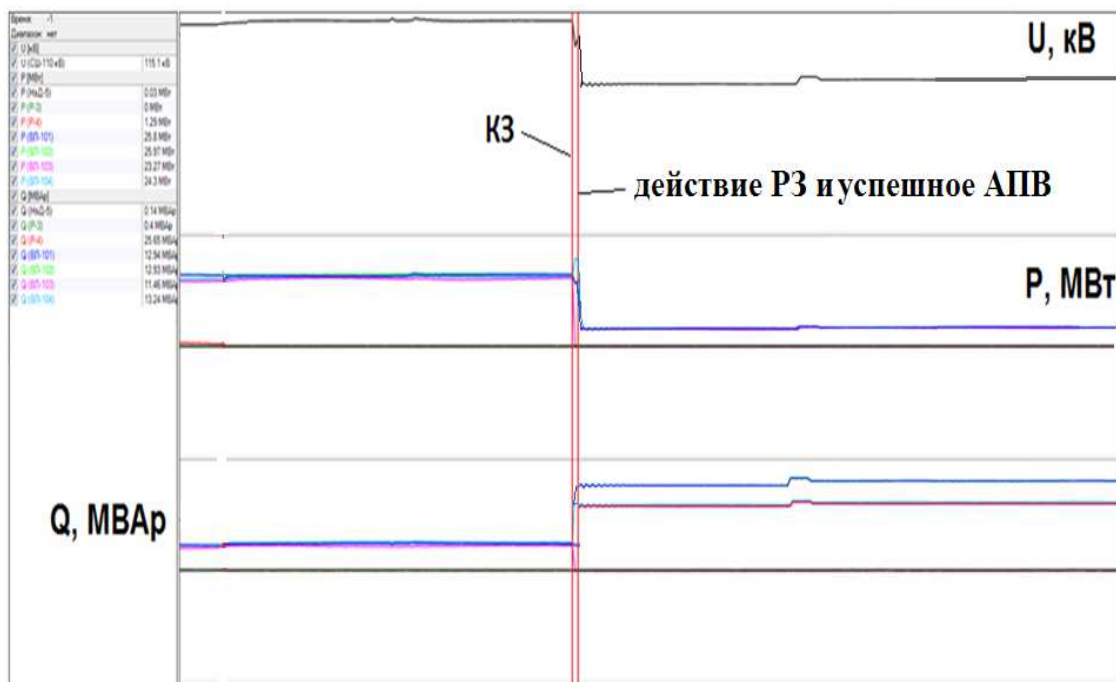


Рис. 4. Осциллограммы изменения нагрузки на шинах 110 кВ ПС «Эльгауголь» при КЗ на одном из присоединений (УШР и БСК ПС «Эльгауголь» отключены)

При исследовании влияния СКРМ на потери мощности снимались показания потерь активной и реактивной мощности в энергокластере при работе электрооборудования по заданному графику нагрузки. Полученные диаграммы представлены на рис. 5 и 6.

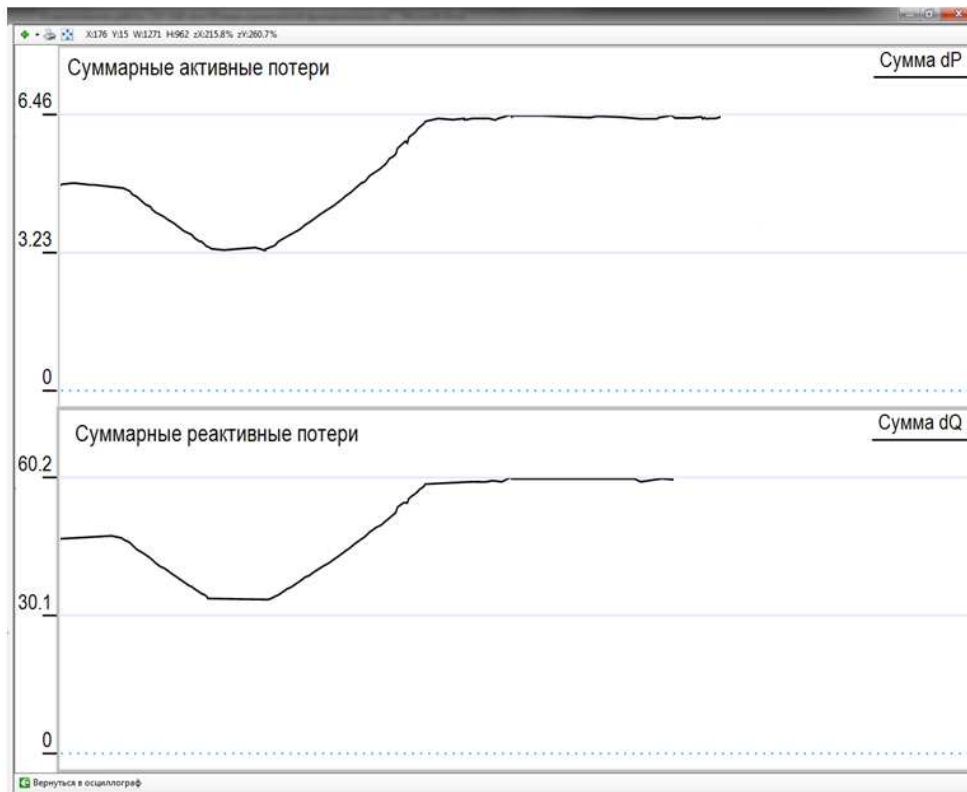


Рис. 5. Осциллограммы суммарных текущих потерь в энергокластере при функционирующих СКРМ

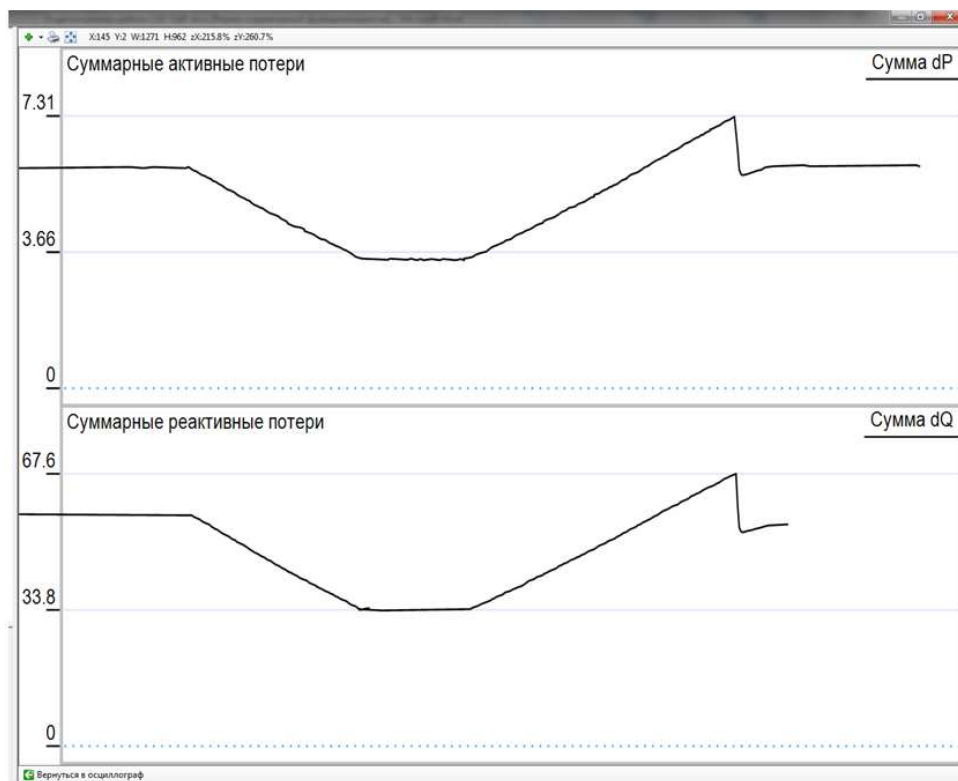


Рис. 6. Осциллограммы текущих суммарных активных и реактивных потерь в энергокластере при отключенных СКРМ

**Заключение.** В настоящее время регулирование уровня напряжения и генерация РМ в электрических сетях осуществляются с помощью шунтирующих реакторов, конденсаторных батарей, коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов, которые могут обеспечить только ступенчатое регулирование, которое оказывается недостаточным для поддержания уровня напряжения в допустимых пределах. В связи с этим обоснованным и целесообразным становится рассмотренный в работе подход к решению проблемы, который заключается в применении УШР и БСК, которые позволяют производить автоматическое плавное регулирование напряжения и РМ. В результате исследований установлено, что совместное применение УШР и БСК позволит:

- 1) поддерживать допустимый уровень напряжения в ЭЭС в нормальных режимах;
- 2) снизить потери мощности в энергокластере;
- 3) оказать положительное влияние на режим работы ЭЭС.

Однако было установлено, что в аварийных режимах УШР в силу своей инерционности не всегда способен обеспечить устойчивость узлов нагрузки. Это зависит от многих факторов, например, от места короткого замыкания, от времени работы защиты, от длительности АПВ и др. Поэтому в некоторых случаях целесообразно использовать более быстродействующее устройство, например, такое как статический синхронный компенсатор (СТАТКОМ).

### **Библиографический список**

1. Кочкин В.И., Шакарян Ю.Г. Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах. – М.: Торус Пресс, 2011. – 326 с.
2. Веников В.А. Теория подобия и моделирование применительно к задачам электроэнергетики. – М.: Высшая школа, 1966. – 487 с.
3. Боровиков Ю.С., Гусев А.С., Сулайманов А.О. Принципы построения средств моделирования в реальном времени интеллектуальных энергосистем // Электричество. – 2012. – № 6. – С. 10–13.

## **О ПЕРСПЕКТИВАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

**Аспиранты И.М. Трофимов, Д.В. Зырин**

Нижегородский государственный технический университет

В данной статье представлены разные типы фазоповоротных устройств: фазоповоротный трансформатор, фазоповоротное устройство с тиристорными коммутаторами, универсальная система регулирования переменного тока. Показаны возможности их применения в энергетических сетях.

**Ключевые слова:** фазоповоротное устройство; фазоповоротный трансформатор; универсальная система регулирования переменного тока; энергетическая сеть.

## **ON THE PROSPECTS OF POWER REGULATION OF TRAFFIC FLOW IN NETWORKS**

**Graduate students I.M. Trofimov, D.V. Zyrin**

Nizhny Novgorod State Technical University

In this article represented different types of phase rotation devices: phase rotation transformator, phase rotation device with thyristor switches, unified power flow controlled. The possibilities of their application in energy networks.

**Keywords:** phase shifting device; phase shifting transformer; unified power flow controlled; energy network.

Во всем мире наблюдается постоянный рост потребления электроэнергии. Это влечет за собой необходимость увеличения производства электроэнергии и уменьшения потерь при передаче электроэнергии до потребителя. В связи с тем, что рост производства влечет за собой решение экологических вопросов (загрязнение окружающей среды ТЭС, затопление территорий и снижение скорости движения реки у ГЭС) и экономических вопросов (строительство АЭС затратно по финансам и длительно по времени, развитие альтернативных источников энергии требует больших инвестиций и не может применяться повсеместно), то уменьшение потерь при передаче электроэнергии – очень актуальная задача.

Одним из агрегатов, которые используются в электрической сети, с целью сокращения потерь электроэнергии является фазоповоротное устройство (ФПУ). Можно перераспределять потоки мощности между линиями электрической сети, если принудительно варьи-

ровать величину угла сдвига между векторами напряжений на входе и выходе линии электропередач. Это позволит осуществить более благоприятные сценарии загрузки линий сети относительно естественного распределения потоков мощности.

Выделяют следующие способы построения ФПУ:

- фазоповоротный трансформатор (ФПТ);
- ФПУ с тиристорными коммутаторами;
- универсальная система регулирования переменного тока (от англ. Unified Power Flow Controller – UPFC).

В общем случае ФПТ включает в себя два отдельных трансформатора: шунтовой (параллельный) и сериесный (последовательный) трансформаторы (рис. 1) [3].

Обмотки шунтового трансформатора (на рис. 1 автотрансформатор) соединяются по схеме «треугольник». Сериесный трансформатор подключается последовательно в линию, его вторичные обмотки соединяются по схеме «звезда», нейтраль которой заземляется. Вторичные обмотки сериесного трансформатора подключаются к отводам шунтового трансформатора через трехфазный высоковольтный коммутатор, каждая фаза которого выполнена в виде механического контакторного переключателя. Переключая отводы шунтового трансформатора, можно изменять амплитуду и положение вектора составляющей напряжения и таким образом регулировать величину угла сдвига между векторами напряжения источника и приемника электроэнергии в зависимости от решаемой задачи.

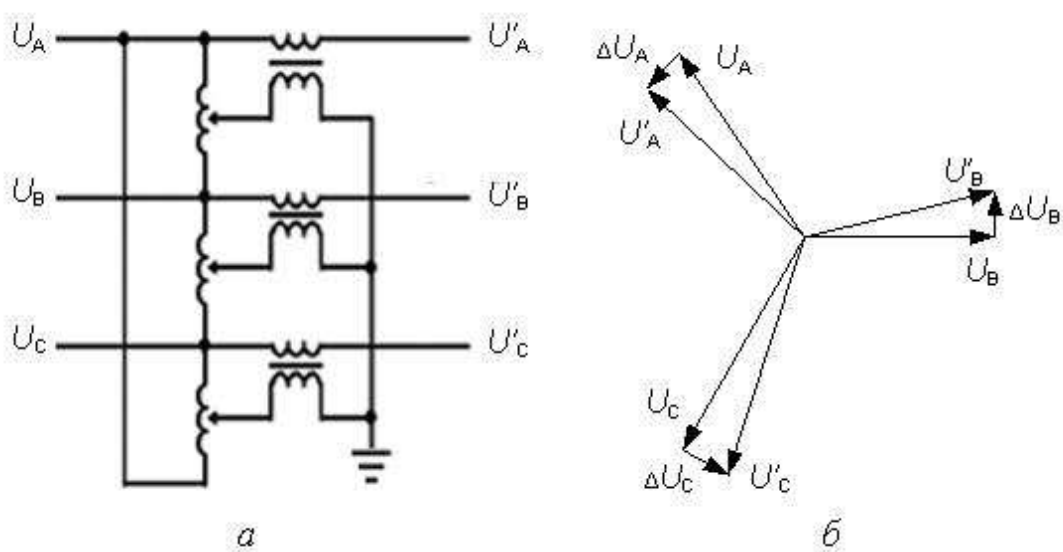


Рис. 1. Фазоповоротный трансформатор (а) и векторная диаграмма (б)

К недостаткам рассматриваемого устройства относится то, что реализованный в нем способ регулирования фазового сдвига ограничивает диапазон углов поворота фазы напряжения значением не более  $\pm 18^\circ$ , иначе модуль выходного напряжения ФПТ начинает существенно превышать допустимые в линии электропередачи значения. Поэтому рассмотренный ФПТ не пригоден в случаях глубокого регулирования угла поворота фаз [1].

Другим недостатком устройства является использование в качестве трехфазного высоковольтного коммутатора механических контакторных переключателей: переключение устройства с контакта на контакт занимает определенное время (5–6 с), т.е. происходит достаточно медленно, что обуславливает его малое быстродействие.

Повышение быстродействия ФПУ достигается путем применения в них коммутаторов на силовых полупроводниковых приборах. Высокая коммутационная способность, надежность и динамические характеристики полупроводниковых ключей значительно превосходят аналогичные характеристики механических переключателей [2].

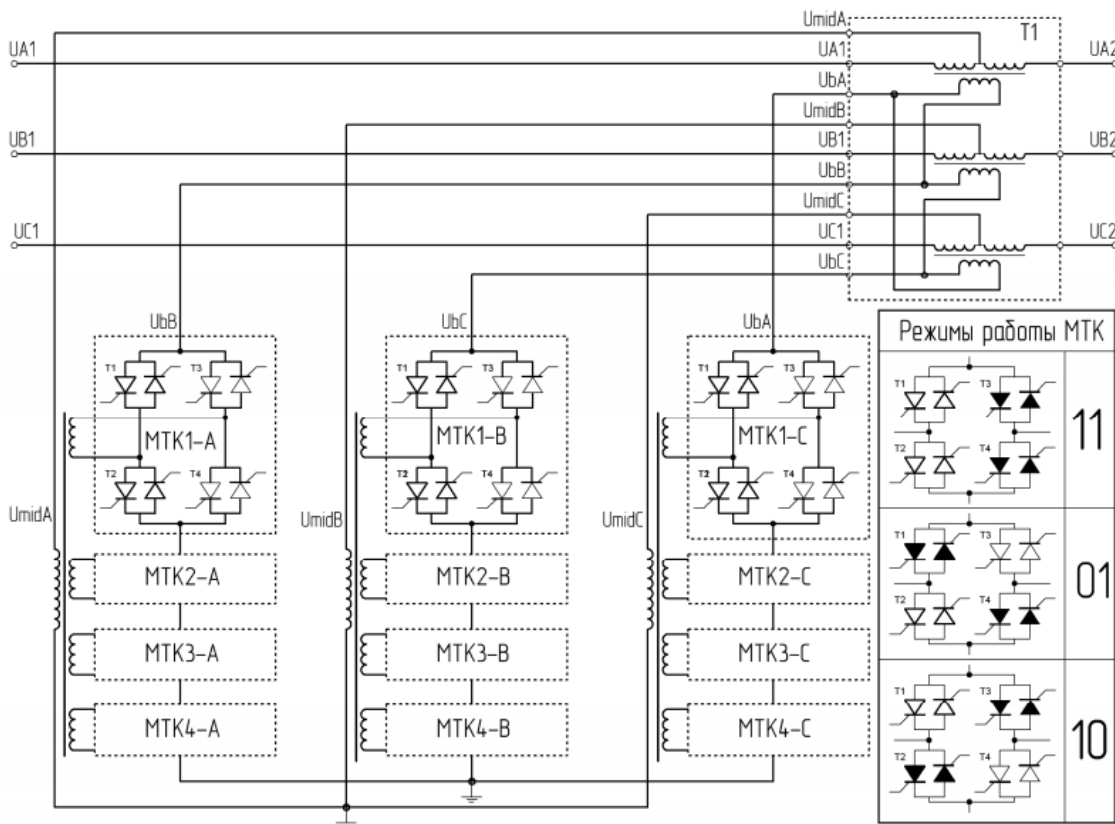


Рис. 2. Функциональная схема ФПУ с тиристорными коммутаторами



По режиму работы, уровням коммутируемых токов и напряжений из полупроводниковых приборов в наибольшей степени на сегодня подходят для построения коммутаторов ФПТ однооперационные тиристоры, широко и успешно применяемые в гибких системах передачи переменного тока. На рис. 2 приведен один из вариантов схемотехнической реализации фазопоротного устройства (ФПУ) с тиристорными коммутаторами [4].

На основе проведенных ранее другими авторами экспериментальных исследований выявлены проблемы переключения мостовых тиристорных коммутаторов (МТК) ФПУ:

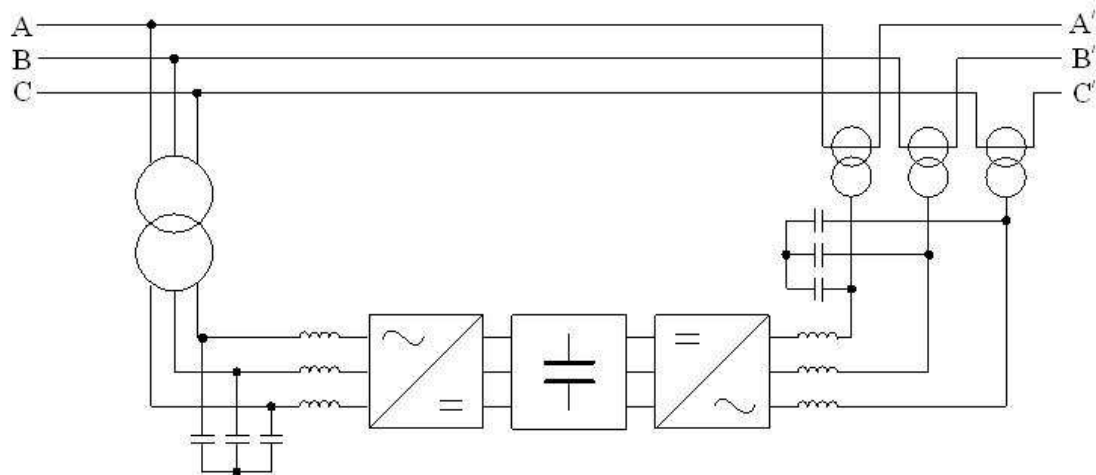
1. Переключение ФПУ из одной ступени регулирования в другую возможно только в разрешенные временные интервалы. Переключение МТК не в пределах разрешенного временного интервала приводит к формированию контура протекания ударного тока короткого замыкания.

2. Переход ФПУ в неполнофазный режим. Переключение тиристорных коммутаторов ФПУ производится для каждой фазы отдельно вследствие несовпадения во времени разрешенных интервалов безопасного переключения для МТК разных фаз. Переключение первых двух фаз тиристорных коммутаторов ФПУ может приводить к исчезновению разрешенных временных интервалов в третьей коммутируемой фазе.

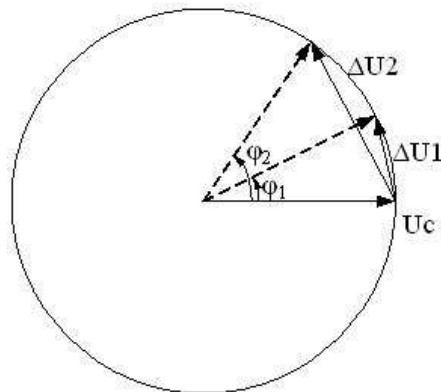
Эти недостатки ФПУ с тиристорными коммутаторами возникают из-за особенностей коммутации тиристоры. Использование UPFC (рис. 3) позволяет решить ряд недостатков ФПУ с тиристорными коммутаторами. В качестве коммутируемых элементов в данном устройстве применяются силовые IGBT-транзисторы. IGBT-транзисторы уже практически догнали тиристоры по своим параметрам – максимальному значению прямого тока, постоянному прямому напряжению в закрытом состоянии и обратному напряжению. Учитывая, что транзисторами легче управлять, их использование в мощных устройствах в ближайшем будущем будет расти.

UPFC управляет величиной напряжения, фазовым углом и величиной сопротивления линии. Устройство включает в себя следующие основные части: шунтовой и серийные трансформаторы, LC-фильтры, преобразователи напряжения и емкостный накопитель. Принцип работы состоит в следующем: устройство потребляет из сети энергию и сохраняет ее в емкостном накопителе, далее за счет широтно-импульсной

модуляции DC/AC преобразователя и использования фильтра гармоник формируется синусоидальное напряжение частотой питающей сети. Главное свойство такого подхода – способность генерировать ток любой фазы относительно напряжения сети, т.е. устройство обеспечивает регулирование значения величины выходного напряжения и его фазы в любых пределах.



*a*



*б*

Рис. 3. UPFC (*a*) и векторная диаграмма (*б*)

Построение системы управления на программируемых контроллерах управления технологическими процессами на базе ПЛИС NI CompactRIO позволит получить высокие производительность и быстродействие, а также надежность исполнительных систем. Кроме того, наличие встроенных FTP-сервера, веб-сервера и порта Ethernet [6] обеспечивает дистанционное управление устройством. Такой подход дает возможность подключения агрегата к интеллектуальной сети для обеспечения выгодного потребителю регулирования нагрузок.

В США система UPFC мощностью 2·160 МВА эксплуатируется с 1998 г. в системе усиления, состоящей из двойной ЛЭП от АЭС напряжением 135 кВ. Благодаря применению UPFC удалось увеличить передаваемую мощность на 100 МВт [5].

Применение устройства в электроэнергетике позволит повысить передаваемую мощность, управляемость режимов и устойчивость ЭЭС. Благодаря этому становится возможным уменьшение частоты срабатывания и дозирровок управляющих воздействий противоаварийной автоматики, обеспечивается повышение качества электроэнергии и надежности электроснабжения потребителей.

### **Библиографический список**

1. Полупроводниковое фазоповоротное устройство: пат. 2450420 Рос. Федерация: МПК H03C3/00 / В.П. Жмуров, В.Н. Стельмаков, А.Н. Тарасов, А.Л. Тимошенко, И.И. Казеннова / ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского». – № 2011118981/08; заявл. 13.05.2011; опубл. 10.05.2012.

2. Асташев М.Г., Панфилов Д.И. Фазоповоротные устройства с тиристорными коммутаторами для активно-адаптивных электрических сетей // Электричество. – 2013. – № 8. – С. 60–65.

3. Гусев С.И., Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Развитие устройств FACTS // Материалы XII Всемир. Электротехн. конгресса; 21 июля 2012. – М., 2012.

4. Анализ процессов одновременной коммутации тиристорных мостов в преобразователях с многообмоточными трансформаторами / М.А. Новиков, Д.И. Панфилов, Т.В. Ремизевич, П.А. Рашитов // Электричество. – № 6. – 2013. – С. 26–35.

5. Куро Ж. Современные технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении // Новости электротехники. – 2005. – № 1.

6. Сепоян П. Технологии National Instruments – инструмент для инновации // Электроника НТБ. – 2007. – № 6.

## **ВАРИАНТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**Канд. экон. наук, доцент Т.Ф. Манцерава, студентка Е.П. Чиж**  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В статье рассмотрены мероприятия по модернизации и реконструкции энергетического оборудования.

**Ключевые слова:** энергосбережение, ПГУ, модернизация оборудования, стратегия развития энергетики.

## **WAYS OF UPGRADING AND MODERNIZING POWER FACILITIES**

**Ph.D. in Economic Sciences, Associate Professor T.F. Mantserova,  
student E.P.Chizh**

Belarusian National Technical University, Minsk

The article describes the activities aimed at upgrading and modernizing power equipment.

**Keywords:** energy saving, modernization of equipment, energy development strategy.

Энергетика является базовой отраслью промышленности Республики Беларусь, поэтому от ее развития, оснащенности современным высокотехнологичным оборудованием, стабильности показателей качества тепловой и электрической энергии зависит функционирование всего реального сектора национальной экономики и объектов социальной инфраструктуры.

Решение многочисленных проблем в энергетике может быть обеспечено за счет внедрения комплекса энергосберегающих мероприятий, масштабного использования вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.

Важный стимул для развития энергосберегающих технологий – высокая стоимость энергоносителей на мировом рынке. Так, основной вид топлива для предприятий ГПО «Белэнерго» – природный газ, поставляемый из России. Причем цена на него, как известно, постоянно увеличивается. Доля природного газа в топливном балансе ГПО «Белэнерго» достигла 93–95 %, а в котельно-печном потреблении всей республики – 75 %.

Источником проблем, связанных с энергетической безопасностью, также является высокий уровень износа энергетических установок. В настоящее время он составляет порядка 40 %. На пределе физического состояния оказалось более 30 % электрических и тепловых сетей. Темпы обновления основных средств в энергетике отстают от темпов старения ранее созданных мощностей. Значительная часть основного оборудования отработала положенный срок эксплуатации.

Оценивая существующие проблемы и возможные перспективы развития, была разработана стратегия развития энергетики в будущем. Одной из составляющей этой стратегии являются мероприятия, направленные на снижение себестоимости производства тепло- и электроэнергии, которые могут быть достигнуты, кроме прочего, за счет внедрения нового технологического оборудования.

Для осуществления этих мероприятий были выбраны предприятия, которые играют особую роль в энергосистеме страны. Одним из таких является филиал РУП «Витебскэнерго» Лукомльская ГРЭС.

Лукомльская ГРЭС является флагманом энергосистемы Беларуси по установленной мощности. Уровень и динамика себестоимости на Лукомльской ГРЭС свидетельствуют о необходимости внедрения мероприятий, направленных на повышение эффективности деятельности станции. Это может быть достигнуто за счет внедрения комплекса технических мероприятий, которые позволят снизить затраты, связанные с производством электроэнергии.

Экономии энергетических ресурсов можно добиться различными путями. Основные из них – модернизация и реконструкция энергетического оборудования, мероприятия режимного характера. Существенных результатов на пути экономии энергетических ресурсов Лукомльской ГРЭС можно достичь путем совершенствования энергетического оборудования, его реконструкции и модернизации. Это позволит снизить удельный расход топлива на производство. Необходимость первоочередной модернизации блоков на Лукомльской ГРЭС была обусловлена тем, что основное оборудование отработало более 40 лет, что превышает заложенный парковый ресурс.

Реконструкция основного и вспомогательного оборудования блока станции № 4 осуществлялась в три этапа с 2009 по 2012 г.

Экономия топлива от реконструкции энергоблока станции № 4 составила:

$$B_{\text{МОД}} = B_{\text{ПВД}} + B_{\text{ТУРБ}} + B_{\text{ЭК}} + B_{\text{РВП}} + B_{\text{Д-10}} + B_{\text{ПН}}, \quad (1)$$

где  $B_{\text{ПВД}}$  – экономия топлива после замены ПВД, т у.т.;  $B_{\text{ТУРБ}}$  – экономия топлива после модернизации проточной части турбины К–300–240–6МР, т у.т.;  $B_{\text{ЭК}}$  – экономия топлива после модернизации водяного экономайзера ТГМП – 114, т у.т.;  $B_{\text{РВП}}$  – экономия топлива после замены набивки РВП на интенсифицированную, т у.т.;  $B_{\text{Д-10}}$  – экономия топлива после замены Д–7 ата на Д–10 ата, т у.т.;  $B_{\text{ПН}}$  – экономия топлива после замены питательного гасоса, т у.т.;  $B_{\text{МОД}} = 886 + 10843 + 2506 + 224 + 380 = 17345$  т у.т.

Экономия топлива после завершения модернизации блока станции № 4 составила 17 345 т у.т.

Реконструкция энергоблока станции № 3 Лукомльской ГРЭС выполнялась с 2011 по 2012 г. Причиной модернизации цилиндра высокого давления (ЦВД) блока станции № 3 являлось исчерпание проточной части ЦВД паркового и индивидуального ресурса, работающей в условиях ползучести металла при температурах выше 450°C, давлении более 9,0 МПа и подвергающейся наибольшему физическому износу, усугубляемому явлением усталости металла. В результате модернизации повышается экономичность в рабочем диапазоне изменения мощности, т.е. мероприятие является энергосберегающим. Модернизация ЦВД турбины станции № 3 включает полную замену проточной части на новую с реактивным облопачиванием.

Экономию топлива рассчитаем, исходя из того, что реконструкция блока обеспечит увеличение мощности блока на 7,5 МВт при неизменном расходе пара на турбину, и удельный расход топлива за счет реализованных мероприятий на блоке снизится на 9,4 г/кВт·ч:

$$B_{\text{ГОД}} = \Delta b \cdot \mathcal{E}_{\text{ОТП}} \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где  $\Delta b$  – снижение удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии, г/кВт·ч;  $\mathcal{E}_{\text{ОТП}}$  – отпуск электроэнергии с шин электростанции в год, МВт·ч.  $B_{\text{ГОД}} = 9,4 \cdot 1850000 \cdot 10^{-3}$  т у.т.

Реконструкция энергоблока ст. № 3 позволит сократить расход топлива на производство электрической и тепловой энергии на 17390 т у. т. в год.

В результате перевода двух мазутных резервуаров в холодный режим получена годовая экономия топлива 1 370 т у. т. в год.

Как показывают расчеты, при увеличении средней электрической нагрузки блоков Лукомльской ГРЭС до 250 МВт, экономия топлива за год составит 43007,3 т у. т.

Оптимизация работы диспетчерских служб по поддержанию более рационального режима работы Лукомльской ГРЭС позволит сэкономить топливные ресурсы предприятия.

Говоря о повышении экономичности станции, нельзя не отметить, что одним из существенных направлений являются режимные мероприятия, в частности, оптимизация загрузки станции. Так как Лукомльская ГРЭС является конденсационной, режимы максимальной загрузки станции являются наиболее предпочтительными. Хотя с увеличением теплофикационной выработки удельный расход топлива на отпуск электроэнергии значительно снижается, но инфраструктура города Новолукомля такова, что отсутствует крупный потребитель тепловой энергии.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2010 г. №1180 «Об утверждении стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь» в целях повышения эффективности производства электрической и тепловой энергии на генерирующих источниках предусматривается строительство парогазового блока ПГУ–400 на Лукомльской ГРЭС с выводом из эксплуатации неэффективного оборудования.

Строительство ПГУ проводилось с привлечением кредитных ресурсов банков Китайской Народной Республики. В мае 2014 г. ПГУ Лукомльской ГРЭС была сдана в эксплуатацию. Сегодня установленная мощность ПГУ составляет 427 МВт. Выработка электроэнергии – около 2,5 млрд кВт·ч. Расход электроэнергии на собственные нужды блока – 2,6 %. Число часов использования установленной электрической мощности – 6000 ч/год. Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии 220 г у.т./кВт·ч. КПД ПГУ по отпуску электрической энергии – 57,02 %. Сегодня КПД парогазового цикла достаточно высокий и составляет – 57,02 % (блоки по 300 МВт ЛГРЭС имеют КПД парового цикла 39,1–40,0 %). Парогазовые установки используют меньше воды на единицу вырабатываемой электроэнергии по сравнению с паросиловыми установками. При эксплуатации ПГУ снижаются вредные выбросы на единицу вырабатываемой электроэнергии и уменьшается концентрация окислов азота в уходящих дымовых газах. Планируется, что в структуре себестоимости отпускаемой электроэнергии от ПГУ-400 топливные затраты составят около

78,6 %, и это ниже имеющихся затрат конденсационных энергоблоков 300 МВт на 11,4 %. Реализация данного инвестиционного проекта позволит снизить потребление топливных ресурсов до 173,5 тыс. т у.т. в год. А годовые производственные затраты станции при этом сократятся примерно на 30,9 млн долларов США.

Показатели эффективности инвестиционного проекта следующие: NPV = 1 815 325 млн руб.; IRR –10,4 %; динамический срок окупаемости проекта – 12,4 года.

Сегодня в отрасли ведется активная работа по модернизации ТЭС, электрических и тепловых сетей, подготовке и строительству атомных энергоисточников, прорабатываются вопросы диверсификации поставок в республику традиционных энергоносителей, планируется развитие линий электропередачи между Беларусью и сопредельными странами. В целях обеспечения бесперебойных поставок топлива предусмотрено наращивание объемов хранения природного и сжиженного газа, нефти и нефтепродуктов.

### **Библиографический список**

1. Рубашный В.С. Инновационный менеджмент и интеллектуальная собственность: курс лекций / ФУ «Аинформ». – Минск, 2007. – 368 с.
2. Инновационная политика государства: учеб. пособие / Н.Б. Антонова [и др.]; под общ. ред. В.К. Матюшевского. – Минск: Изд-во Акад. упр. при Президенте Республики Беларусь, 2004. – 187 с.
3. Куличенков В.П., Силюк С.М. Задачи энергосбережения в Республике Беларусь // Промышленная безопасность. – № 10 (123). – С. 44–46.
4. Гутьрчик, Г.В. Холодные трубы качают энергию даровым сверхзвуком // Промышленная безопасность. – 2008. – № 1 (114). – С. 46.
5. Лукомльская ГРЭС. Реконструкция энергоблока ст. № 3. Архитектурный проект. Кн. 1 / РУП «БЕЛНИПИЭНЕРГОПРОМ». – Минск, 2009. – 21с.
6. Строительство ПГУ–400 МВт на Лукомльской ГРЭС. Архитектурный проект. Кн. 14 / РУП «БЕЛНИПИЭНЕРГОПРОМ». – Минск, 2011. – 15 с.



**Секция 2**  
**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМИ АППАРАТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

**Студенты Н.В. Богданов, Н.Н. Третьякова**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Рассматриваются основные аспекты построения автоматизированной диспетчерской системы для удаленного управления группой аппаратных объектов. Проводится анализ интегрированной системы безопасности «Орион». Описываются ее технические возможности и оценивается соответствие требованиям.

**Ключевые слова:** аппаратный комплекс; интегрированная система безопасности; техническое средство; охранно-пожарная сигнализация.

## SOLUTION OF THE REMOTE MONITORING AND MANAGEMENT OF AUTONOMOUS HARDWARE SYSTEMS

**Students N.V. Bogdanov, N.N. Tretyakova**

Perm National Research Polytechnic University

The article discusses the main aspects of building an automated dispatching system for remote management of a group of hardware objects

The analysis of integrated security system – "Orion" describes its technical capabilities and assesses conformity.

**Keywords:** Hardware system; integrated security system; technical means; fire alarm.

Большинство компаний, деятельность которых тесно связана с использованием и совершенствованием инфраструктуры связи различного типа, вынуждены решать задачи обеспечения централизованного контроля технических процессов и безопасности сети автономных аппаратных комплексов, которые могут располагаться в значительном удалении от центра управления, например, на незаселенных территориях или в местах, где отсутствуют наземные каналы связи.

Вот некоторые виды компаний, которым приходится решать подобные задачи, и соответствующие им виды деятельности:

- операторы сотовой связи,
- обслуживание базовых станций,

- энергетические компании,
- построение сети подстанций,
- теле- и радиокomпании,
- транслирование сигнала в удаленные районы,
- компании топливо-энергетической и химической промышленности,
- обслуживание нефте- и газопроводов, резервуаров для хранения химически активных веществ.

Технические решения, выполняющие требуемые функции, как правило, состоят из компонентов различной направленности, связанных в единую систему.

Обеспечение безопасности системы:

- взломостойкий контейнер повышенной прочности;
- система охранной и пожарной сигнализации;
- система защиты от несанкционированного доступа;
- система пожаротушения.

Обеспечение бесперебойной автономной работы системы:

- автономный источник энергии (дизель-генератор);
- система жизнеобеспечения аппаратуры (поддержка заданной температуры и влажности, вентиляция помещения).

Система мониторинга и контроля:

- средства информирования о нештатных ситуациях;
- средства удаленного управления обрyдованием.

Чаще всего для передачи данных между удаленными объектами и центром управления используются существующие каналы связи, созданные компанией-потребителем.

Основные требования, предъявляемые к системе управления сетью объектов:

- надежность,
- комплексность,
- многофункциональность,
- высокоинформативность,
- возможность гибкой настройки (в том числе возможность изменения настроек в режиме реального времени),
- масштабируемость.

Одним из главных критериев выбора системы является ее цена. Пользователям необходимы решения, удовлетворяющие всем указанным выше критериям и при этом укладывающиеся в заданные рамки бюджета, которые позволят максимум выгоды при минимальных вложениях.

### **Описание ИСБ «Орион»**

Оптимальным решением поставленных выше задач является интегрированная система безопасности «Орион», разработанная и поставляемая компанией «Болид». На каждом удаленном аппаратном объекте устанавливается подсистема СПИ-2000А. Она обеспечивает контроль и управление из единого центра управления с использованием широко распространенного канала передачи данных Ethernet.

При минимальных затратах на монтаж и обслуживание система выполняет следующие функции:

- контроль доступа в помещение и к оборудованию,
- охранная сигнализация,
- пожарная сигнализация,
- автоматическое пожаротушение,
- автоматическое поддержание заданных климатических условий,
- контроль за расходом ресурсов (электроэнергии, газа, воды).

Каждый контролируемый объект оборудуется системой передачи извещений ИСБ «Орион» СПИ-2000А, главным узлом которой является контроллер С2000-КДЛ. Это устройство способно координировать работу до 127 адресных устройств различного назначения.

Типовой состав оборудования для одного объекта, приведенный на рис. 1, включает в себя:

- извещатель С2000-СМК для контроля открытия/закрытия двери;
- датчик движения С2000-ИК для контроля проникновения в контейнер людей или животных;
- два дымовых пожарных извещателя ДИП-34А для обнаружения признаков пожара;
- термогигрометр С2000-ВТ для измерения температуры и влажности на объекте;

- счетчик расхода С2000-АСР2 для подключения счетчиков электроэнергии;
- два релейных модуля С2000-СП2 для управления светозвуковой сигнализацией и питанием 220 В для технологического оборудования;
- С2000-КДЛ в режиме реального времени собирает информацию с подключенных к нему устройств и передает в центр управления показатели датчиков, сведения о неисправностях подключенных устройств, линий связи и самого контроллера.



Рис. 1. Состав ИСБ «Орион»

Для связи С2000-КДЛ с внешней сетью используется преобразователь интерфейсов С2000-Ethernet.

Дополнительно к С2000-КДЛ можно подключить систему идентификации пользователей, что позволит организовать контроль доступа внутрь охраняемого объекта и учет действий персонала.

Через релейные модули С2000-СП2 осуществляется управление различными исполнительными устройствами: светозвуковой сигнализацией, вентиляторами, нагревателями и т.д.

Питание системы осуществляется от резервированного источника 12 или 24 В. Рекомендуется применять источники питания серии РИП производства «Болид», например РИП-12 RS. Он обладает следующими функциональными возможностями:

- отслеживает напряжение питания оборудования внутри охраняемого объекта;
- измеряет реальный ток в системе и определяет несанкционированное подключение к сети питания;
- выдает в центр управления предупреждение о необходимости замены своего аккумулятора и сообщение об исправности зарядного устройства.

Описанная интегрированная система безопасности (рис. 2) отвечает всем современным требованиям пользователей, таким как надежность, высокая информативность, возможность интеграции и масштабирования.

Система привлекательна своей ценой: ее стоимость для оборудования одного контейнера не превышает полутора десятков тысяч российских рублей (без учета источника питания).

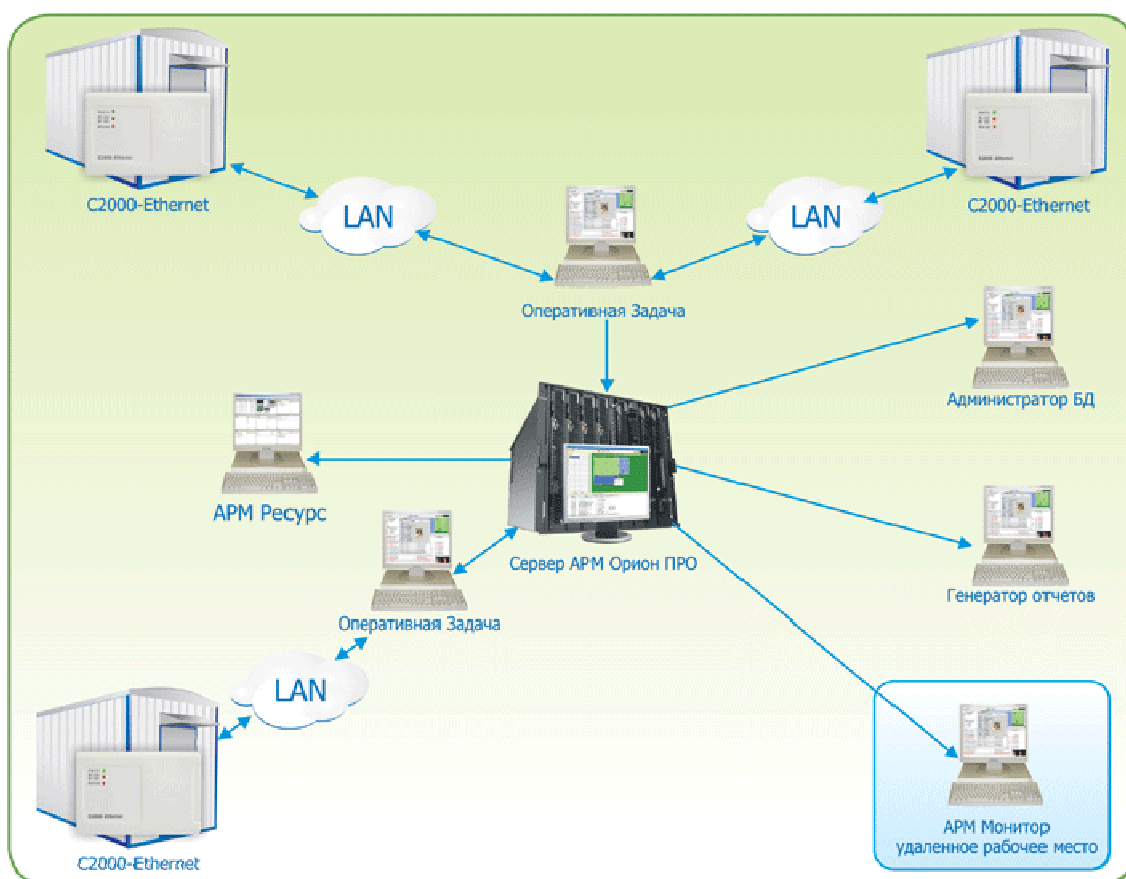


Рис. 2. Схема управления ИСБ «Орион»

Оборудование контейнеров в рамках одной системы может варьироваться в зависимости от нужд пользователя:

- тепловой пожарный извещатель С2000-ИП,
- охранные адресные извещатели различного типа,
- извещатели с выходами типа «сухой контакт», подключаемые через адресные расширители С2000-АР1, С2000-АР2 и С2000-АР8,
- многофункциональный пульт С2000-М, позволяющий расширить локальную систему до полноценной системы безопасности.

В центре управления, где собираются данные с удаленных объектов, устанавливаются АРМ «Ресурс» и АРМ «Орион Про».

Данные от удаленных объектов передаются через интерфейс С2000-Ethernet и поступают в устройство «Оперативная задача» АРМ «Орион Про».

АРМ «Ресурс», в свою очередь, принимает данные о расходе ресурсов от счетчиков расхода С2000-АСР2 и визуализирует их с помощью удобного графического интерфейса. Данные с этих систем затем поступают в АРМ «Монитор», откуда и ведутся контроль за объектами и управление ими.

К одному серверу «Орион Про» можно подключить до 63 устройств «Оперативная задача», а к каждой «Оперативной задаче» могут быть подключены до 1024 контроллеров С2000-КДЛ, что позволяет решать широкий спектр задач удаленного управления распределенными объектами (см. рис. 2).

**Заключение.** Для решения задач удаленного мониторинга и управления аппаратными комплексами требуется комплексное решение, обладающее широким набором функций и возможностью модернизации.

Интегрированная система безопасности «Орион», производимая компанией «Болид», отлично решает поставленные задачи.

Она доступна широкому кругу потребителей, хорошо зарекомендовала себя на рынках России и ближнего зарубежья, обеспечивая высокую функциональность при минимальных затратах.

## Библиографический список

1. ГОСТ 34.003. Автоматизированные системы. Термины и определения.

2. Автоматизированное рабочее место оператора «Орион». Руководство оператора [Электронный ресурс]. 2004. – URL: [http://bolid.ru/files/373/566/orion\\_ro.pdf](http://bolid.ru/files/373/566/orion_ro.pdf) (дата обращения: 17.10.2014).

3. Горяченков М.С. Задача дистанционного мониторинга и управления группой распределенных аппаратных объектов // «Bolid». Системы безопасности. – URL: [http://bolid.ru/support/articles/articles\\_13.html](http://bolid.ru/support/articles/articles_13.html)

4. Интегрированные системы безопасности [Электронный ресурс] // «СИГМА-ИС» Комплексные системы безопасности. – URL: <http://www.sigma-is.ru/integration.html> (дата обращения: 19.11.2014).



# УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗОНАНСНЫХ СВЧ-ДАТЧИКОВ

**Магистр Е.Э. Врачев**

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н.Туполева – Казанский авиационный институт

Рассматривается двухчастотный метод определения сдвига центральной частоты резонансных СВЧ-датчиков при измерении комплексной диэлектрической проницаемости различных материалов. Также предлагается способ формирования двухчастотного сигнала в СВЧ-диапазоне.

**Ключевые слова:** резонансный СВЧ-датчик; диэлектрическая проницаемость; двухчастотное зондирование; добротность; резонансная амплитуда и частота; амплитудно-фазовый модулятор.

## DEVICE FOR MEASURING PERFORMANCE RESONANT MICROWAVE SENSORS

**Master E.E. Vrachev**

Kazan National Research Technical University  
Named After A.N. Tupolev – Kazan Aviation Institute

In work the two-frequency method of definition of shift of the central frequency of resonant microwave sensor is considered, at measurement of complex dielectric permeability of various materials. Also the proposed method of forming a two-frequency signal in the microwave range.

**Keywords:** resonant microwave sensor; dielectric constant; two frequency probing; quality factor; the resonance amplitude and frequency; amplitude-phase modulator.

Классические схемы рефлектометрических измерений или измерений на прохождение основаны либо на применении скалярного или векторного анализатора цепей, либо генератора перестраиваемой частоты и детектора. Как правило, данные схемы очень трудоемки и требуют сложной и дорогой аппаратуры.

Для оперативного измерения комплексной диэлектрической проницаемости материалов в СВЧ-диапазоне необходима разработка методов и средств определения измерительных параметров резонансного датчика, обеспечивающих высокую точность при сниженной стоимости измерений.

В докладе предлагается использование двухчастотного метода для определения значений резонансной частоты  $f_0$ , добротности  $Q_0$  и амплитуды резонанса  $U_0$ .

Двухчастотный метод основан на двухчастотном зондировании СВЧ-датчиков, заполненных или связанных с исследуемым материалом, и не требует вариации частоты зондирующего генератора или его частотной модуляции, а также возможного изменения геометрических параметров самих датчиков.

Кратко охарактеризуем принцип действия предлагаемого метода. Для измерения характеристик СВЧ-датчика с помощью перестраиваемого по частоте генератора генерируют исходное одночастотное колебание, которое преобразуют в зондирующее колебание в преобразователе одночастотного колебания в двухчастотное.

Зондирующее колебание на выходе амплитудно-фазового преобразователя одночастотного колебания в двухчастотное определяется выражением:

$$E_m = A_{-1} \exp[j2\pi(f_s - \Delta f)t] + A_{-2} \exp[j2\pi(f_s + \Delta f)t], \quad (1)$$

где  $A_{-1} = |A_{-1}| \exp(j\varphi_{-1})$  и  $A_{-2} = |A_{-2}| \exp(j\varphi_{-2})$  – комплексные амплитуды двухчастотного сигнала, причем  $A_{-1} = A_{-2}$ , а  $|\varphi_{-1}| = |\varphi_{-2}|$ .

Для этого с устройства управления через шину управления подается команда управления параметрами генерации перестраиваемого по частоте генератора и преобразования в преобразователе одночастотного колебания в двухчастотное.

В соответствии с поданной командой зондирующее колебание в преобразователе одночастотного колебания в двухчастотное формируют двухчастотным, состоящим из двух одночастотных сигналов равной амплитуды соответственно на частотах  $f_{11}$  и  $f_{12}$ . Для его формирования в перестраиваемом по частоте генераторе генерируют среднюю частоту

$$f_c = \frac{(f_{11} + f_{12})}{2}. \quad (2)$$

Средняя частота поступает в преобразователь одночастотного колебания в двухчастотное, в котором по полученной команде задают начальную разностную частоту между формируемыми составляющими двухчастотного зондирующего колебания  $\Delta f_{P1} = f_{11} - f_{12}$ ,

как правило, меньшую или равную ширине полосы пропускания СВЧ-датчика, при этом сама средняя частота подавляется.

На рис. 1 показано зондирование СВЧ-датчика двухчастотным сигналом.

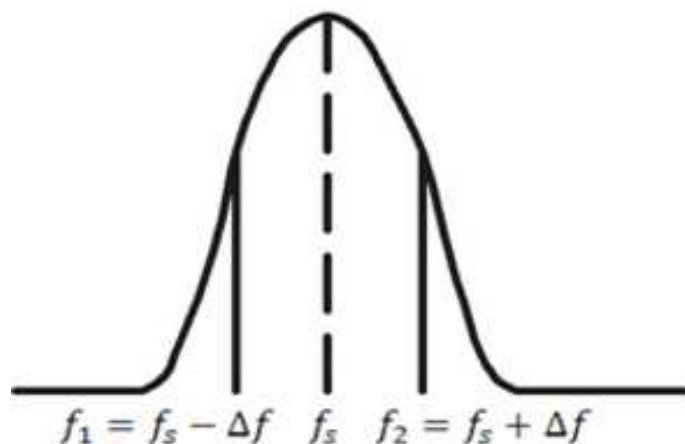


Рис. 1. Зондирование СВЧ-датчика двухчастотным сигналом

Затем передают зондирующее колебание к СВЧ-датчику через разделительную сеть и СВЧ-кабель. В зондирующем колебании, проходящем через СВЧ-датчик, происходит изменение амплитуд составляющих зондирующего колебания, они становятся неравными в зависимости от взаимного положения его средней частоты и резонансной частоты СВЧ-датчика.

Далее принимают зондирующее колебание после воздействия на СВЧ-датчик СВЧ-приемником. При этом возможна реализация двух режимов приема в зависимости от типа СВЧ-датчика, приспособленного для работы на отражение или пропускание. При работе на отражение в соответствии с алгоритмом управления по шине управления включают разделительную сеть с устройства управления в режим «циркулятора», так что отраженное от СВЧ-датчика выходное двухчастотное колебание через СВЧ-кабель и первый выход разделительной сети поступает на второй выход разделительной сети и далее на СВЧ-приемник. При работе на пропускание в соответствии с алгоритмом управления по шине управления включают разделительную сеть с устройства управления в режим «двойного Т-моста», так что прошедшее через СВЧ-датчик выходное двухчастотное колебание через второй СВЧ-кабель и второй вход разделительной сети поступает на второй выход разделительной сети и далее на СВЧ-приемник.

На выходе СВЧ-приемника образуется сигнал, соответствующий огибающей биений двух составляющих выходного двухчастотного колебания, отраженного или прошедшего через СВЧ-датчик.

Далее в соответствии с алгоритмом управления подают команду по шине управления с устройства управления на перестраиваемый по частоте генератор для перестройки средней частоты зондирующего двухчастотного колебания с заданным шагом в диапазоне измерений, соответствующем полосе частот СВЧ-датчика, и на преобразователь одночастотного колебания в двухчастотное для сохранения постоянной в ходе перестройки разностной частоты  $\Delta f_{p1}$ .

В ходе перестройки в устройстве управления регистрируют изменение средней частоты зондирующего колебания (2) и измеряют коэффициент модуляции  $m$  его огибающей на выходе из СВЧ-приемника, по достижении которым значения  $m = 1$  определяют резонансную частоту  $f_p$  СВЧ-датчика, как равную значению средней частоты  $f_c$  в данный момент времени, и измеряют соответствующую ему амплитуду огибающей зондирующего колебания  $U_1$  на выходе СВЧ-датчика [1].

На рис. 2 показана структурная схема устройства.

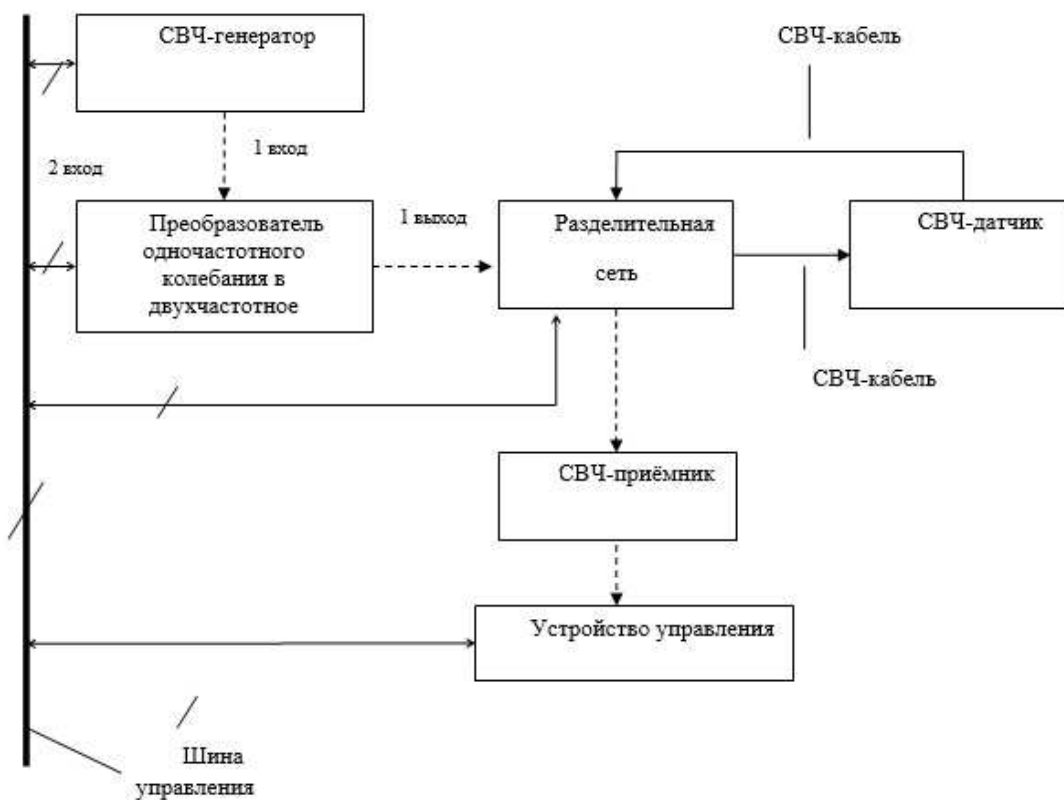


Рис.2. Структурная схема устройства

На рис. 3 показан способ формирования двухчастотного сигнала в СВЧ-диапазоне на основе амплитудно-фазового преобразователя.

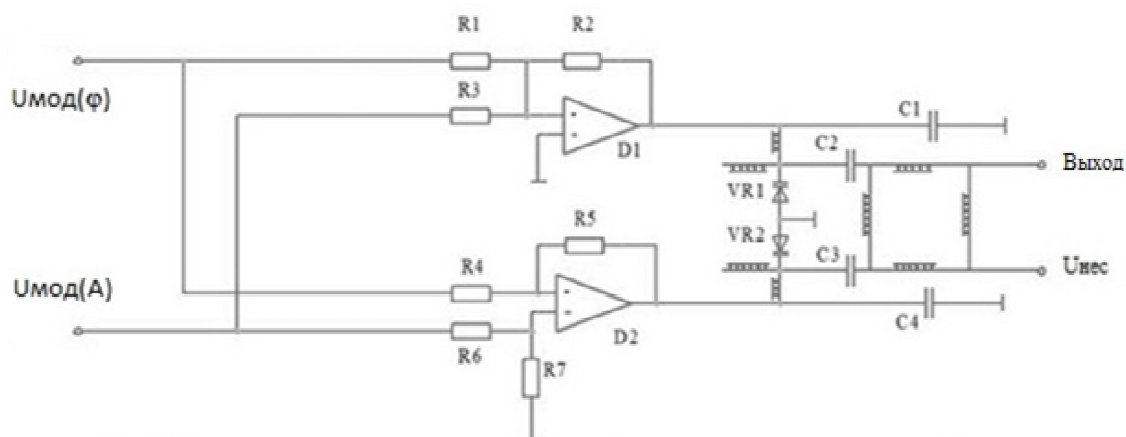


Рис. 3. Схема электрическая-принципиальная преобразователя одночастотного колебания в двухчастотное, реализованная на амплитудно-фазовом модуляторе

Амплитудно-фазовый модулятор содержит квадратурный мост, управляемые отражательные фазовращатели, выполненные на варакторах, сумматоры, инвертор. Сигнал, несущий  $U_{\text{нес}}$ , поступает через квадратурный мост на фазовращатели, после отражения от которых направляется на выход. При подаче модулирующего сигнала  $U_{\text{мод}}(\varphi)$  происходит относительное изменение фазы сигнала несущей на выходе, а при подаче модулирующего сигнала  $U_{\text{мод}}(A)$  изменяется амплитуда сигнала несущей на выходе [2].

Двухчастотный метод обладает высокой точностью при стабильности амплитуд и фаз зондирующих колебаний. При использовании метода двухчастотного зондирования максимальная чувствительность измерений достигается при настройке его средней частоты на резонансную частоту датчика, при этом значение расстройки между двумя составляющими должно быть близко к ширине его полосы пропускания на полувысоте [1].

### Библиографический список

1. Устройство для измерения характеристик резонансных структур: пат. 124812 Рос. Федерация МПК G01R 27/04 / Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, А.Р. Насыбуллин [и др.]; опубл. 10.02.2013. – 2 с.
2. Амплитудно-фазовый модулятор: пат. 1665493 СССР Н03 С5/00 / Ю.М. Зельдин, С.О. Плотницкий; опубл. 23.07.1991. – 3 с.

## 3D-МАППИНГ

Студент В.Ю. Киринос

Омский государственный технический университет

Рассмотрены инновационная технология и ее применение в различных сферах деятельности. Также выделяются классификации реализации данной технологии. В статье рассматривается актуальность технологии 3D-маппинга.

**Ключевые слова:** видеомэппинг; 3D-маппинг; проекция.

## 3D-MAPPING

Student V.Yu. Kirnosov

Omsk State Technical University

This article describes an innovative technology and its application in various fields. Also allocate classifications of implementation of this technology. The article discusses the relevance of the technology 3D-mapping.

**Keywords:** video-mapping; 3D-mapping; projection.

Понятие «mapping» обозначает «нанесение на карту». В наше время одним из популярных и актуальных направлений в рекламной сфере принято считать 3D-mapping. Это слово стало использоваться для наименования способов нанесения текстур на объекты в компьютерных программах. Соответственно видеомэппинг – дословно «нанесение видео (или проекции) на поверхность». 3D-mapping – это направление в аудиовизуальном искусстве, представляющее собой 3D-проекцию на физический объект окружающей среды с учетом его геометрии и местоположения в пространстве. Возможно, что эта технология выросла на базе компьютерного мэппинга, который использовался в дизайне, играх или при создании 3D-объектов в архитектуре и лазерной проекции, а также аудиовизуальных технологиях создания шоу.

Различают три вида видеомэппинга по способу реализации:

- Одиночная проекция. Представляет собой проекцию видеопроектора, которая создает иллюзию объема, но при условии, что точка просмотра будет соответствовать оси проектора. Минус одиночной проекции в том, что при проекции на объемные поверхности проекция искажается, что эстетически непривлекательно и не соответствует желаемому результату.

- Плоский маппинг. Аналогичен одиночной проекции, но отличие в том, что при плоском маппинге используются несколько проекторов для создания объема объекта с разных ракурсов. Но при использовании нескольких проекторов требуется их синхронизация. В этом нам помогут медиасерверы.

Медиасервер – это специализированный сервер, обрабатывающий AV сигналы, медиапотoki и файлы в соответствии с расписаниями записи и воспроизведения, клиентскими запросами, поддерживающий обработку потоковых данных и основные протоколы передачи аудио/видеоданных через интерфейсы ввода-вывода аудиовидеоданных (например, PAL/NTSC, HD/SD SDI, HDMI) или через сеть.

- Объемный видеомаппинг. Представляет собой работу с каждым отдельным 3д-объектом индивидуально, с последующим заданием каждому объекту своего поведения согласно общему сценарию. Данный вид видеомаппинга реализуется так же с помощью медиасервера и более профессионального оборудования (мощные видеопроекторы.)

Так же видеомаппинг классифицируют по объектам, на которые будет осуществлена проекция:

- Архитектурный видеомаппинг – 3D-проекция на здание или другой архитектурный объект. Творческой основой для работ может служить как история самого здания, так и любые сюжеты, созданные для выражения идеологии мероприятия. Технически работы создаются с учетом геометрии и фактуры зданий. Профессионалы рисуют анимацию, раскрывающую глубину архитектуры. Реализация такого шоу возможна только с использованием специального оборудования.

- Интерьерный видеомаппинг – проецирование внутри помещения, позволяющее создавать интересные иллюзорные интерьерные решения.

- Проекция на малые объекты – когда в качестве объекта проецирования используются лишь элементы объекта.

- Интерактивный видеомаппинг – подразумевает шоу, в котором присутствует живое взаимодействие со зрителями в режиме реального времени. На данный момент наиболее распространенной технологией вовлечения людей в интерактивные шоу является

кинект, когда камера фиксирует движения людей, а программное обеспечение изменяет контент.

Видеомapping необходим для более яркого восприятия события любого масштаба. Применение данной технологии позволяет изменить внешний вид любого объекта до неузнаваемости благодаря спецэффектам и проекциям. Технология XXI века, о которой идет речь, открывает собой принципиально новую страничку в рекламном бизнесе, поскольку благодаря ей реклама получает новый виток развития.

### **Библиографический список**

1. URL: [www.show-master.ru/dictionary/mapping.html](http://www.show-master.ru/dictionary/mapping.html)
2. URL: [archvuz.ru/2012\\_2/20](http://archvuz.ru/2012_2/20)
3. URL: <http://www.silasveta.com/service/3d-mapping-na-zdaniya>



# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ

**Младший научный сотрудник Е.А. Маро**  
Южный федеральный университет, г. Таганрог

В работе представлен результат моделирования алгебраического метода eXtended Linearization (XL) для оценки стойкости блочного шифра ГОСТ 28147-89 в режиме простой замены (далее по тексту – ГОСТ). Представлен алгоритм формирования нелинейной системы для произвольных таблиц заполнения блоков замены шифра ГОСТа. Проведены экспериментальные проверки предлагаемого к использованию метода поиска линейно независимых уравнений, в том числе при вычислениях на многопроцессорных вычислительных системах. Приведены временные характеристики алгоритма подготовительного этапа по вычислению блоков замены ГОСТа.

**Ключевые слова:** ГОСТ;  $\text{ГОСТ}\oplus$ ; секретный блок замены; алгебраический криптоанализ; система уравнений второй степени; eXtended Linearization метод.

## IMPROVING EFFICIENCY OF ALGEBRAIC METHODS ESTIMATE THE RESISTANCE OF BLOCK CIPHERS

**Junior Researcher E.A. Maro**  
Southern Federal University, Taganrog

This paper presents the simulation result of the algebraic method eXtended Linearization (XL) for the evaluation of resistance of a block cipher GOST28147-89 encryption mode Electronic Codebook (ECB) (hereinafter GOST). We research the algorithm of generation a nonlinear systems for arbitrary substitution block of GOST cipher. We made experimental validation of the proposed method of the search linearly independent equation, including the calculations on multiprocessor computer systems. The calculation time complexity is given for preliminary stage – recovering substitution blocks GOST.

**Keywords:** GOST;  $\text{GOST}\oplus$ ; S-box; systems of multivariate quadratic equations; algebraic cryptanalysis; eXtended Linearization method.

На стойкости алгоритма шифрования ГОСТа [1–2] базируются многие системы защиты от несанкционированного доступа к информации. Линейный, дифференциальный методы криптоанализа и алгебраические атаки основываются на использовании таблиц замен алгоритмов шифрования [3]. В шифре ГОСТа блоки замены реализованы как дополнительный секретный элемент. В работе предложена атака, направленная на вычисление секретных блоков замены ГОСТа

[4]. Атака основывается на «накрывающем» свойстве сети Фейстеля. При условии, что раунды шифрования идентичны и существует возможность однозначного определения половины блока после первого раунда, верным является утверждение, что прохождение блока текста через полную сеть Фейстеля повлечёт изменение только половины выходного блока. Пусть задан открытый текст  $P_1 = (x, y)$ . После выполнения шифрования получен шифртекст  $C_1 = (b, a)$ . При выполнении условия (1), зашифрование открытого текста  $P_2 = (x, 0)$  даст шифртекст  $C_2 = (a, c)$ .

$$f(x) = y, \quad (1)$$

где  $f$  – раундовая функция шифрования.

Следовательно, при выполнении условия (1) после 32 раундов левая половина преобразованного блока  $(x, 0)$  будет равна правой половине преобразованного блока  $(y, x)$ .

Атака нахождения секретных блоков замены содержит 2 этапа:

1. Поиск «нулевого» вектора;
2. Извлечение содержимого  $S$ -блоков.

*Первый этап* направлен на нахождение 32-битного значения, для которого выполняется условие (2).

$$z = f(0). \quad (2)$$

Для нахождения нулевого вектора зашифровывается блок  $(0, 0)$  на нулевом ключе. Получен шифртекст  $(b, a)$ . Далее зашифровываем открытые тексты  $(z, 0)$ , пока не будет получен соответствующий шифротекст  $(a, y)$ . Тогда  $z$  – искомый «нулевой» вектор. Количество необходимых пар открытый текст/шифртекст не превышает  $2^{32}$ .

*Второй этап* позволяет вычислить таблицы замены, используемые в алгоритме ГОСТа. Пусть в результате шифрования  $(a, 0)$  правая часть шифротекста равна  $x$ . Используя накрывающее свойство сети Фейстеля, зашифрование текста  $(b, a)$  даст левую часть шифротекста, равную  $x$  (при условии, что  $f(a) = b$ ). Необходимо выполнить проверку равенства (3):

$$S_i[u] = [v], \quad (3)$$

где  $u$  – входная последовательность блока замены;  $v$  – выходная последовательность блока замены.

При этом части текстов  $a$  и  $b$  определяются по формулам (4) и (5) соответственно:

$$a = u \lll 4i, \quad (4)$$

$$b = (z \& \neg (1111_2 \lll (4i + 11) \parallel 1111_2 \ggg (32 - (4i + 11)))) \parallel \\ \parallel (v \lll (4i + 11) \parallel v \ggg (32 - (4i + 11))). \quad (5)$$

В целом сложность этапа вычисления блоков замены не превышает  $2^{11}$ . При реализации атак получены следующие результаты, представленные в таблице. Исследуемая атака может служить подготовительным этапом к алгебраическому криптоанализу ГОСТа [5], например, методом eXtended Linearization (XL).

#### Вычислительная и временная сложность восстановления блоков замены

№ набора блоков замен	Нулевой вектор	Количество зашифрований		Время выполнения, с
		Поиск нулевого вектора	Извлечение блоков	
1	(33af20ea, 0)	867 115 243 ( $2^{29,69}$ )	1216 ( $2^{10,25}$ )	1561
2	(39626f7d, 0)	962 752 382 ( $2^{29,84}$ )	1235 ( $2^{10,27}$ )	1728
3	(ba3ad0eb, 0)	3 124 416 748 ( $2^{31,54}$ )	1216 ( $2^{10,25}$ )	5921
4	(bac397fa, 0)	3 133 380 603 ( $2^{31,55}$ )	1247 ( $2^{10,28}$ )	5932
5	(e6c9be58, 0)	3 871 981 145 ( $2^{31,85}$ )	1216 ( $2^{10,25}$ )	6996
6	(735ba37e, 0)	1 935 385 471 ( $2^{30,85}$ )	1246 ( $2^{10,28}$ )	3501
7	(72a9d713, 0)	1 923 733 268 ( $2^{30,84}$ )	1246 ( $2^{10,28}$ )	3462
8	(8c81f5b1, 0)	2 357 327 282 ( $2^{31,14}$ )	1281 (210,32)	4214
9	(b2ede3e9, 0)	3 001 934 826 (231,48)	1236 ( $2^{10,27}$ )	5618
10	(c6a84eaf, 0)	3 332 918 960 ( $2^{31,63}$ )	1216 ( $2^{10,25}$ )	6032

Суть алгебраического анализа заключается в представлении алгоритма шифрования в виде системы уравнений второй степени, связывающей секретный ключ шифрования с открытым и зашифрованным текстом. В качестве метода решения нелинейной системы уравнений, составленной для блоков замены, в работе рассматривается eXtended Linearization-метод. Наибольшую сложность в анализе представляет использование в алгоритме шифрования ГОСТа операции целочисленного сложения по модулю  $2^n$ . В связи с этим мы для

начала рассмотрели упрощенную схему для алгоритма ГОСТа, в которой операция целочисленного сложения по модулю  $2^n$  была заменена на операцию сложения по модулю 2 ГОСТ $\oplus$ . Для любого блока замены размером  $v \times w$  бит:  $F(x_1, \dots, x_v) \rightarrow (y_1, \dots, y_w)$ , и для любого подмножества  $T$  из  $t$  всех возможных одночленов ( $2^{v+w}$ ), если выполняется условие  $t > 2^v$ , существует по меньшей мере  $t - 2^v$  линейно независимых уравнений, содержащих одночлены из множества  $T$  и выполняющиеся с вероятностью 1. Опираясь на вышеописанное условие, для блока замены ГОСТ размером  $4 \times 4$  бита формируем систему из 21 линейно независимого уравнения [6].

Аналогичным образом составляем системы для оставшихся 7 блоков замен. Процесс генерации системы уравнений для одного блока замены ГОСТа потребует 33 ч 29 мин при вычислениях на 2 процессорах Intel Core i5 2.80 ГГц. При увеличении числа процессоров до 4 время формирования системы сократилось до 26 ч 15 мин. Для работы на многопроцессорных вычислительных системах использовалась схема распределения задач между процессами, показанная на рисунке.

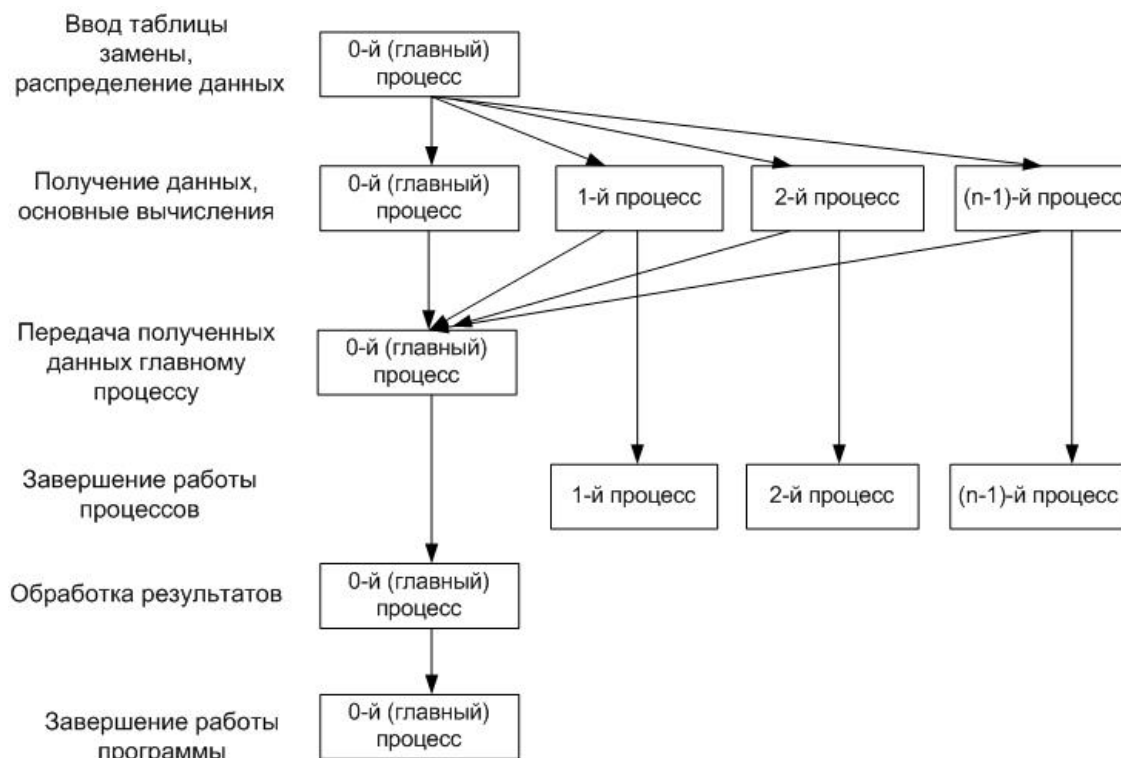


Рис. Вычисления с использованием многопроцессорной вычислительной системы

После формирования системы переходим к решению, опираясь на метод XL. Общий алгоритм алгебраического анализа методом XL имеет вид:

1. Вычисление параметра  $D$  метода eXtended Linearization по формуле:

$$\begin{cases} D = \left\lceil \frac{n}{\sqrt{m}} \right\rceil, & \text{если } \frac{n}{\sqrt{m}} > 2, \\ D = 3, & \text{если } \frac{n}{\sqrt{m}} \leq 2, \end{cases}$$

где  $n$  – число неизвестных в системе;  $m$  – число уравнений в системе.

2. Умножение всех исходных  $m$  уравнений системы на каждый моном в степени  $\leq D - 2$ .

3. Включение в исходную систему дополнительных уравнений, полученных на шаге 2.

4. Замена всех произведений неизвестных новыми переменными (приведение системы к линейному виду) с помощью метода линеаризации.

5. Решение полученной линейной системы методом исключения Гаусса.

Сложность атаки методом eXtended Linearization соответствует сложности нахождения решения линейной системы. При использовании для решения линейной системы метода исключения Гаусса сложность XL метода вычисляется по формуле

$$T^{\omega} \approx \binom{n}{D}^{\omega} \approx \left( \frac{n}{n/\sqrt{m}} \right)^{\omega},$$

где  $\omega \leq 3$  – показатель преобразования Гаусса.

В ходе исследования было получено, что для 32 раундов алгоритма шифрования ГОСТа система состоит из 5376 квадратных уравнений, связывающих входы и выходы блоков замены. Общее число переменных равно 2048, в системе содержится 9472 одночлена.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №12-07-33007-мол\_а\_вед.

## Библиографический список

1. ГОСТ 28147-89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 28 с.
2. Проект стандарта «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tc26.ru/standard/draft/GOSTR-bsh.pdf>
3. Efficient algorithms for solving overdefined systems of multivariate polynomial equations / N. Courtois, A. Klimov, J. Patarin, A. Shamir // EUROCRYPT, 2000. – P. 392–407.
4. Saarinen M.-J. A chosen key attack against the secret S-boxes of GOST. – Сан-Франциско: Internet Archive, 1998.
5. Babenko L.K., Ishchukova E.A., Maro E.A. Algebraic analysis of GOST encryption algorithm // Proceedings of the 4th International Conference of Security of Information and Networks. – 2011. – P. 57–62 (New York: Association for Computing Machinery, Inc).
6. Бабенко Л.К., Маро Е.А. Алгоритмы оценки стойкости методами алгебраического анализа // Известия ЮФУ. Технические науки. Темат. вып.: Информационная безопасность. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014. – № 2 (151). – С. 153–157.

# ПОИСК НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СТРУКТУРНОЙ СКРЫТНОСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Слушатель А.Л. Пенязь,  
канд. техн. наук Г.С. Колбасова

Военная академия связи им. С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Представлен анализ существующих и проведен поиск новых технических решений по обеспечению структурной скрытности инфокоммуникационной сети специального назначения.

**Ключевые слова:** структурная скрытность, инфокоммуникационная сеть специального назначения.

## SEARCH FOR TECHNICAL SOLUTIONS TO ENSURE STRUCTURAL STEALTH INFO COMMUNICATION NETWORK SPECIAL PURPOSE

Listener A.L. Peniaz,  
Ph.D. in Technical Sciences G.S. Kolbasova

Military academy of communication im. S.M. Budennogo, St. Petersburg

An analysis of existing and proposed new technical solutions to ensure the structural stealth infocommunication special-purpose networks.

**Keywords:** Structural stealth, infocommunication special-purpose networks.

Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информации во всех сферах жизни и деятельности человека. Сегодня информационная сфера, являясь системообразующим фактором современного общества, активно влияет на состояние политической, экономической, оборонной и других составляющих безопасности государств.

Во многом целостность современного мира как сообщества обеспечивается, кроме прочего, за счет интенсивного информационного обмена. Приостановка глобальных информационных потоков даже на короткое время способна привести к не меньшему кризису, чем разрыв межгосударственных экономических отношений. Как отмечается в Доктрине информационной безопасности, национальная безопасность Российской Федерации существенным образом зависит от обеспечения информационной безопасности, и в ходе развития технического прогресса эта зависимость будет возрастать [2].

Неоднородность используемого программного и аппаратного обеспечения, применение несертифицированного программного обеспечения, несовершенство встроенных средств защиты информации операционных систем, систем управления базами данных, отсутствие практики использования специальных выделенных средств защиты, усложнение процедур обмена сообщениями и обработки данных на фоне совершенствования способов и средств добывания информации обостряют проблему информационной безопасности.

Анализ руководящих документов, текущего состояния дел в области защиты информации показывает, что возможности традиционных средств и способов защиты информации в инфокоммуникационных системах достаточно ограничены и не способны в полной мере обеспечить конфиденциальность, доступность и целостность информации в процессе ее обработки, хранения и передачи.

В этих условиях актуальным являются исследование возможностей существующих средств защиты и внедрение дополнительных средств защиты информации от несанкционированного доступа и способов их использования.

Все вышеизложенное позволяет заключить, что в условиях развития концепции «информационной войны» на Западе необходимо уделить серьезное внимание повышению защищенности инфокоммуникационных систем военного назначения.

Современные инфокоммуникационные системы характеризуются многообразием задач, решаемых в ходе их функционирования. Для реализации своих функций современная инфокоммуникационная система специального назначения должна строиться на единых принципах интегрированных телекоммуникационных сетей с использованием ресурсов сети связи общего пользования, что предполагает широкое использование компьютерных технологий. Следовательно, значимое место в проблеме обеспечения защищенности информационной сферы инфокоммуникационных систем специального назначения занимает безопасность распределенных компьютерных сетей, объединенных через единую сеть электросвязи в интересах органов специального назначения.

И в то же время ее возможности вступают в противоречие с проблемой обеспечения защиты информации, так как при условии выхода информационного трафика за пределы контролируемой зоны в сеть



общего пользования, даже при эффективной защите информационной части сообщений с помощью криптомаршрутизаторов, информация о наличии информационных потоков между удаленными сегментами и в том числе их интенсивности остается открытой для нарушителя, осуществляющего анализ трафика в некоторой точке сети связи общего пользования. Для инфокоммуникационных систем специального назначения таким нарушителем является иностранная техническая компьютерная разведка.

При организации информационного взаимодействия, транспортной средой которого становится сеть общего пользования, важной задачей становится обеспечение защищенности ресурса пользователя от воздействий нарушителя.

Под ресурсом пользователя в данном случае понимаются обрабатываемая и передаваемая конфиденциальная информация, а также информация ограниченного распространения по причинам коммерческой, служебной, врачебной тайн или другим видам ограничений [3].

Защищенность инфокоммуникационных систем характеризуется применяемыми видами программно-аппаратных средств защиты и набором параметров, применение которых позволяет защитить их от воздействий нарушителя. Параметры, влияющие на защищенность, имеются на всех объектах информационного взаимодействия: коммуникационном оборудовании, клиентах, серверах, средствах обеспечения информационной безопасности.

При объединении удаленных сегментов распределенной инфокоммуникационной системы через сети связи общего пользования (например, Интернет) усложняется решение задачи по обеспечению безопасности связи. Это связано с возникновением практически неограниченного спектра потенциальных угроз, связанных либо с несанкционированным доступом к информации или ее перехватом в процессе передачи по каналам связи, либо деструктивными воздействиями на ВС. Задача защиты информационной части пакетов сообщений достаточно эффективно решается средствами криптографии. Однако даже при отсутствии возможности декодирования перехваченной информации нарушитель путем деструктивного воздействия на телекоммуникационное оборудование может нарушить нормальное функционирование системы. Это обусловлено тем, что адреса отправителей и получателей пакетов сообщений передаются в открытом виде.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью открытой передачи адресов отправителей и получателей пакетов сообщений по каналам связи и требованием по обеспечению безопасности ВС, так как выявление истинных адресов корреспондирующих субъектов создает предпосылки для осуществления деструктивных воздействий на инфокоммуникационные системы [1].

Состав объектов защиты системы определяется на основании анализа угроз информационной безопасности сетевого уровня.

В контексте решения целевой задачи обеспечения информационной безопасности сетевого уровня критичными ресурсами инфокоммуникационных систем специального назначения являются (рисунки):

- топология сети (адресная информация);
- служебная информация (имена хостов, пользователей, пароли и пр.);
- трафик в каждом из каналов его распространения;
- информация в центрах обработки и хранения данных (ДСП, С, СС);
- системное программное обеспечение и средства администрирования;
- прикладное программное обеспечение.

В силу того, что инфокоммуникационная система специального назначения относится к сложным организационно-техническим комплексам, т.е. к объектам с неоднородной и сложной структурой, исследование проблем обеспечения ее информационной безопасности должно носить междисциплинарный характер, так как системный характер современных рисков и угроз требует разработки широкого перечня нормативно-правовых и организационно-технических решений, направленных на достижение приемлемого уровня безопасности [4].

Известен способ повышения безопасности и скрытности канала связи, изложенный в работе «Способ (варианты) и устройство (варианты) защиты канала связи вычислительной сети» по патенту (RU 2306599) G06F21. Технический результат заключается в повышении безопасности и скрытности работы канала связи. Здесь задают исходные данные, у отправителя формируют исходный пакет данных. Затем кодируют полученный пакет данных и преобразуют в формат ТСР/ИР. После этого включают в него текущие адреса отправителя и получателя и передают сформированный пакет. Заменяют адрес отправителя. У получателя выделяют адреса отправителя и получателя

и сравнивают их с предварительно заданными адресами. Вероятность определения нарушителем истинной структуры распределенной ВС существенно снизилась, так как для такого определения необходимы дополнительные аналитические исследования. Следовательно, в этом случае вероятность осуществления деструктивных воздействий также снизилась, разработанные способ (варианты) и устройство (варианты) позволяют благодаря непрерывному изменению в передаваемых пакетах сообщений адресов отправителя и получателя повысить безопасность и скрытность работы канала связи инфокоммуникационной системы. Недостатком данного способа является то, что достигается повышение безопасности и скрытности, в частности, одного (нескольких) канала связи, а не всей инфокоммуникационной системы в целом.

Известен способ обеспечения безопасности вычислительной сети, изложенный в «Способе защиты вычислительной сети (варианты)» (RU 2325694) H04L12. Результат, заключающийся в повышении безопасности вычислительных сетей, достигается путем маскирования структуры сети с помощью изменений идентификационной структуры в информационной части передаваемых в сеть пакетов сообщений. Способ заключается в выполнении следующих действий: задают исходные данные, у отправителя формируют исходный пакет данных, а в случае отсутствия у отправителя данных для формирования истинного исходного пакета данных формируют ложный исходный пакет данных, кодируют полученный пакет данных и преобразуют в формат TCP/IP, включают в него адреса отправителя и получателя и передают сформированный пакет получателю. Заменяют адрес отправителя. У получателя выделяют адреса отправителя и получателя и сравнивают их с предварительно заданными адресами. При несовпадении принятые пакеты не анализируют, а при совпадении из принятого пакета выделяют кодированные данные и декодируют их. Заменяют адрес получателя. Затем повторно формируют исходный пакет данных у отправителя. Заявленные варианты отличаются выбором различной последовательности действий, реализующих изменение адресов корреспондирующих субъектов распределенной вычислительной сети, и действий по маскированию интенсивности информационного графика между ними.

Недостатком данного способа является отсутствие структурного скрывания инфокоммуникационной системы.

Известен способ повышения защищенности вычислительных сетей от несанкционированных воздействий, изложенный в «Способе (варианты) защиты вычислительных сетей» (RU 2307392) H04L9/32. В заявленном способе (вариантах) достигаются оперативное выявление несанкционированных воздействий и снижение скорости передачи сформированных ответных пакетов сообщений согласно правилам взаимодействия. В первом варианте способа передача ответных пакетов сообщений нарушителю происходит при обращении его к реальным и ложным адресам абонентов вычислительной сети. Во втором варианте способа дополнительно происходит блокирование передачи определенных пакетов сообщений, что приводит к имитации канала связи с плохим качеством. В третьем варианте способа запоминание идентификаторов несанкционированных информационных потоков приводит к возможности выявления несанкционированных воздействий на первоначальном этапе [2].

Недостатком данного способа является отсутствие скрывания алгоритмов функционирования инфокоммуникационной системы и, как следствие, возможность выявления алгоритмов функционирования должностных лиц, работающих на ней.

Известен «Способ защиты локальной вычислительной сети при передаче сообщений электронной почты посредством глобальной информационной сети» (RU 2318296) H04L12/54. Изобретение относится к области электросвязи и может быть использовано в локальных вычислительных сетях (ЛВС) для повышения их безопасности при передаче сообщений электронной почты через глобальную информационную сеть (ГИС). Техническим результатом является повышение безопасности ЛВС за счет маскирования ее характеристик при передаче сообщений электронной почты посредством ГИС. Заявленные действия усложняют возможность деструктивных воздействий на ЛВС, что повышает безопасность ее работы. Заявленный способ обеспечивает повышение безопасности локальной вычислительной сети за счет маскирования характеристик вычислительной сети при передаче сообщений электронной почты посредством глобальной информационной сети и затрудняет преднамеренные деструктивные воздействия. Дополнительным положительным свойством заявленного способа является возможность регистрации признаков несанкционированного сбора информации о вычислительной сети нарушителем посредством

сервиса электронной почты и его предупреждения. Указанные команды можно отслеживать по откликам на них почтового сервера ЛВС, если предварительно задать идентификаторы этих откликов. Большое количество рапортов о доставке сообщений адресатам может служить сигналом о NDR-атаке, в этом случае необходимо задание порога срабатывания сигнализации по количеству NDR.

Недостатком данного способа является маскирование только лишь передаваемого сообщения, а не самого канала связи, и, в частности, всей системы.

Наиболее близким по своей технической сущности к искомому техническому решению является «Способ обеспечения информационной безопасности при доступе пользователя к внешним информационным ресурсам через Интернет» (RU 445692) G06F17/30. Способ-прототип обеспечения информационной безопасности при доступе пользователя к внешним информационным ресурсам через Интернет относится к электросвязи и может быть использован как средство повышения защищенности ресурсов компьютерной сети при доступе пользователя к информационным ресурсам сети общего пользования посредством сетевого соединения с использованием сетевого оборудования как в локальных, так и в глобальных компьютерных сетях, в которых связь между абонентами осуществляется путем передачи пакетов данных в соответствии со стеком коммуникационных протоколов TCP/IP. Техническим результатом является повышение защищенности ресурсов информационно-вычислительной сети за счет скрывания точки выхода в сеть общего пользования. Технический результат достигается за счет использования для доступа к сети общего пользования сети доступа на основе socks-серверов, позволяющей строить различные пути к ресурсам Интернета, динамического изменения точки выхода и пути в сеть общего пользования при доступе к сети и в момент возникновения угрозы информационной безопасности, динамического изменения параметров на средствах обеспечения информационной безопасности в случае определения в точке выхода из сети доступа угрозы информационной безопасности.

По сравнению с аналогами данный способ обеспечивает более низкую вероятность обнаружения точки выхода и пути в сеть общего пользования при доступе к сети, а также динамического изменения параметров на средствах обеспечения информационной безопасности в случае

определения в точке выхода из сети доступа угрозы информационной безопасности, т.е. достигается скрытность адреса корреспондента.

Недостатком является относительно низкая защищенность от несанкционированных воздействий, признаками наличия которых являются несанкционированные ИП. Это обусловлено тем, что при определении факта наличия несанкционированного ИП в вычислительных сетях блокируется передача пакета сообщений, что является недостаточным для защиты вычислительных сетей от несанкционированных воздействий, а также не в полной мере достигается скрытность самой ИКС. Реализация указанного подхода к защите вынуждает нарушителя далее воздействовать на вычислительные сети и(или) менять стратегию воздействия.

Защита информации в ИКС от КР предполагает реализацию следующих способов:

- создание препятствий проникновению в компьютерную сеть как за счет применения средств физической защиты, так и аппаратными средствами;

- управление структурой и параметрами телекоммуникационной системы;

- маскирование собственно информации, структуры сети и наименований ее пользователей, осуществляемого как аппаратными, так и программными средствами;

- регламентация работы телекоммуникационной сети, которая достигается совокупностью программных, организационных и законодательных средств;

- принуждение к соблюдению режимов информационной безопасности, решаемое на законодательном уровне и мерами административного и уголовного воздействия, применяемых к нарушителям законодательных правил;

- побуждение к добросовестному активному отношению персонала к профессиональным обязанностям с целью исключения действий, снижающих уровень ИБ системы, реализуемое на основе формирования морально-этических норм обслуживающего персонала [3].

Множество и разнообразие возможных средств защиты определяются, прежде всего, способами воздействия на возможные негативные факторы, нарушающие защиту информации и условия их возникновения.

Целью поиска новых технических решений по обеспечению структурной скрытности ИКС СН является разработка способа (вариантов) защиты вычислительных сетей, обеспечивающего повышение степени защищенности вычислительных сетей от несанкционированных воздействий, а также введение в заблуждение нарушителя относительно структуры вычислительных сетей и, в частности, алгоритмов ее функционирования, скрытия ее наличия на общем фоне Интернета.

Поставленная цель планируется быть достигнутой разработкой (выработкой) способов скрытия факта доступа ИКС СН в сеть общего пользования, созданием распределенной вычислительной сети с динамически меняющимися адресами получателей сообщений, маскирования характеристик сети, на фоне маскирующих (ложных) сетей, объединенных через Интернет.

### **Библиографический список**

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. – 3-е изд. – СПб.: ПИТЕР, 2008.
2. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 1999.
3. Информационная безопасность систем организационного управления. Теоретические основы: в 2 т. Т.1 / Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба, Е.А. Микрин [и др.]; Ин-т проблем передачи информ. – М.: Наука, 2006.
4. Доктрина информационной безопасности (от 9 сентября 2000 г.). № ПР – 1895.

## **ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕНСОРНОЙ СЕТИ**

**Магистрант Е.А. Пустохайлова,  
канд. техн. наук, доцент В.Д. Семейкин**  
Астраханский государственный технический университет

Коэффициент готовности – один из важнейших комплексных показателей при оценке надежности сети. Помимо технических факторов на него также влияют угрозы информационной безопасности. Рассматривается влияние угроз информационной безопасности на коэффициент готовности самоорганизующейся сенсорной сети.

**Ключевые слова:** сенсорная сеть, коэффициент готовности, вероятность.

## **INFORMATION SECURITY IN A SELF-ORGANIZING SENSOR NETWORK**

**Undergraduate E.A. Pustokhailova,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.D. Semeikin**  
Astrakhan State Technical University

The coefficient of the availability – is one of the most important indicators in the evaluation of complex network reliability. In addition to technical factors, it is also affected by threats to information security. Examines the impact of security threats on the availability factor of self-organizing sensor network.

**Keywords:** sensor network, availability, credibility.

Самоорганизующаяся сенсорная сеть (ССС) – это распределенная сеть необслуживаемых крошечных электронных устройств (узлов сети), которые осуществляют сбор данных о различных параметрах внешней среды и их последующую передачу на базовую станцию путем ретрансляции от узла к узлу при помощи беспроводной связи. Самоорганизующаяся сенсорная сеть располагается на ограниченной территории и по примерным оценкам может содержать до 65 тыс. узлов.

Одним из важнейших показателей при оценке надежности сенсорной сети является коэффициент готовности, определяющий вероятность того, что сеть окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени. На коэффициент готовности СССР оказывают влияние коэффициенты готовности ее узлов (сенсоров) и ребер (линий связи). В докладе, кроме перечисленных выше составляющих,



рассматривается также влияние на коэффициент готовности угроз информационной безопасности.

В качестве рассматриваемой модели используется сеть линейной топологии из трех узлов (рис. 1), в которой рассчитывается коэффициент готовности линии связи между сенсорными узлами 1 и 3.

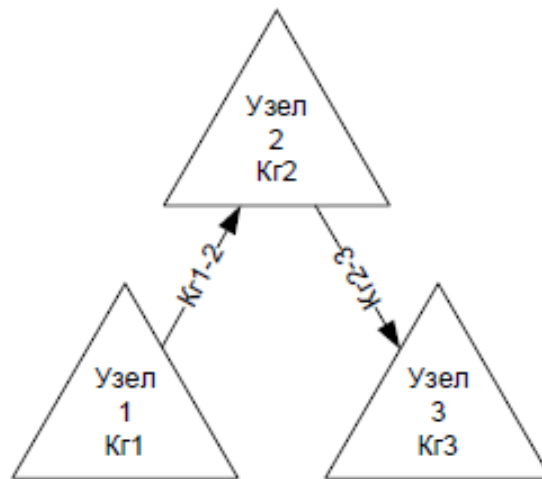


Рис. 1. Формализованная топология самоорганизующейся сенсорной сети

Коэффициент готовности линии связи между 1 и 3 узлами сенсорной сети рассчитывается по формуле

$$K_{Г-13} = K_{Г1} \cdot K_{Г1-2} \cdot K_{Г2} \cdot K_{Г2-3} \cdot K_{Г3}, \quad (1)$$

где  $K_{Г1}$ ,  $K_{Г2}$ ,  $K_{Г3}$  – коэффициенты готовности соответствующих узлов;  $K_{Г1-2}$ ,  $K_{Г2-3}$  – коэффициенты готовности линий связи между узлами.

Принимая  $K_{Г1} = K_{Г2} = K_{Г3} = K_{Г-y}$ , а  $K_{Г1-2} = K_{Г2-3} = K_{Г-1}$ , формулу коэффициента готовности формализованной топологии сети можно записать как

$$K_{Г-13} = K_{Г-y}^3 \cdot K_{Г-i}^2. \quad (2)$$

Коэффициент готовности линии связи между узлами сети  $K_{Г-i}$  принимается равным  $K_{Г-i} = 0,999$ . Коэффициент готовности оборудования на сенсорном узле рассчитывается с учетом времени на внеплановое техническое обслуживание оборудования (связанное с его отключением) и времени на аварийное восстановление работоспособности:

$$K_{Г} = \frac{T_{HO}}{T_{HO} + (T_{ТО} + T_{ВОССТ})}, \quad (3)$$

где  $T_{HO}$  – среднее время наработки на отказ;  $T_{ТО}$  – время на техническое обслуживание оборудования;  $T_{ВОССТ}$  – время на аварийное восстановление работоспособности.

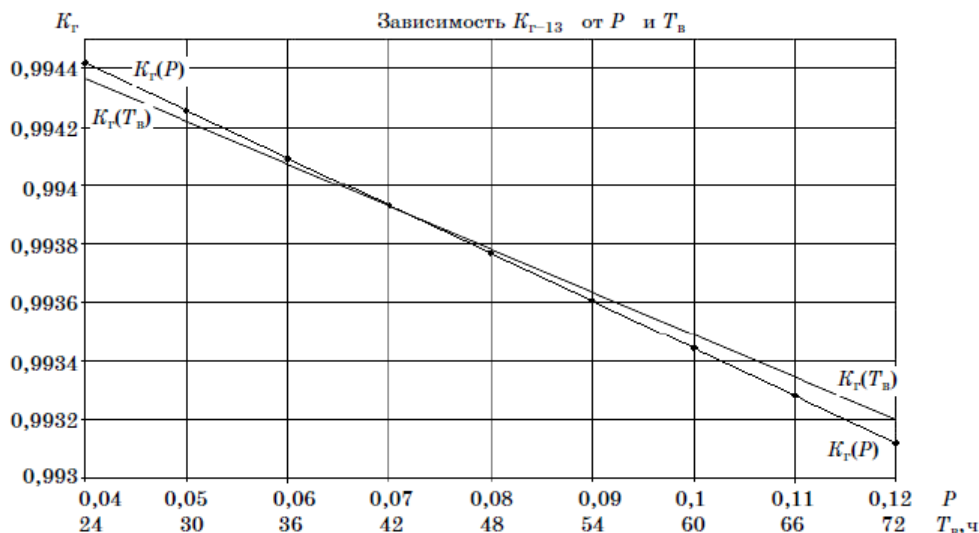


Рис. 2. Зависимость коэффициента готовности сети от вероятности возникновения угрозы информационной безопасности и времени восстановления после реализованной угрозы

Рассмотрим влияние вероятности возникновения угрозы и время восстановления на общий коэффициент готовности формализованной топологии сенсорной сети. Для оценки влияния построен график зависимости коэффициента готовности линии связи от изменяющихся величин (рис. 2):

1. Вероятность возникновения угрозы информационной безопасности ( $P$ ).
2. Время восстановления после реализованной угрозы информационной безопасности ( $T_B$ ).

График показывает, что большее влияние на итоговый коэффициент готовности сети оказывает вероятность возникновения угрозы информационной безопасности ( $P$ ).

С точки зрения повышения коэффициента готовности сенсорной сети рациональнее минимизировать риски возникновения угроз информационной безопасности, чем добиваться снижения времени, затрачиваемого на восстановление работоспособности сети после инцидента.

### Библиографический список

1. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.
2. Митрохин В.Е., Рингенблум П.Г. Влияние угроз информационной безопасности на коэффициент готовности телекоммуникационной сети с линейной топологией // Доклады ТУСУР. – Июнь 2010. – №1(21), ч. 1 – С. 156–159.

## **LTE ИЛИ НОВЫЙ ВИД ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДОСТУПА В ИНТЕРНЕТ**

**Студенты К.О. Ровин, О.А. Коновалова, Г.А. Удалова**  
Тюменский государственный нефтегазовый университет  
Колледж информатики и связи

Приведены факты для скорейшего внедрения LTE сетей в больших и малых городах, а также показаны главные плюсы новой технологии.

**Ключевые слова:** высокоскоростной Интернет, LTE.

## **LTE, OR A NEW KIND OF HIGH-SPEED INTERNET ACCESS**

**Students K.O.Rovin, O.A. Konovalova, G.A. Udalova**  
Tyumen State Oil and Gas University  
College of Informatics and Communications, teacher

In the article will be given to the facts of the early introduction of LTE networks in towns and cities. And so - as shown, the main advantages of the new technology.

**Keywords:** high speed Internet, LTE.

*Цели проведенной работы:*

- обеспечение высокоскоростного доступа в Интернет;
- удешевление стоимости за Интернет;
- упрощение работы с Интернетом.

Интернет – всемирная система объединенных компьютерных сетей для хранения и передачи информации. Часто упоминается как всемирная сеть и глобальная сеть, а также просто сеть. Построена на базе стека протоколов TCP/IP. На основе Интернета работает «всемирная паутина» (World Wide Web, WWW) и множество других систем передачи данных. На сегодняшний день Интернет очень прочно вошел в нашу жизнь. Большинство новых технологий строится именно на ежеминутном доступе в сеть. Благодаря сети мы можем прослушивать музыку во время прогулок,

На сегодняшний день доступ в Интернет осуществляется благодаря интернет-провайдерам и операторам сотовой связи.

Но, к сожалению, стоимость Интернета для юридических лиц, безусловно, дорогая.

Ниже приведены 2 примера (табл. 1 и 2):

Таблица 1

## Интернет-провайдер Инфанет

Тарифы	Скорость Мбит/с	Стоимость руб/мес
Бизнес Эконом	0,5	500
Бизнес light	1	700
Бизнес Luxe	1,5	1500
Бизнес Premium	2	2700
Бизнес Vip	2,5	4500

Таблица 2

## Интернет-провайдер Юником

Тарифы	Скорость Мбит/с	Стоимость руб/мес
Офис 256	0,5	2250
Офис 384	0,8	3375
Офис 512	1	4500
Офис 1024	2	9000

Эти две таблицы наглядно показывают, что существует большая стоимость за очень и очень мизерную скорость. К сожалению, даже такой Интернет не может обеспечить высокоскоростного доступа в Интернет. Но в наше время есть более дешевый и удобный способ получения доступа в Интернет.

Мобильный Интернет: мы сами того не замечаем, как долго молодежь или бизнесмены пользуются мобильным Интернетом. Благодаря смартфонам и мобильному Интернету мы можем смотреть новости, проверять почту, видеосвязь, а также с помощью режима «модем» мы можем обеспечить себя Интернетом, ведь у нас есть территории, куда не запускают проводной Интернет.

Давайте спросим себя, вы замечали сколько людей имеют смартфоны на сегодняшний день? Поверьте очень и очень многие. Вот пример за 2013 г. (рис. 1).

В наше время развивается LTE-технологии, это мобильный Интернет 4-го поколения. Благодаря ему мы можем получить высокоскоростной доступ в Интернет, LTE может составить конкуренцию обычному проводному Интернету. А для юридических лиц или же предприятий она обходится дешевле.

Вот примерная стоимость мобильного Интернета (рис. 2).

## Продажа смартфонов в России

Доли устройств разных брендов в общих продажах смартфонов в России за январь-сентябрь 2013 г., %

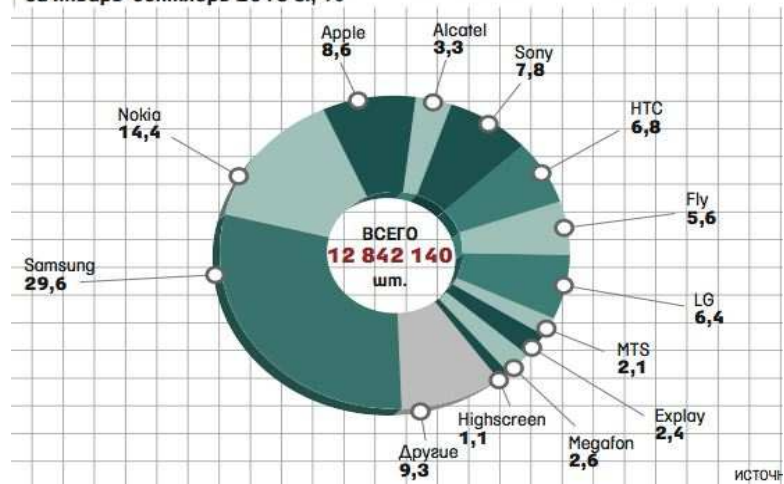


Рис. 1. Продажа смартфонов

Интернет-Мини	Интернет-Макс	Интернет-Супер	Интернет-VIP
Ежемесячная плата			
350 р.	600 р.	1100 р.	2000 р.
Квота трафика в месяц			
3 Гб	6 Гб	20 Гб	50 Гб
<a href="#">Что делать при превышении месячной квоты?</a>			
Рекомендуем использовать для			

Рис. 2. Стоимость LTE



Рис. 3. Скорость LTE

Но такой вид доступа в Интернет мы можем получить не только с помощью смартфона. Также имеются Wi-Fi-роутеры и обычные usb-модемы. Меньшая стоимость, более быстрая скорость, это также одна из новых и быстрых развивающихся технологий. На сегодняшний день она дает высокую скорость передачи (рис. 3).

Ее достоинства: минимальная стоимость, быстрый доступ.

**Вывод.** LTE – это одно из перспективнейших развитий технологии в наше время. С каждым месяцем все больше и больше технологии развиваются в этом направлении. Их цель – высокоскоростной допуск в Интернет.

### **Библиографический список**

1. МТС. Скоростной квест [Электронный ресурс]. – URL: <http://4g.mts.ru>
2. 3GPP \_Long\_\_Term\_\_\_\_Evolution [Электронный ресурс]. – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/3GPP\\_Long\\_\\_Term\\_\\_\\_\\_Evolution](http://ru.wikipedia.org/wiki/3GPP_Long__Term____Evolution)
3. Союз LTE расчистил частоты для LTE в Тюмени [Электронный ресурс]. – URL: <http://digit.ru/telecom/20131210/40928586.html>
4. МТС полностью обновит сотовые сети в Тюменской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www/sotovik.ru/news/224650-mts-polnostju-obnovit-sotovie-seti-v-tjumenskoj-oblasti.html>

# КОНФИГУРИРОВАНИЕ БЦП «РУБЕЖ-08» С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «РУБЕЖ КОНСОЛЬ»

**Студентка Н.Н. Третьякова**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Рассмотрен метод конфигурирования интегрированной системы безопасности «Рубеж-08» при помощи приложения «Рубеж Консоль».

В статье изложены особенности и основные возможности системы, а также перечислены виды объектов, на которых рекомендовано использование комплекса. Рассмотрен программный модуль «Рубеж Консоль», позволяющий удаленно работать с БЦП.

**Ключевые слова:** «Рубеж Консоль», интегрированная система безопасности, «Рубеж-08».

## CONFIGURATION OF THE INTEGRATED SECURITY SYSTEM "BOUNDARY-08" WITH THE APPENDIX "BOUNDARY CONSOLE"

**Student N.N. Tretyakova**

Perm National Research Polytechnic University

The author researched the method of a configuration of the integrated security system "Boundary-08" with the appendix «Boundary Console».

The article contains the main opportunities of system, and also types of objects on which use of a complex is recommended. Also the program module «Boundary Console», which allows to work with CPU (central processing unit) distantly, is considered.

**Keywords:** Boundary Console, integrated security system, Boundary-08

Приемно-контрольный охранно-пожарный прибор «Рубеж-08» в комплекте с периферийными блоками предназначен для создания АСУ ФЖБ средних, крупных и особо важных объектов, а также для построения многообъектовых комплексов. Модульный принцип построения комплекса и новые возможности его блока центрального процессорного (БЦП) позволяют использовать его для широкого круга объектов, в том числе жилых домов, коттеджей, дачных поселков, гаражных кооперативов, предприятий и т.д.

Комплекс включает в себя систему сетевого контроллера технологических шлейфов, обеспечивающего подключение технологических систем (газоанализаторов, датчиков утечки воды, газа и др.), и сетевого контроллера исполнительных устройств, имеющего

4 мощных реле с переключающими контактами, что позволяет эффективно управлять различными устройствами жизнеобеспечения и функционирования объекта или здания.

БЦП имеет жидкокристаллический дисплей на четыре строки, на котором высвечивается более полная информация об угрозе с точным указанием места и события (комната, коридор, подвал, тревога, пожар и др.).

Комплекс построен на базе нового объектно-ориентированного подхода к построению и управлению системой безопасности. Такой подход заключается в представлении объектов в виде трехуровневой архитектуры:

- структура объекта – логически объединенные в зону объекты технических средств;
- объекты технических средств – охранный ШС, пожарный ШС, технологический ШС, точка доступа и т.д.;
- оборудование системы – встроенное оборудование БЦП, сетевые устройства, подключаемые к БЦП.

Комплекс позволяет использовать широкий спектр поддерживаемого периферийного оборудования, подключаемого к БЦП в качестве сетевых устройств.

«Рубеж-08» фактически является совокупностью адресных, распределенных аппаратно-программных элементов (РАПЭ), в которых разработчиком заложены свойства интеллектуальности. Этот обеспечивает реализацию аппаратно-программного метода интеграции и консолидации в единую систему всех необходимых компонентов АСУ.

РАПЭ образуют иерархическую, модульную, распределенную аппаратно-программную структуру, обеспечивающую реализацию различных топологий линий связи: радиальной, кольцевой, древовидной. РАПЭ имеют встроенные алгоритмы диагностики собственной работоспособности, а также алгоритмы контроля внешних параметров функционирования (потребляемых токов, входных напряжений, сопротивлений линий связи и др.).

Алгоритмы функционирования РАПЭ представляют собой распределенную во времени и пространстве последовательность:

- приема входных сигналов (воздействий, информации и т.п.);
- процедур обработки сигналов (воздействий, информации и т.п.);
- выработки и реализации выходных сигналов (воздействий, информации и т.п.);



- двухстороннего обмена данными и фрагментами алгоритмов с другими РАПЭ.

Комплекс «Рубеж-08» и его программное обеспечение позволяют решать задачи охраны объектов любой сложности и любого масштаба. Для этого в системе заложены следующие возможности:

- определение произвольного объема оборудования, поддерживаемого системой «Рубеж-08»;

- определение любого необходимого количества рабочих мест в системе, в том числе и удаленных, работающих в едином комплексе;

- управление с одного рабочего места средствами охраны нескольких объектов;

- установка выделенных компьютеров для служебных функций (концентраторы видеоканалов и т.п.), не имеющих интерфейса оператора.

Программное обеспечение видеоподсистемы поддерживает многоканальный (до 64 каналов на одном компьютере) ввод и последующую обработку предварительно оцифрованного видеоизображения с реализацией следующих функций:

- цифровой многоканальный видеодетектор движений;

- виртуальный видеомаягнитофон и цифровая видеозапись на внутренние и внешние накопители, а также архивирование видеоданных;

- полиэкранное отображение видеoinформации на дисплее компьютера с реализацией функций цифрового увеличения и вывода дополнительной информации;

- сжатие информации и цифровое улучшение качества изображений;

- экспорт и печать видеoinформации.

Функции дополнительных модулей программного обеспечения:

- создание и отображение планов помещений и территорий с размещенными на них пиктограммами, отражающими размещение оборудования, подключенного к системе, и состояние этого оборудования;

- выдача отчетов по обстановке на объекте руководству службы безопасности и администрации: отчеты по статистике сбоев и о событиях за любые периоды по всем подсистемам.

Программный модуль «Рубеж Консоль» обеспечивает удаленный доступ к консоли управления любого БЦП системы (рис. 1, 2).

Основные возможности программы:

- удаленный доступ к консоли БЦП;

- полная визуальная имитация панели управления БЦП;
- отсутствие необходимости осваивать комплекс;
- ПО для тех, кто предпочитает работать с БЦП;
- подключение по RS-232 или UDP, TCP/IP.

В настройках указываются параметры подключения, после чего в окне программы отобразится содержимое дисплея БЦП.

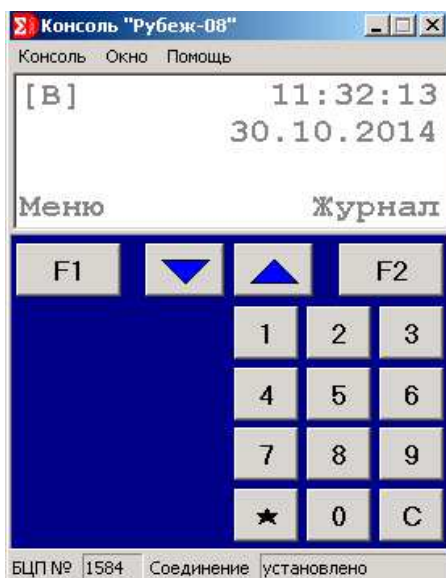


Рис. 1. Главное окно программы «Рубеж Консоль»

Работа с консолью полностью идентична непосредственной работе с БЦП. Можно запретить перекрытие окна консоли окнами других программ. Для работы с модулем «Рубеж Консоль» должен быть включен режим удаленной консоли в БЦП.

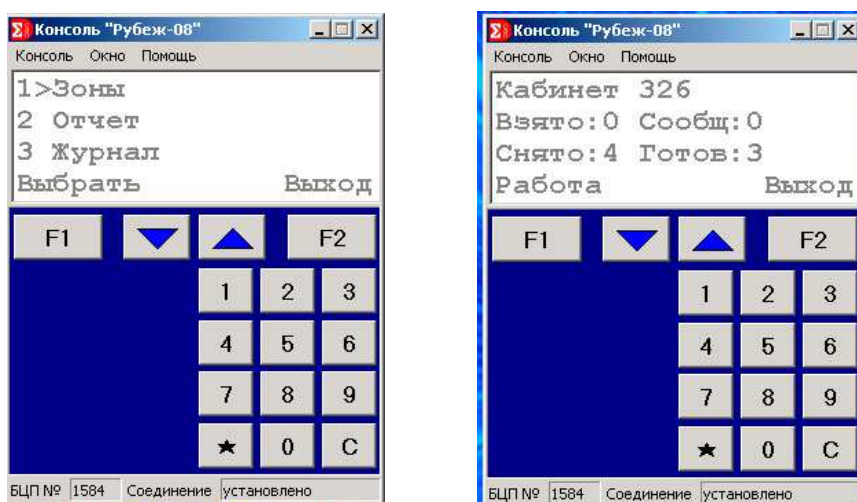


Рис. 2. Настройка комплекса при помощи программы «Рубеж Консоль»

**Заключение.** Система «Рубеж-08» обеспечивает решение различных задач по охране объектов любой сложности: от домов и квартир до промышленных предприятий. В рамках работы с комплексом можно как улучшить существующую систему безопасности, так и спроектировать ее с нуля. В частности, комплекс эффективен в системах типа «Интеллектуальное здание», где системы жизнеобеспечения интегрированы в общую функциональную систему. Программный модуль «Рубеж Консоль» позволяет удаленно конфигурировать комплекс по схеме, аналогичной экрану БЦП.

### **Библиографический список**

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности «Рубеж»: учеб. пособие. – М.: Сигма-ИС, 2007. – 230 с.
2. Электроника.ру. – URL: <http://www.electronika.ru>
3. Сигма – ИС. – URL: <http://www.sigma-is.ru/>

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕЗЭХОВЫХ КАМЕР

**Студент П.Ю. Туганов**

Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева

В данной статье предлагается принцип построения безэховой камеры, поглощающей электромагнитные волны в УВЧ, СВЧ и КВЧ-диапазонах. Обсуждаются методы обеспечения широкополосной связи.

**Ключевые слова:** безэховая камера, коэффициент отражения, комбинированный материал, ширина частотного диапазона.

## STUDY OF RADAR ABSORBING MATERIALS FOR BROADBAND ANECHOIC CHAMBERS

**Student P.Yu. Tuganov**

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

The paper presents the principle of building an anechoic chamber absorbing electromagnetic waves in the UHF, SHF and EHF bands. The methods of providing broadband.

**Keywords:** anechoic chamber, reflectance, composite material, width of the frequency range.

Целью данного исследования является разработка безэховой камеры (БЭК) для антенных измерений в дальней зоне, способной работать в дециметровом, сантиметровом и длинноволновом миллиметровом диапазоне с минимизацией отраженных сигналов в рабочей области пространства БЭК.

Задачи, поставленные для достижения цели:

- 1) исследование комбинированных радиопоглощающих материалов (РПМ) для увеличения полосы измеряемых частот БЭК;
- 2) выбор радиопоглощающих материалов, каждый из которых преимущественно рассчитан на работу в отдельном диапазоне частот;
- 3) оптимизация расположения элементов конструкции из комбинированных РПМ для высокой эффективности в минимизации отраженных сигналов в рабочей зоне.

Типичная БЭК для антенных измерений включает следующие элементы: передающая сторона, содержащая источник СВЧ-сигнала, усилители (если требуются), передающая антенна и средство связи

с принимающей стороной; на принимающей стороне расположены испытуемая антенна, опорная антенна, приемник, гетеродин, понижающий преобразователь частоты, устройство позиционирования, системная программа и компьютер.

Ширину частотного диапазона для антенных измерений можно увеличить за счет применения широкополосных радиопоглощающих материалов, которые сами по себе являются дорогостоящими. В докладе предлагается использование комбинированных РПМ, состоящих из нескольких типов материалов, каждый из которых преимущественно рассчитан на работу в отдельном диапазоне частот. Оптимизацией расположения элементов конструкции из подобных материалов для конкретного антенного зала возможно добиться высокой эффективности в минимизации отраженных сигналов в рабочей зоне.

Математическое описание комбинированного материала, состоящего из двух РПМ и металлического экрана, можно представить с помощью ориентированного графа (рис. 1).

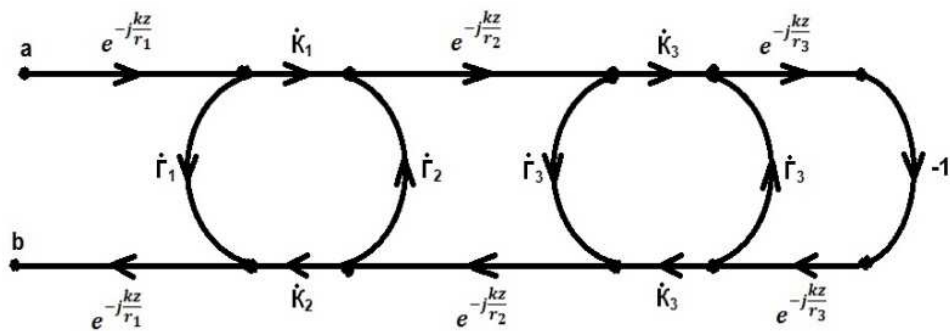


Рис. 1. Топологическая схема комбинированного материала, описанная методом графов

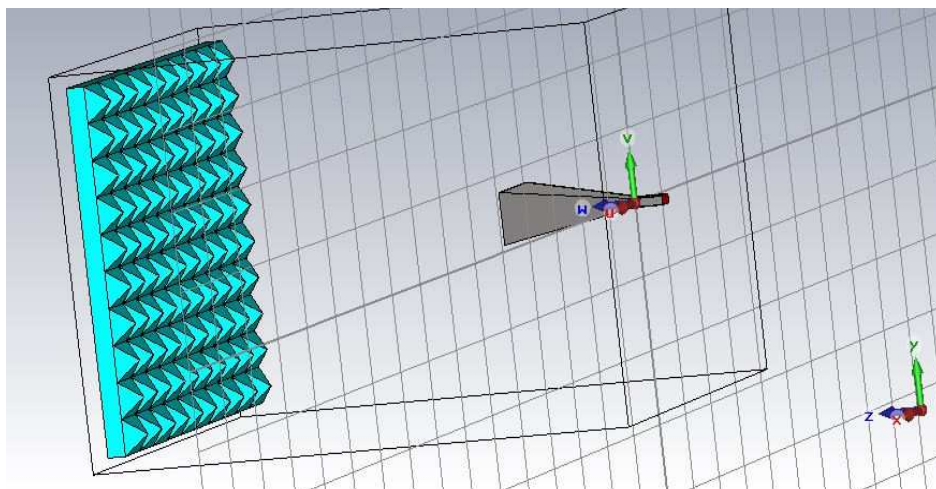


Рис. 2. Модель для определения коэффициента отражения РПМ

Коэффициент отражения от сечения  $a-b$  по правилу некасающегося контура\* [1] можно представить как

$$\Gamma_{ba} = \Gamma_1 \times e^{-2j\frac{kz}{r_1}} + \frac{\dot{K}_1 \times \dot{K}_2 \times \dot{\Gamma}_3 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_1} + \frac{kz}{r_2})} \times [1 - \dot{\Gamma}_3 \times e^{-2j\frac{kz}{r_3}}]}{1 - \dot{\Gamma}_2 \times e^{-2j\frac{kz}{r_2}} \times \dot{\Gamma}_3 + \dot{\Gamma}_3 \times e^{-2j\frac{kz}{r_3}} + \dot{\Gamma}_2 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_2} + \frac{kz}{r_3})} \times \dot{K}_3^2 - \dot{\Gamma}_2 \times \dot{\Gamma}_3^2 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_2} + \frac{kz}{r_3})}} - \frac{\dot{K}_1 \times \dot{K}_2 \times \dot{K}_3^2 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_1} + \frac{kz}{r_2} + \frac{kz}{r_3})}}{1 - \dot{\Gamma}_2 \times e^{-2j\frac{kz}{r_2}} \times \dot{\Gamma}_3 + \dot{\Gamma}_3 \times e^{-2j\frac{kz}{r_3}} + \dot{\Gamma}_2 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_2} + \frac{kz}{r_3})} \times \dot{K}_3^2 - \dot{\Gamma}_2 \times \dot{\Gamma}_3^2 \times e^{-2j(\frac{kz}{r_2} + \frac{kz}{r_3})}}.$$

Частотные зависимости коэффициента передачи и коэффициента отражения материалов могут быть найдены с помощью компьютерной модели в программе электродинамического моделирования. Пример модели показан в среде CST STUDIO SUITE (рис. 2).

---

\*

Силаев М.А., Брянцев С.Ф. Приложение матриц и графов к анализу СВЧ-устройств. – М.: Советское радио, 248 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В СЕТЯХ OVER THE TOP (OTT)

**Магистрант Б.Ю. Харин,  
канд. техн. наук, доцент В.И. Фрейман**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Инфокоммуникационные сети позволяют передавать различные виды трафика. В данной работе рассматриваются наиболее современные технологии сетей интерактивного телевидения. Рассматривается технология адаптивного стриминга, которая обеспечивает непрерывный просмотр видеоконтента из Интернета. Приводится структура сети доставки контента. Рассматриваются простые модели системы доставки контента и шифрования данных. Проводятся эксперименты по воспроизведению HLS в плеере.

**Ключевые слова:** битрейт; сегмент; видеоконтент; транспортный поток; транскодер; плейлист; главный индексный файл.

## MODELLING AND EXPERIMENTAL ANALYSIS TECHNOLOGY IN NETWORKS OVER THE TOP (OTT)

**Master student B.Yu. Kharin,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.I. Freyman**  
Perm National Research Polytechnic University

Info communication network can transmit different types of traffic. This paper discusses the most modern technology of interactive television networks. We consider the adaptive streaming technology, which provides a continuous view of video content from the Internet. The structure of content delivery network. We consider simple models of content delivery system and data encryption. Experiments are conducted to reproduce the HLS in the player.

**Keywords:** bitrate; segment; video content; transport stream; transcoder; segmenter; playlist; main index file.

С развитием инфокоммуникационных сетей появились новые методы передачи мультимедийного трафика. Одной из основных проблем в сетях является полоса пропускания, которая может не гарантироваться на некоторых участках сети. Настоящая работа посвящена подходам к решению вопросов передачи контента и моделированию процессов в получающих все более широкое распространение сетях интерактивного телевидения.

На сегодняшний день имеется много различных технологий, которые используются для интерактивного телевидения. Название

«интерактивное телевидение» появилось в результате перехода от традиционного телевидения к телевидению с расширенными возможностями, с возможностью выбора желаемого видеоконтента. Такое телевидение включает в себя не только просмотр фильмов и телепередач, но и музыку, караоке, новости, погоду, онлайн-магазин, игры и многое другое.

Используя Интернет по протоколу IP, можно предоставить любые интерактивные сервисы. Но в такой сети имеются большие задержки, проблемы с перегрузкой сети, неэффективное использование пропускной способности.

Ранее считали, что передача видео- и аудиотрафика по сетям IP невозможна, но появилось множество инженерных решений, с помощью которых можно обеспечить передачу трафика реального времени с минимальной (заданной) задержкой и максимальным (требуемым) качеством.

В работе рассмотрены технологии OTT (Over the Top) и CDN (Content Delivery Network). Из проведенного анализа ясно, что данные системы могут обеспечить стабильный сервис передачи видеоконтента любого разрешения: SD, HD, Full HD, а также 4K.

Технология OTT (Over the Top, от англ. «поверх») представляет собой технологию доставки контента на любое мультимедиаустройство (компьютер, TV-приставку, планшет, мобильный телефон) через Интернет, используя HTTP-протокол [1]. Для увеличения надежности и качества доставки контента используется система кеширующих серверов к географически удаленными от главного сервера. Эффективность такого решения будет высокой, распределенная сеть серверов с копией популярного видеоконтента будет предоставлять услугу абонентам на высокой скорости и с минимальными задержками [2].

Для решения вопроса защиты контента применяются технологии шифрования, наибольшее распространение в настоящее время получила система Digital Rights Management (DRM). Еще есть технология системы условного доступа Conditional Access System (CAS), которая чаще всего используется в традиционном цифровом телевидении, требует применения смарт-карты. Но при работе с контентом происходит быстрое обновление системы и защита от копирования контента за счет наличия обратной связи между абонентскими устройствами и платформой предоставления услуг, использовать систему CAS не очень удобно.



**Моделирование процессов в сетях ОТТ.** Для анализа процессов передачи контента необходимо выполнить моделирование. Для целей анализа нагрузки и качества передачи подходящими системами моделирования являются Ornet и AnyLogic. Но в системе Ornet есть жесткая привязка к оборудованию, а в целях анализа процессов в новых сетях ОТТ нужна более гибкая система. AnyLogic позволяет наиболее гибко описать любой объект, поэтому процессы исследуются именно в этой системе моделирования.

В качестве сети доставки контента будет использована система массового обслуживания, а единицей видеоконтента будет заявка. На рис. 1 показана запущенная модель сети CDN. Модель реализована на базе простейшей математической реализации источника, очереди и задержки заявок. В идеальном случае нагрузка на каждом сервере одинаковая, менее 0,5 Эрл.

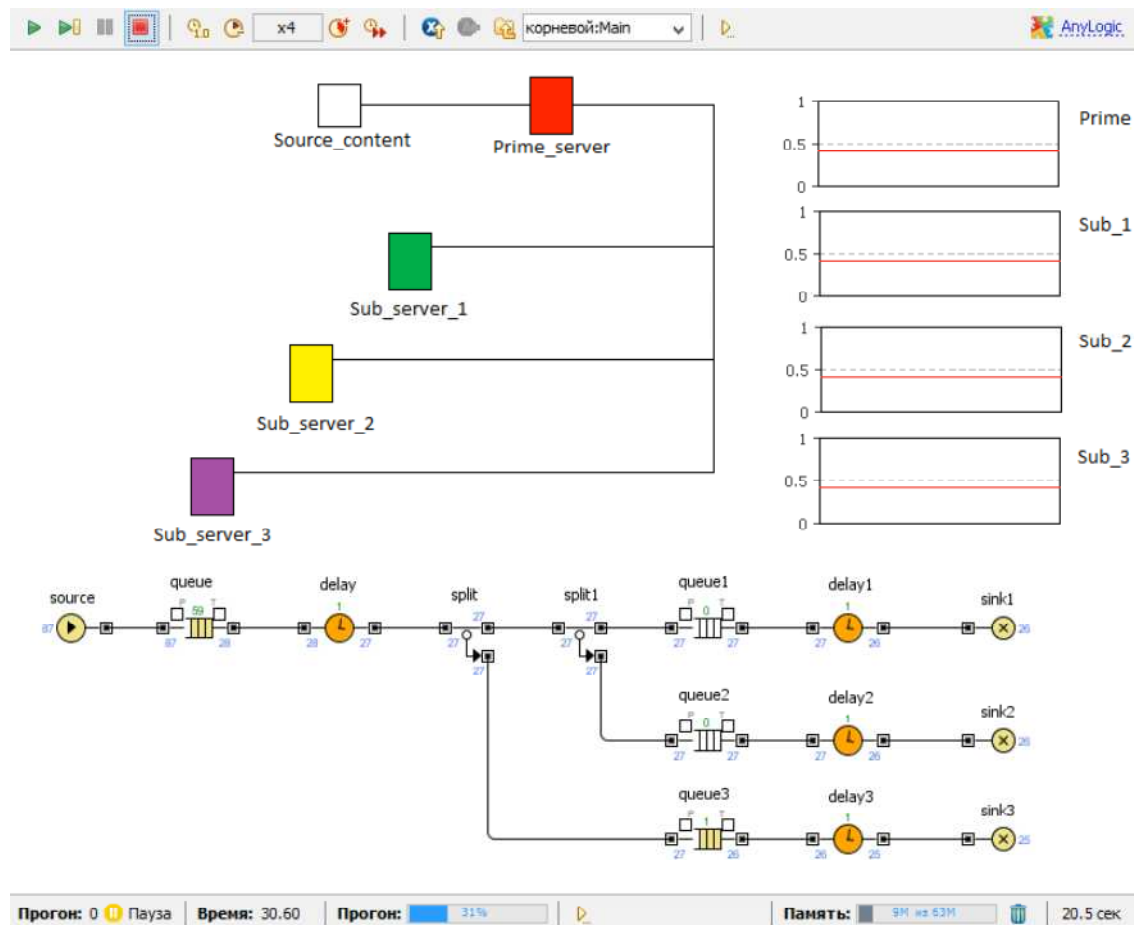


Рис. 1. Модель сети CDN

Элементы sink в данном случае можно принять за потребителей видеоконтента, в случае одного сервера нагрузка на сервер была бы максимальной, что привело бы к его отказу. Можно сделать вывод,

кеширование контента на нескольких серверах и равномерное потребление этого контента с каждого сервера приведут к эффективному использованию участков сети. Получатели контента будут занимать полосу только до ближайшего сервера. Нагрузка на серверы при этом будет распределяться, получим эффективное использование ресурсов сети доставки контента.

Подробнее можно рассмотреть источник контента (Source\_content). В открытой сети Интернета принято передавать платный контент в зашифрованном виде. Для моделирования процессов шифрования с помощью системы DRM потребуется использовать дополнительный сервер ключей и систему транскодирования. В качестве сервера ключей будет использоваться элемент ResourcePool, который задает набор ресурсов. Данный набор может захватываться и освобождаться заявками. Это необходимо, чтобы вносить изменения в потоке заявок видеоконтента на узле транскодера, транскодер будет выполнять суммирование заявок-ключей с потоком заявок видеоконтента. Модель транскодирования и шифрования представлена на рис. 2. Данная модель является простейшей, не охватывает все процессы шифрования.

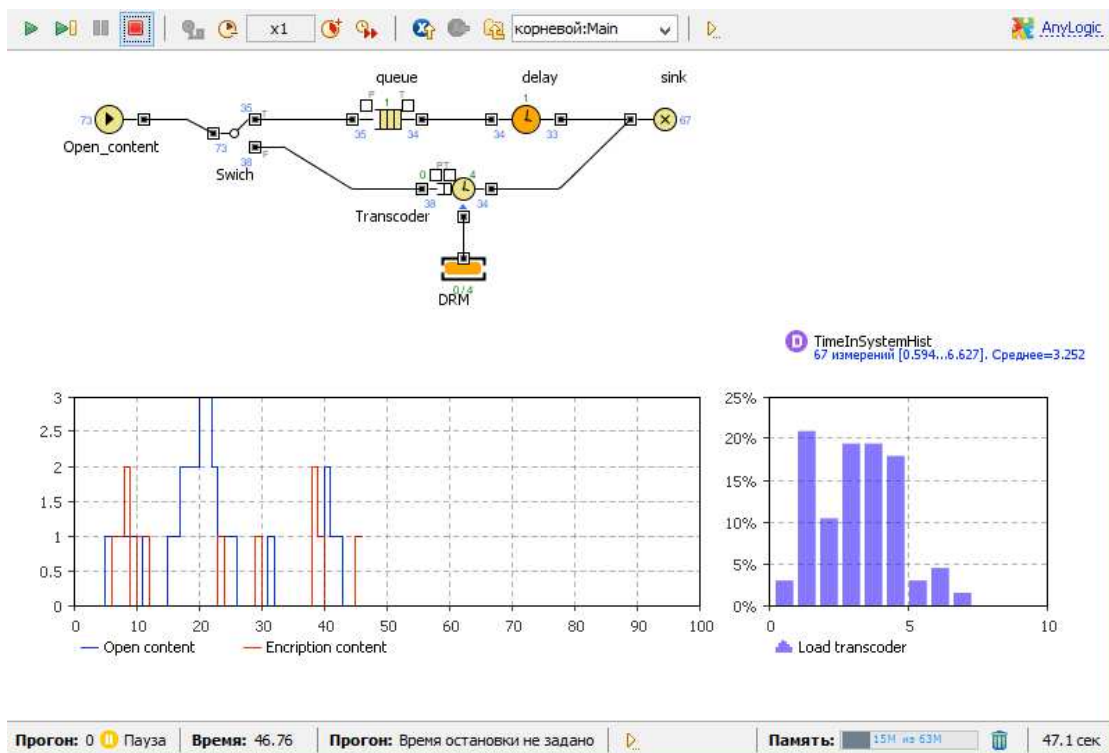


Рис. 2. Модель транскодирования и шифрования контента

На графиках отображено влияние ресурса DRM на поток заявок. На графике слева можно увидеть временные задержки при передаче открытого и зашифрованного контента, ключи AES-128 вносят

незначительную нагрузку в сети. Поэтому на графике есть моменты, которые полностью копируют временные задержки открытого контента. На диаграмме справа отображена загрузка графического адаптера транскодера.

**Технология адаптивного стриминга HTTP Live Streaming.** Чтобы оценить качественно весь спектр возможностей HTTP Live Streaming, необходимо экспериментально выполнить конвертирование видео из какого-либо формата в HLS, а затем воспроизвести с помощью плеера.

В основе HLS лежит использование потоков с одинаковыми медиаданными, но разным битрейтом [3]. Плеер принимает поток медиаданных. При уменьшении пропускной способности канала плеер переключается на считывание данных из папки с более низким битрейтом. При повышении пропускной способности происходит переключение на считывание данных из папки с более высоким битрейтом. Это позволяет обеспечить непрерывное воспроизведение видеоконтента.

Для транскодирования видеопотока в формат HLS требуется мощный графический адаптер. Транскодирование производится путем обращений программы напрямую к графическим библиотекам. Простейший способ вещания медиаданных можно обеспечить с помощью сервера с модулем nginx на базе Linux. Для воспроизведения в плеере требуется ввести адрес к главному индексному файлу, ссылка имеет вид «http://IP-адрес веб сервера/Путь к главному индексному файлу».

**Анализ картинки при изменении полосы пропускания.** Для тестирования изменения качества картинки можно использовать мобильное устройство или ноутбук, подключенный через Wi-Fi к домашнему маршрутизатору. В то же время через этот маршрутизатор должна быть сетевая связность с веб-сервером с запущенным процессом вещания медиаданных HLS. Чтобы изменить доступную полосу пропускания до сервера на другом ПК, достаточно отдалиться от маршрутизатора на расстояние 10 м, при этом уровень сигнала значительно уменьшится, а полоса пропускания может быть менее 5 Мбит/с.

Ниже на рис. 3 показано качество изображения на фрагменте видеодорожки. Уровень сигнала Wi-Fi 95 %, максимальная скорость 54 Мбит/с. Качество изображения отличное.

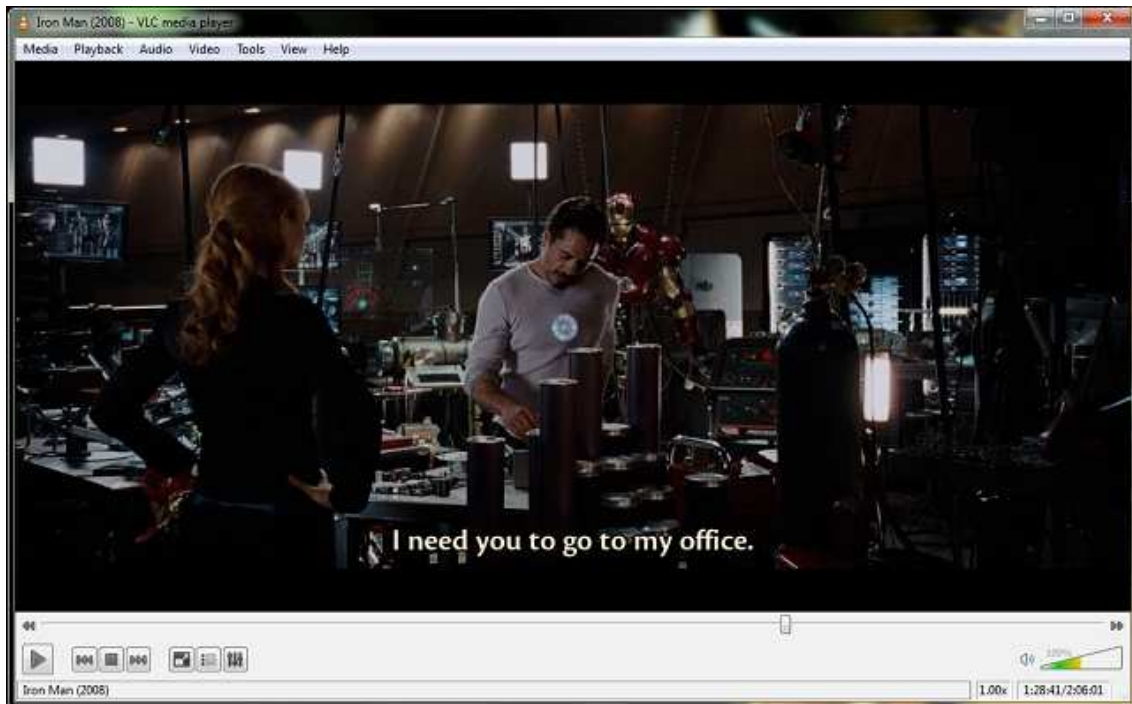


Рис. 3. Воспроизведение потока HLS вблизи маршрутизатора

На расстоянии 10 м от маршрутизатора уровень сигнала Wi-Fi упал до 10 %, при этом возможная скорость была 3,2 Мбит/с. Включив тот же видеофрагмент, можно обнаружить ухудшение качества: изображение менее четкое, субтитры становятся нечитаемыми (рис. 4).



Рис. 4. Воспроизведение потока HLS вдали от маршрутизатора

При выполнении большего количества тестов и изменении конфигурации вещания HLS-потока накопилось несколько рекомендаций: стартовать воспроизведение потока с низкого качества видео;

для начала воспроизведения необходим хотя бы один фрагмент; соответственно, чем меньше размер первого фрагмента, тем быстрее запустится видео.

Уменьшение битрейта стартового потока и уменьшение длительности фрагмента приводят к ускорению запуска видео. Рекомендуется использовать длительность фрагмента 4–8 с и стартовый битрейт 200–300 Кбит/с. Таким образом, для начала воспроизведения видео пользователю потребуется загрузить максимум 300 кбайт.

Индексные файлы могут занимать большую часть в общем потоке данных, особенно при небольших размерах фрагментов. Поэтому необходимо выполнять оптимизацию списков воспроизведения.

**Заключение.** В настоящей работе были рассмотрены и проанализированы технологии построения сетей интерактивного телевидения. Технология HLS дает возможность настраивать выходной поток с различным качеством. Управляя битрейтом, мы получаем различное качество картинки. Передача потока HLS в разных битрейтах необходима в сетях с изменяемой пропускной способностью. Эффективнее использовать данную технологию в мобильных сетях 3G, когда при перемещении резко меняется максимальная скорость доступа к Интернету.

На основании изученных источников проанализированы достоинства данных технологий, целесообразность и область применения. В рамках научной работы продемонстрированы подходы к моделированию и исследованию сетей технологии OTT.

### **Библиографический список**

1. Мартьянов М., Труфанов А., Петелина А. // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. – 2012. – № 5.
2. Niven-Jenkins Velocix B. (Alcatel-Lucent), Le Faucheur Cisco F., Bitar N. RFC 6707 – Content Distribution Network Interconnection (CDNI) Problem Statement. – September 2012.
3. Pantos R.P., Internet-Draft Ed., May W.M. Apple Inc., HTTP Live Streaming draft-pantos-http-live-streaming-13. – 2014. – April 16.

## ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТА 4G И ЕГО ОТЛИЧИЕ ОТ 3G

Студенты **Е.И. Цымбалова, А.А. Сало**  
Омский государственный технический университет

В данной статье рассмотрены особенности стандарта 4G и его отличие от стандарта 3G.

**Ключевые слова:** 3G, 4G, сети LTE, технология LTE.

## FEATURES OF THE STANDARD 4G AND ITS DIFFERENCE

Students **C.I. Tsymbalova, A.A. Salo**  
Omsk State Technical University

This article describes the features of the 4G standard and how it differs from 3G.

**Keywords:** 3G, 4G, LTE network, LTE technology.

На сегодняшний день в обыденную жизнь стал широко внедряться стандарт LTE, именуемый многими сотовыми компаниями как 4G. Сейчас, когда этот стандарт уже доработан и имеет свою аудиторию пользователей, самое время разобраться в его работе и понять, чем же он отличается от стандарта 3G.

**3G** (от англ. *third generation* – третье поколение), технологии мобильной связи 3-го поколения – набор услуг, который объединяет как высокоскоростной мобильный доступ с услугами Интернета, так и технологию радиосвязи, которая создает канал передачи данных. В настоящее время из-за массовых рекламных акций под этим термином подразумевается технология UMTS (Universal Mobile Telecommunications System – универсальная система мобильной электросвязи, которая разработана для модернизации сетей GSM).

В сетях 3G обеспечивается предоставление *двух базовых услуг*: передача данных и передача голоса. Согласно регламентам ITU (International Telecommunications Union – Международный союз электросвязи) сети 3G должны поддерживать следующие скорости передачи данных:

- для абонентов с высокой мобильностью (до 120 км/ч) – не более 144 кбит/с;
- для абонентов с низкой мобильностью (до 3 км/ч) – 384 кбит/с;
- для неподвижных объектов – 2048 Кбит/с.

Международный телекоммуникационный союз (ITU) разработал стандарт IMT-2000 (International Mobile Telecommunications) для 3G, который открывает путь для совершенствования приложений и сервисов.

Стандарт IMT-2000 включает в себя следующие стандарты:

- W-CDMA (Code Division Multiple Access);
- CDMA2000;
- TD-CDMA/TD-SCDMA;
- DECT;
- UWC-136.

**4G** (от *англ. fourth generation* – четвертое поколение) – поколение мобильной связи с повышенными требованиями. К 4-му поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с подвижным и 1 Гбит/с – стационарным абонентами. Технологиям *LTE Advanced* (LTE-A) и *WiMAX 2* (WMAN-Advanced, IEEE 802.16m) присвоено официальное обозначение IMT-Advanced, что позволяет их рассматривать как 4G-технологии.

При использовании станций LTE радиус покрытия достигает от 5 (оптимально) до 30 км или даже 100 км (при необходимости).

*Основное отличие LTE от 3G – более высокая скорость передачи данных:* в 3G предел – 42 Мбит/с, это пиковая скорость загрузки данных в самой современной модификации стандарта 3G – HSPA+. Реальная же пока составляет 2–3 Мбит/с, тогда как пользователи московской LTE-сети «Мегафона» уже сейчас скачивают данные на скорости более 20 Мбит/с.

*Режим сети LTE* заключается в применении *двух типов радиолиний*:

- первый тип необходим для нисходящих потоков (от базовой станции к мобильному устройству абонента);
- второй тип радиоканала необходим для восходящих потоков информации (от мобильного устройства абонента к базовой станции).

Для осуществления передачи данных от базовой станции к абонентскому устройству (*нисходящие потоки радиолиний*) используется воздушный интерфейс OFDMA (с *англ. Orthogonal Frequency-division Multiplexing* – ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием). OFDMA в отличие от систем CDMA и TDMA применяет принцип MIMO (с *англ. Multiple Input Multiple Output* –

представляет собой технологию передачи данных с помощью N-антенн и приема информации M-антеннами; при этом принимающие и передающие сигнал антенны разнесены между собой на такое расстояние, чтобы получить слабую степень корреляции между соседними антеннами). Это, в свою очередь, предоставляет возможность подключать несколько устройств к одной соте, что влечет за собой повышение устойчивости имеющегося подключения и уменьшение задержки сигналов.

Также благодаря использованию системы OFDMA существенно увеличивается общая пропускная способность установленных соединений. Преимущества системы соединения MIMO можно увидеть на примере Wi-Fi-роутеров или сетевых адаптеров. При этом данная технология предоставляет возможность достичь скорости до 600 Мбит/с в то время, когда подавляющее большинство мобильных устройств работает на максимальной скорости – 300–400 Мбит/с. Таким образом, появляется некоторый запас скорости.

Для реализации потоков радиолиний в сети LTE от мобильных устройств к базовой станции (*восходящий сигнал*) используется схема генерации сигнала SC-FDMA. Если сравнивать ее с технологией OFDMA, то SC-FDMA является более подходящей именно для восходящих каналов связи, так как имеет больший пик мощности по восходящим линиям.

Современная LTE-связь использует SC-FDMA 1×2 конфигурацию, т.е. каждой антенне на передающем устройстве соответствуют две антенны на базовой станции, которые принимают сигнал.

Сама технология LTE поддерживает *два режима передачи данных*:

1) FDD – дуплексная передача данных с частотным разделением сигнала. При этом количество каналов в восходящих и нисходящих линиях, в подавляющем большинстве случаев, одинаково.

2) TDD – двухсторонняя связь достигается благодаря временно-уплотнению каналов передачи и приема на одной несущей частоте. Это обеспечивает оптимальное перераспределение ресурсов линий радиосвязи, выделяя при этом разное количество временных интервалов в нисходящих и восходящих каналах связи.

Наиболее распространенным вариантом передачи данных в наше время является именно FDD-технология. В этом случае в момент соединения мобильного устройства с базовой станцией используются две разные частоты для передачи данных, одна из которых используется



для нисходящего сигнала, а другая – для восходящего сигнала, благодаря этому повышается качество связи.

Такая архитектура сети LTE обладает главным и наиболее значимым достижением – существенным снижением задержек при передаче данных.

Режим сети LTE предполагает, что в качестве основного элемента передачи данных используются два ресурсных блока, которые соответствуют частотной полосе 180 кГц и интервалу времени в 1 мс. Широкий диапазон скоростей для передачи данных можно реализовать посредством объединения частотных ресурсов, настройки параметров связи, включая скорость кодирования и выбор модуляционного порядка.

Применение многоантенной трансляции в системах мобильной связи позволяет улучшить их технические характеристики, а также расширить их возможности в плане абонентского обслуживания. Покрытие сети LTE предполагает использование двух методов многоантенной передачи: *разнесенной и многопоточной*, в качестве частного случая которой выделяется формирование узкого радиолуча.

*Разнесенная передача* базируется на *методе пространственно-частотного кодирования блоков данных*, которое дополнено разнесением по времени с частотным сдвигом при применении четырех антенн одновременно. Разнесенную передачу используют обычно на общих нисходящих каналах, где нельзя применять функцию диспетчеризации в зависимости от того, в каком состоянии находится канал связи. При этом разнесенная передача может быть использована для пересылки пользовательских данных, к примеру трафика VoIP. Из-за относительно низкой интенсивности подобного трафика нельзя оправдать дополнительные накладные расходы, которые связаны с функцией диспетчеризации, упомянутой ранее. *Благодаря разнесенной передаче данных удается повысить радиус сот и емкость сети.*

*Многопоточная передача* для одновременной пересылки ряда потоков информации по одному радиоканалу *предполагает использование нескольких приемных и передающих антенн*, находящихся в терминальном устройстве и базовой сетевой станции соответственно. Это существенно увеличивает максимальную скорость трансляции данных. К примеру, если терминальное устройство снабжено четырьмя антеннами и такое количество имеется на базовой станции, то вполне реальной является одновременная передача по одному

радиоканалу до четырех потоков данных, что позволяет фактически сделать его пропускную способность вчетверо больше.

Если используется сеть с небольшой рабочей нагрузкой либо маленькими сотами, то благодаря многопоточной передаче удастся добиться достаточно высокой пропускной способности для радиоканалов, а также эффективно использовать радиоресурсы. Если имеются большие соты и нагрузка высокой степени интенсивности, то качество канала не позволит использовать передачу в режиме мультипотока. В таком случае качество сигнала можно повысить, если задействовать несколько передающих антенн, чтобы сформировать узкий луч для передачи данных в одном потоке.

Итак, на основе вышеописанного можно сделать вывод, что главным отличием сетей четвертого поколения от предыдущего, третьего, заключается в том, что технология 4G полностью основана на протоколах пакетной передачи данных, в то время как 3G соединяет в себе передачу как голосового трафика, так и пакетов данных.

В заключение сравним некоторые характеристики третьего и четвертого поколений связи в приведенной таблице.

Сравнение характеристик 3G и 4G

№	Характеристика	3G	4G
1	SIM карта	Поддерживает	Не поддерживает
2	Автоматическое подключение к сети	Да	Нет
3	Покрытие	Почти везде	Часто отсутствует
4	Радиус покрытия	От 5 до 15км	От 5 (оптимально) до 30 км или даже 100 км (при необходимости).
5	Скорость передачи данных	– Для абонентов с высокой мобильностью (до 120 км/ч) – не более 144 кбит/с; – Для абонентов с низкой мобильностью (до 3 км/ч) – 384 кбит/с; – для неподвижных объектов – 2048 Кбит/с.	– Для подвижных абонентов – превышающая 100 Мбит/с – Для стационарных абонентов –1 Гбит/с
6	Диапазон частот	5–20 МГц	5–20 МГц
7	Технология	<i>UMTS</i>	<i>LTE Advanced</i> (LTE-A) и <i>WiMAX 2</i>

Сравнивая два поколения, можно увидеть преимущество 4G, но четвертое поколение пока не доступно повсеместно и наибольшей популярностью все еще пользуется связь 3G. Как только зона покрытия 4G-Интернета расширится до радиуса покрытия 3G, 4G-Интернет целиком займет свою долю рынка.

Стоит отметить, что по открытым данным сайта mforum.ru LTE присутствует в 77 регионах России, охват населения – около 40 %, а общее число подключений к сетям LTE на 2014 г. составляет порядка 4 млн. На рисунке продемонстрированы запуски LTE-операторами в округах РФ (Крым не учтен). Это говорит о том, что технология LTE постепенно входит в обыденную жизнь россиян и будет развиваться дальше.

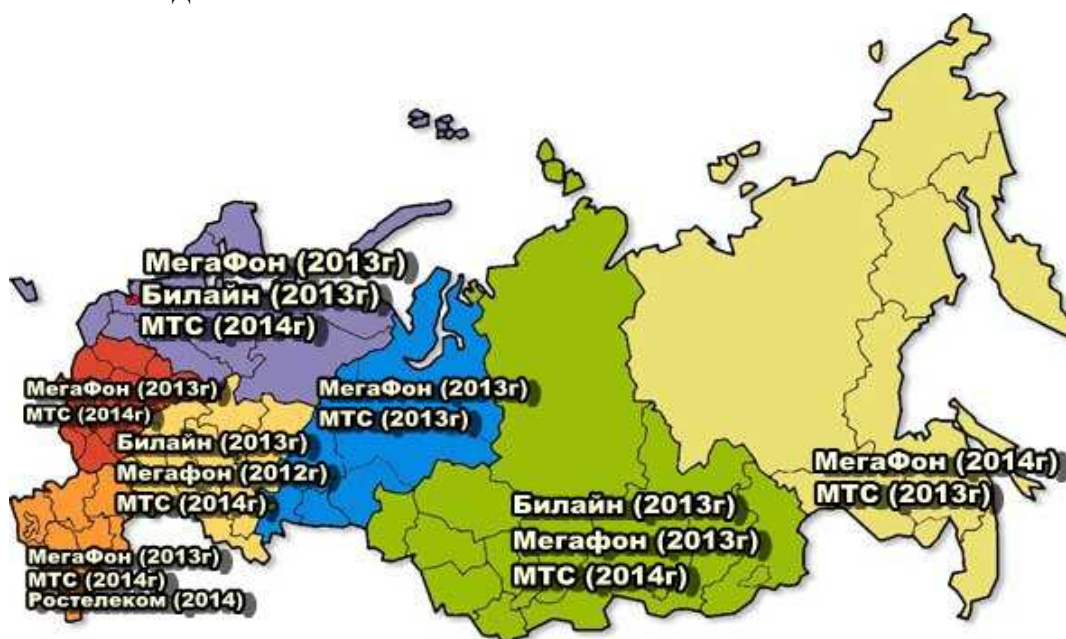


Рис. Запуски LTE-операторами в округах РФ

### Библиографический список

1. URL: <http://pro-spo.ru/mobilnye-texnologii-i-telefony/3410-texnologiya-lte-cto-eto>
2. URL: <http://shop.huawei.ru/cto-takoe-lte/>
3. URL: <http://www.mforum.ru/news/article/100885.htm>
4. URL: <http://www.techno-guide.ru/informatsionnye-tekhnologii/mobilnaya-svyaz/lte-seti-cto-eto-takoe.html>
5. URL: <http://fb.ru/article/133253/seti-lte---cto-eto-rejim-struktura-i-printsip-raboty-seti-lte>
6. URL: <http://catalog.dmrepress.ru/content/view/128/48/>

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРА СКОРОСТИ ОБУЧЕНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ АЛГОРИТМА МАРШРУТИЗАЦИИ Q-ROUTING

**Магистрант Ю.А. Шилова,  
канд. техн. наук, доцент М.В. Кавалеров**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Исследовано влияние параметра скорости обучения на результаты выполнения алгоритма Q-routing. Были предложены два критерия оценки эффективности параметра скорости обучения. Результаты эксперимента показали, что наилучшие значения параметра скорости обучения отличаются от значения, использованного в ходе экспериментов в работе, в которой алгоритм Q-routing был предложен.

**Ключевые слова:** Q-routing; сеть; загрузка; длительность обучения; сетевой пакет.

## STUDY OF INFLUENCE OF THE LEARNING RATE PARAMETER ON THE RESULTS OF ALGORITHM Q-ROUTING

**Master student Yu.A. Shilova,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor M.V. Kavalеров**  
Perm National Research Polytechnic University

Influence of the learning rate parameter on the results of the routing algorithm Q-routing is studied. Two criteria for the effectiveness of this parameter have been proposed. The experimental results showed that the best parameter values for these criteria differ from the value used in experiments in the paper where algorithm Q-routing has been proposed.

**Keywords:** Q-routing; network; load; duration of learning; network packet.

В статье [1] был предложен алгоритм маршрутизации Q-Routing, основанный на принципах обучения с подкреплением (reinforcement learning) [2], в частности, на основе так называемого Q-обучения (Q-learning). Согласно алгоритму Q-Routing каждый узел в сети имеет свое собственное «представление» о состоянии сети на основе Q-таблицы, показанной на рис. 1, в которой указаны ближайшие соседние узлы и Q-значения. Анализируя значения в своей таблице, узел, который передает пакет, выбирает соседа с меньшим временем доставки. Важно отметить, что эти значения в таблице не точны. Они

являются оценками, получаемыми в ходе обучения, и решение по выбору маршрута на основе этих оценок не обязательно дает оптимальное решение, но зато данный алгоритм обладает адаптивностью и может подстраиваться под изменения топологии сети и прочие динамические параметры. Таким образом, наличие процесса обучения позволяет повысить адаптивность маршрутизации за счет того, что любые изменения параметров сети будут со временем отражены изменениями оценок в Q-таблицах узлов.

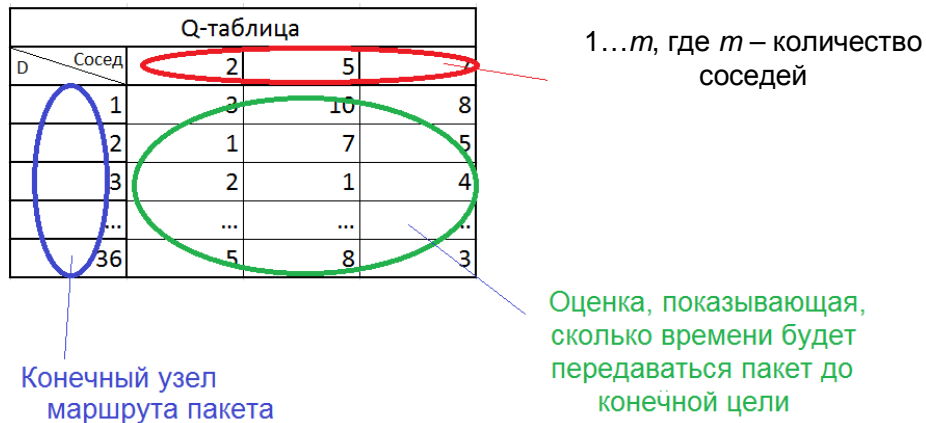


Рис. 1. Структура Q-таблицы узла

Алгоритм маршрутизации Q-routing может быть описан с точки зрения двух алгоритмов. Первый алгоритм – алгоритм получения пакета узлом  $Y$ , который описывает действия узла  $Y$ , когда он получает пакет от одного из его соседних узлов, например, от узла, который будем обозначать символом  $X$ . Отдельный пакет будем обозначать с помощью  $P(S, D)$ , где  $S$  – источник;  $D$  – получатель. Второй алгоритм – это алгоритм отправления пакета узлом  $X$ , описывающий действия узла  $X$  при отправке пакета [2].

Алгоритм получения пакета узлом  $Y$ :

1) ожидаем пакет  $P(S, D)$  от какого-либо соседнего узла. В случае принятия пакета от соседнего узла переходим к шагу 2, при этом далее обозначаем соседний узел как  $X$ ;

2) вычисляем оценку длительности перехода пакета в конечную точку  $D$ :  $Q_y(Z, D)$ , где  $Z$  – минимальное значение для конечного узла  $D$  в Q-таблице узла  $Y$ ;

3) отправляем полученную оценку назад узлу  $X$ ;

4) добавляем пакет в буфер узла  $Y$ . Данный пакет будет отправлен, когда дойдет до него очередь. При моделировании использовалась дисциплина FIFO;

5) готовимся к получению следующего пакета (возвращаемся к шагу 1).

Алгоритм отправки узлом  $X$  очередного пакета:

1) выбираем пакет  $P(S, D)$ , который стоит первым в пакетной очереди узла  $X$ , для отправки (используется дисциплина FIFO);

2) определяем «лучшего» соседа для узла  $Y$ . Для этого в таблице узла  $Y$  в строке, соответствующей расстоянию до последнего узла, выбираем значение, которое является минимальным из всех в этой строке (см. рис. 1);

3) передаем пакет  $P(S, D)$  выбранному соседу  $Y$ ;

4) ожидаем оценки от узла  $Y$ , который вычисляет ее значение после получения пакета;

5) получаем оценку  $Q_y(Z, D)$  от узла  $Y$ , и вычисляем  $Q_x^{est}(Y, D) = q + s + Q_y(Z, D)$ , где  $q$  – задержка в текущем узле,  $s$  – расстояние между узлами (отправитель-получатель), на начальном этапе моделирования это расстояние было равно 1,  $Q_y(Z, D)$  – минимальное время передачи от узла-соседа, которое возвратил узел  $Y$ ;

6) в  $Q$ -таблице узла  $X$  старое значение, записанное на пересечении строки с номером конечного узла и столбца, соответствующего соседу, которому передали пакет, заменяем новым значением, рассчитанным по следующей формуле:

$$Q_x^{new}(Y, D) = Q_x^{old}(Y, D) + \eta(Q_x^{est}(Y, D) - Q_x^{old}(Y, D)),$$

где  $\eta$  – параметр скорости обучения (learning rate parameter);

7) готовимся отправлять следующий пакет (возвращаемся к шагу 1).

На рис. 2 представлена модель сети, на которой алгоритм Q-Routing был промоделирован в исходной статье [1] и которая также будет использоваться в дальнейшем. В результате из полученных результатов был сделан вывод, что на начальном этапе использования данного алгоритма, когда нагрузка сети невелика, алгоритм требует больше времени на обучение строению сети по сравнению алгоритмом кратчайших путей (shortest path routing). С увеличением загрузки сети использование алгоритма Q-routing является более эф-

фактивным, так как в отличие от алгоритма кратчайшего пути пакеты передаются не через самые загруженные узлы сети, а в обход по более свободному пути (см. рис. 2).

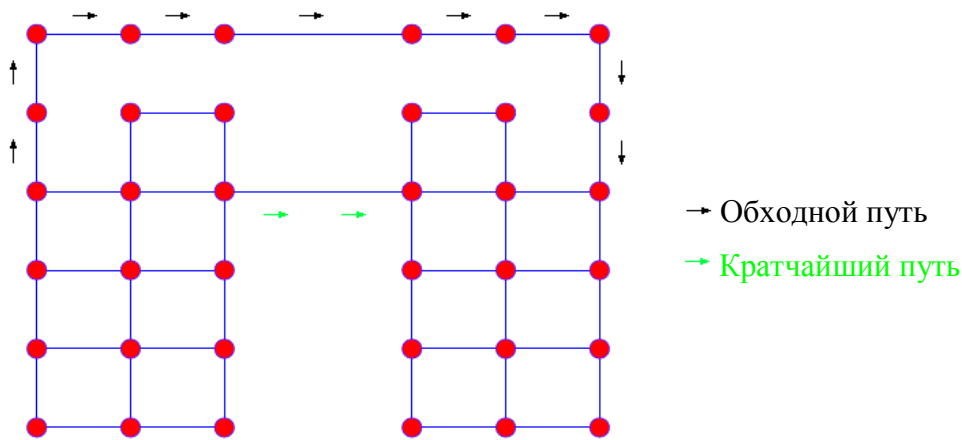


Рис. 2. Структура сети, используемой в статье [1] и при моделировании

В статье [1] не было показано, как параметр обучения  $\eta$  влияет на характеристики процесса обучения, а именно на длительность обучения и максимальное среднее время задержки. При этом при разных значениях этого параметра конечные показатели по обеим характеристикам могут оказаться разными. Таким образом, ставится задача – определить и найти зависимость влияния параметра обучения на характеристики процесса обучения. Эти обе характеристики представлены на рис. 3 и являются важными показателями в работе исследуемого алгоритма маршрутизации.

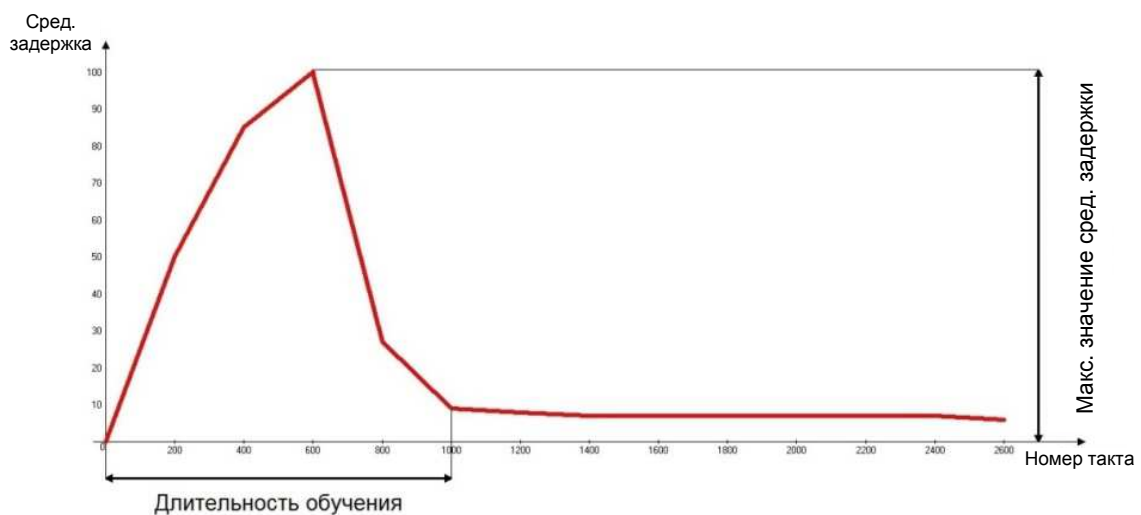


Рис. 3. Характеристики процесса обучения (критерии оценки эффективности параметра скорости обучения)

Итак, с одной стороны, при изменении топологии сети необходима минимизация временных затрат на переобучение, с другой стороны, при некоторых критериях могут оказаться недопустимыми большие временные задержки. Например, для управляющих систем реального времени необходимо, чтобы пакет с информацией доходил до места назначения достаточно быстро, не превышая определенного времени, но алгоритм Q-Routing может превысить это время, поэтому важно знать, каким образом минимизировать временную задержку, пусть даже за счет небольшого увеличения длительности обучения. Таким образом, выделяются два соответствующих критерия: длительность обучения и максимальное значение средней задержки.

В качестве начального этапа данного исследования было выполнено моделирование маршрутизации на основе принципов, используемых в статье [1]. Также выполнялось моделирование загрузки сети на основе пуассоновского потока. Интенсивность создания пакетов задавалась параметром интенсивности  $\lambda > 0$ . Реализация распределения Пуассона выполнена с помощью алгоритма PEXP (Poisson Exponential) [3].

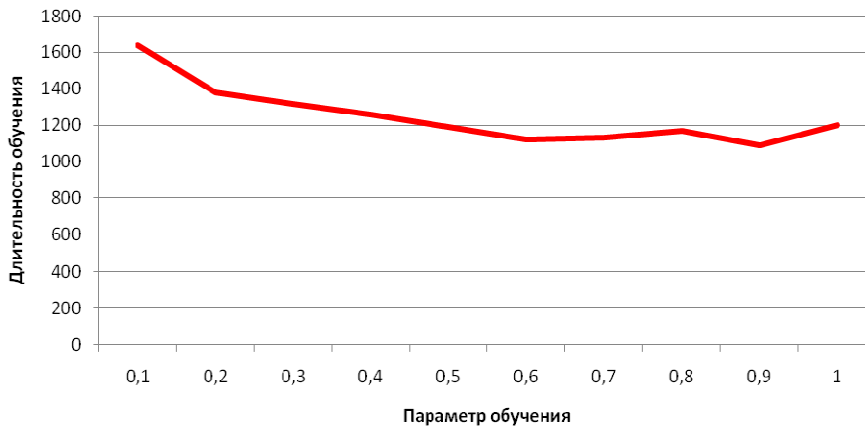
В результате были получены зависимости длительности обучения и максимального времени задержки от значений параметра обучения при разных нагрузках данной сети. Изначально перед проведением экспериментов выбирались две величины: параметр обучения  $\eta$  и интенсивность появления пакетов в сети  $\lambda$ . Затем проводилось множество экспериментов с выбранными параметрами, в которых автоматически определялись длительность обучения и максимальное среднее время задержки. Следующим шагом было усреднение полученных экспериментальных данных. После моделирования всех возможных соотношений для загрузки сети и параметра обучения были найдены наилучшие значения параметра обучения для каждой интенсивности появления пакетов в сети (согласно результатам экспериментов). В качестве примера на рис. 4, *а* представлена зависимость длительности обучения от параметра обучения при нагрузке сети  $\lambda = 1$ , на рис. 4, *б* – зависимость максимального значения средней задержки от параметра обучения при нагрузке сети  $\lambda = 1$ .

Из этого можно сделать вывод, что для топологии сети, продемонстрированной на рис 2, при интенсивности поступления пакетов  $\lambda = 1$  были получены следующие показатели: если рассматривать



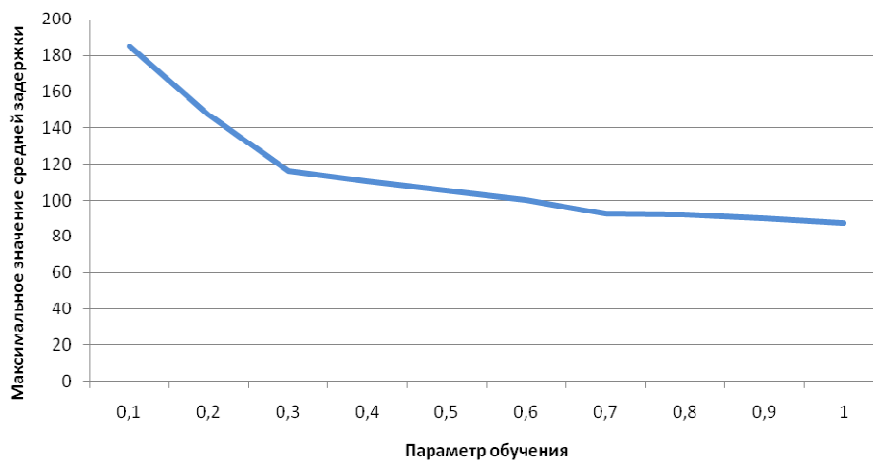
длительность обучения, то наиболее эффективный коэффициент обучения составляет 0,9, в отличие от показателя среднего времени задержки, для которого наилучшим коэффициентом является 1,0.

**Зависимость длительности обучения от параметра обучения при загрузке сети  $\lambda = 1$**



*a*

**Зависимость максимального значения средней задержки от параметра обучения при загрузке сети  $\lambda = 1$**



*б*

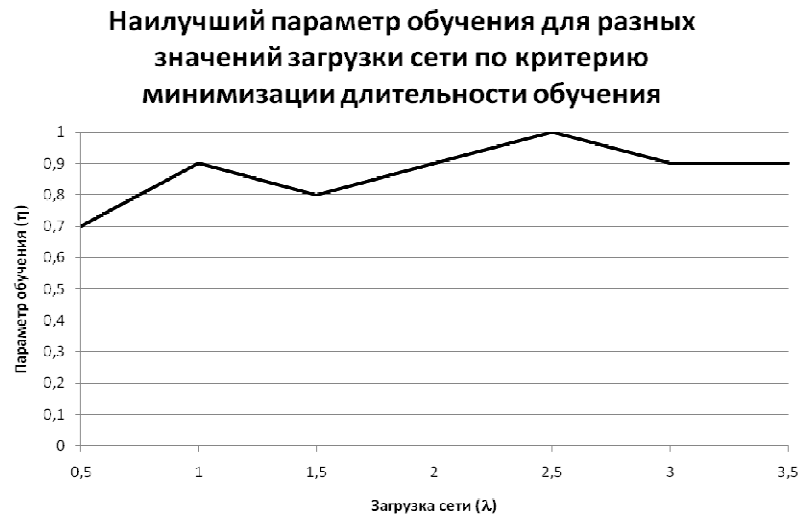
Рис. 4. Интенсивность появления пакетов  $\lambda = 1$ : *a* – длительность обучения; *б* – максимальное значение средней задержки

На основании экспериментальных данных, полученных в результате выполнения моделирования в целом, были выбраны сводные значения, указанные в таблице, которые отображают зависимость выбора наилучшего параметра скорости обучения от загрузки сети.

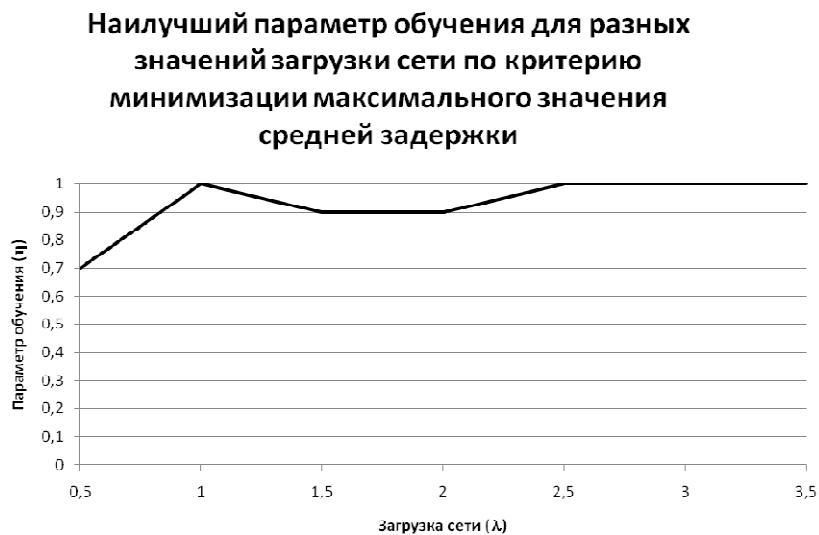
## Сводные данные моделирования

Загрузка сети $\lambda$		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Параметр скорости обучения $\eta$	по критерию длительности обучения	0,7	0,9	0,8	0,9	1	0,9	0,9
	по критерию максимального значения средней задержки	0,7	1	0,9	0,9	1	1	1

На рис. 5 представлены итоговые результаты эксперимента, отображающие значение наилучшего параметра обучения для разной загрузки сети.



*a*



*б*

Рис. 5. Наилучшие значения параметра обучения: *a* – по критерию минимизации длительности обучения; *б* – по критерию минимизации максимального значения средней задержки

На основании выполненного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшие значения параметра скорости обучения  $\eta$  находятся в пределах от 0,7 до 1,0;

2. При загрузках, близких к максимально допустимой при данной сети и условиях эксперимента ( $\lambda$  приближается к 3,5), наилучшее значение параметра  $\eta$  становится равным 1,0 по критерию минимизации максимального значения средней задержки и находится в пределах от 0,9 до 1,0 по критерию минимизации длительности обучения.

3. В исходной статье [1] при экспериментах обычно использовалось значение  $\eta = 0,5$ , однако это значение не является наилучшим по двумя используемым критериям (см. рис. 5).

### **Библиографический список**

1. Boyan Justin A., Littman Michael L. Packet routing in dynamically changing networks: A reinforcement learning approach // Advances in neural information processing systems. – 1994. – P. 671–678.

2. Sutton R., Barto A.G. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, Cambridge, MA, 1998. – 328 p.

3. Rahul Desai, B.P. Patil. Reinforcement learning for adaptive network routing // IEEE International Conference on Computing for Sustainable Global Development. – 2014. – P. 815–818.

4. Некруткин В.В. Моделирование распределений. 2014. – URL: [http://statmod.ru/wiki/\\_media/books:vv:simulation\\_v4.pdf](http://statmod.ru/wiki/_media/books:vv:simulation_v4.pdf) (дата обращения: 31.10.2014).

# ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛИЧНОСТИ В КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

**Студентка А.Ю. Шоричева**

Омский государственный институт сервиса

В статье рассматривается информационная безопасность личности в коммуникационной сети. Информация стала ценностью в современном мире. Как любую ценность, человек старается сохранить ее. Информация неразрывно связана с компьютерными технологиями и сетями связи, что ставит актуальный вопрос о защите информации в них.

**Ключевые слова:** безопасность; личность; коммуникационная сеть.

## INFORMATION SECURITY OF THE PERSON IN A COMMUNICATIONS NETWORK

**Student A.Yu. Shoricheva**

Omsk State Institute of Service

This article discusses the information security of the person in the communication network. Information has become valuable in the modern world. As any value, people trying to save her. Information is inextricably linked with computer technologies and communication networks that poses an urgent question about the protection of information in them.

**Keywords:** security; identity; communications network.

В современном мире активно разрабатываются и внедряются информационные технологии во все сферы человеческой деятельности. Информация становится одним из решающих факторов развития личности. Ее появление играет огромную роль в развитии человечества. Но следует отметить, что многие достижения научно-технической мысли использовались злоумышленниками в своих корыстных интересах. Информация – это средство воздействия на личность. Именно поэтому человеку требуется фильтровать информацию, а также защищаться от нежелательной и негативной информации.

Основной задачей коммуникационной сети является передача данных без искажения информации. На основе коммуникационной сети строится информационная сеть, которая, в свою очередь, образует глобальную сеть – Интернет. Также можно привести другие примеры коммуникационных сетей, такие как:

- телефонные сети;
- сети сотовой связи;
- сети кабельного телевидения;
- компьютерные сети.

На сегодняшний день для большинства людей электронный мир стал доступным и понятным. Электронная среда открыла новые знания и возможность общаться людям не только на территории одной страны, но и в разных странах и даже на разных континентах планеты. Интернет стал важным достижением нынешнего века. Использование интернет-ресурсов способствует получению новой информации для людей и развитию межкультурной коммуникации.

Согласно С.В. Борисневу под коммуникацией следует понимать социально обусловленный процесс передачи и восприятия информации в условиях межличностного и массового общения по различным каналам с помощью разных коммуникативных средств [1].

Вследствие информационного развития и формирования коммуникационной инфраструктуры возникают проблемы, связанные с обеспечением безопасности личности. Решить их возможно путем многостороннего сотрудничества. Разберем некоторые из этих проблем.

Информационная безопасность личности – это состояние человека, в котором его личности не может быть нанесен существенный ущерб путем оказания воздействия на окружающее информационное пространство.

Источниками угроз информационной безопасности личности могут выступать другая личность, программные и технические средства, группа лиц, общественная группа или даже государство, Интернет, СМИ [2].

Компьютерная сеть – очень удобный инструмент для осуществления информационно-криминальных действий. Так как трудно определить географическую принадлежность объектов сети, то возникает возможность анонимного доступа к ее ресурсам. А это в свою очередь делает систему общественной и личной безопасности уязвимой. Необходима согласованная борьба со злоумышленниками, способными в корыстных или хулиганских целях нанести ущерб личной безопасности.

Интернет оказывает информационное воздействие на человека, которое может нанести вред его физическому или психологическому

здоровью. Речь идет о морально-психологической атмосфере в обществе. Сектантские учения, магические услуги, недобросовестная реклама, видео со сценами жестокости, информация, оскорбляющая общественность, – все это стало обыденным делом на просторах «всемирной паутины». Нет сомнений, что наличие порнографических картинок, зачастую «всплывающих» на сайтах, нарушает сложившиеся в обществе принципы морали. Очень часто такие серверы посещают подростки, так как Интернет гарантирует конфиденциальность и анонимность пользователя. А ведь такие сайты могут нарушить детскую несформировавшуюся психику. У молодежи нарушается представление о таких ценностях, как нравственность, любовь, дружба, честность, доброта, уважение, мораль. Поскольку интернет-пространство никем не регулируется, отсюда следует, что нет административной инстанции, которая была бы ответственна и следила за хранением и распространением информации. Данная проблема должна решаться на международном уровне.

Следует отметить, что очень остро стоит проблема интеллектуальной собственности и авторских прав на материалы, хранящиеся в открытом доступе. Необходимо разработать правовые нормы, устанавливающие ответственность за нарушение прав и интересов граждан в процессе информационного обмена. Пользователь Интернета получает не только доступ к ресурсам сети, но и открывает возможность проникновения к своему компьютеру. Как отмечалось выше, в Интернете отсутствуют контролирующий орган и ответственность за информацию, размещенную в сети, не несет ни автор, ни провайдер. Все вопросы защиты собственной информации возлагаются только на самих пользователей.

### **Библиографический список**

1. Бориснев С.В. Социология коммуникации: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – С. 14
2. Ковалева Н.Н. Информационное право России : учеб. пособие. – М.: Дашков и Ко, 2007. – 148 с.

**Секция 3**  
**НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ**

## РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО РЕЛЕ OMRON ZEN-10C1AR-A

**Студенты Н.А. Аверин, Ю.А. Югов**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассматривается разработка симулятора программируемого логического реле (ПЛР – разновидность программируемых логических контроллеров). Приводится определение программируемого логического контроллера (ПЛК), описывается рассмотренный ПЛК, а также обосновывается выбор средств разработки симулятора, приводится функциональная схема симулятора. Кроме того, статья описывает функционал основных блоков программы.

**Ключевые слова:** программируемый логический контроллер (ПЛК), программируемое логическое реле (ПЛР), симулятор, Omron, LAD-программа.

## DEVELOPMENT OF THE PROGRAMMABLE RELAY OMRON ZEN-10C1AR-A SIMULATION PROGRAM

**Students N.A. Averin, Yu.A. Yugov**

Perm National Research Polytechnic University

This article devoted to the development of the programmable logic relay simulation program (PLC is a kind of programmable logic controllers). It contains the definition of a programmable logic controller (PLC), description of the considered PLC, and also the selection of development tools and the functional diagram of the simulator. Additionally, this article includes the description of the basic blocks of the program.

**Keywords:** Programmable logic controller, programmable logic relay, simulation program, Omron, LAD-program.

На сегодняшний день есть большое количество задач, которые могут решаться с помощью программируемых микроконтроллеров. Это касается как предприятий, так и личных пользователей. В связи с этим разработка симулятора ПЛК и ПЛР в настоящее время является актуальной задачей. Основное достоинство симулятора – возможность написания и запуска LAD-программ без наличия устройства, что позволяет: разрабатывать LAD-программу, не дожидаясь момента приобретения ПЛК или находясь далеко от места расположения ПЛК, проводить обучение группы учащихся без закупки ПЛК (или с закупкой в небольших количествах – для наглядной демонстрации), что делает процесс обучения более дешевым и безопасным с точки зрения возможных повреждений реальных ПЛК. В настоящей работе



поставлена цель – создать симулятор ПЛК Omron ZEN-10C1AR-A. Симулятор будет представлен в виде компьютерного приложения.

В данной работе рассматривается создание симулятора программируемого логического реле Omron ZEN-10C1AR-A (рис. 1).



Рис. 1. Omron ZEN-10C1AR-A

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляют собой конечный (дискретный) автомат, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных посредством датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени [1].

Программируемое логическое (интеллектуальное) реле – разновидность программируемых логических контроллеров. На основе интеллектуальных реле строятся различные системы автоматического управления, например, системы управления насосным оборудованием, сверлильными станками, системы автоматического ввода резерва (АВР). Обычно программа создается на языке релейной логики (LD) (как в данном устройстве) или FBD при помощи компьютера, или при помощи клавиш на лицевой панели ПЛК.

Язык релейных схем (Ladder Diagram) предназначен для программирования ПЛК. Синтаксис языка удобен для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Данный язык обеспечивает наглядность логики работы контроллера, облегчающую не только задачи собственно программирования и ввода в эксплуатацию, но и быстрый поиск неполадок в подключаемом к контроллеру оборудовании.

ZEN-10C1AR-A является одним из ПЛП фирмы Omron. Он представляет собой малогабаритное устройство, имеющее 6 входов и 4 выхода, и позволяет решать задачи автоматизации малого масштаба [2]. Существуют два типа модулей:

- LCD-тип: с ЖК-дисплеем (ЖКИ) и кнопками управления (рассматривается в данной работе);
- LED-тип: без ЖКИ и кнопок управления.

Помимо основного модуля возможно подключение модулей расширения. Разработка производилась в Qt Creator. Выбор данной среды разработки обусловлен ее кросс-платформенностью, поддержкой многопоточности, удобством реализации объектно-ориентированного подхода, системой сигналов-слотов, необходимой для событийного подхода в программе, высоким уровнем владения данной средой разработки авторами статьи.

**Главный модуль** является основным окном приложения. Он содержит центральный блок, который управляет работой симулятора, блок ввода LAD-программ с кнопками управления, входные и выходные устройства, подключаемые к симулятору, а также реализует возможности загрузки/сохранения LAD-программ из файла/в файл. На рис. 2 представлена функциональная схема приложения-симулятора.

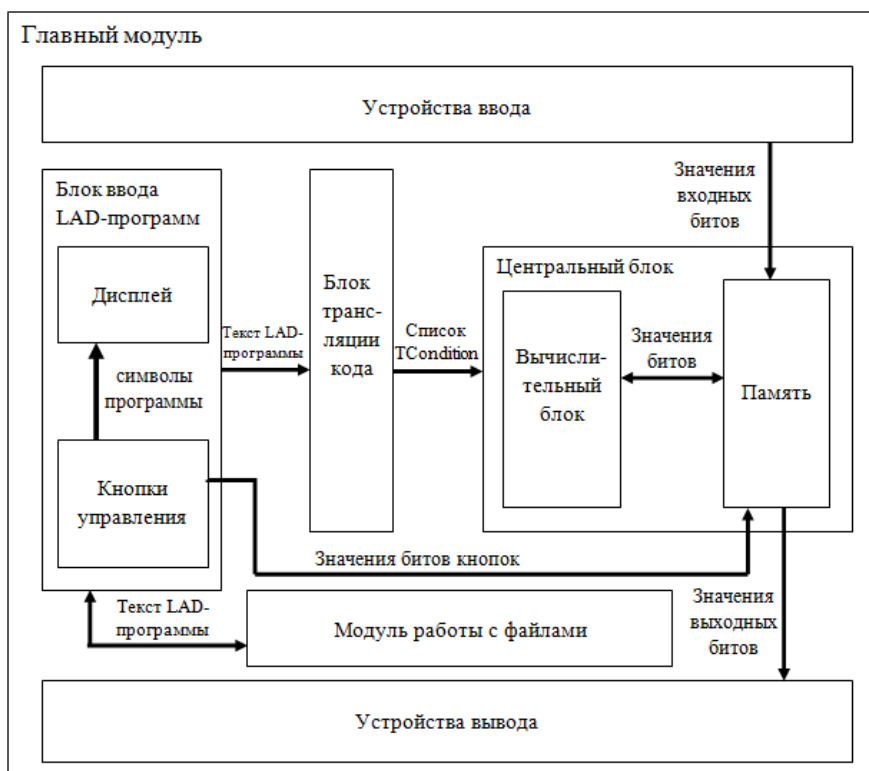


Рис. 2. Функциональная схема приложения-симулятора

Блок управляет основными составляющими реле – **СРУ (вычислительный блок)** и памятью. В нем расположены массивы битов памяти. При инициализации центральный блок создает массивы памяти и передает их адреса вычислительному блоку, чтобы последний в процессе симуляции работал с ними напрямую.

**Вычислительный блок** производит вычисления в процессе симуляции. Этот процесс является циклическим, и его можно разделить на несколько стадий: проверка входных битов, выполнение программы, установка новых значений, возврат в начало цикла

**Блок трансляции кода** транслирует текстовый код программы в список условий, используемый в симуляторе. При работе текстовый код переводится в массив символов, затем выполняются проход по символам и их обработка. Так как код имеет достаточно строгую структуру (рис. 3), то главная идея – проверить, чтобы на каждом месте находился правильный символ.

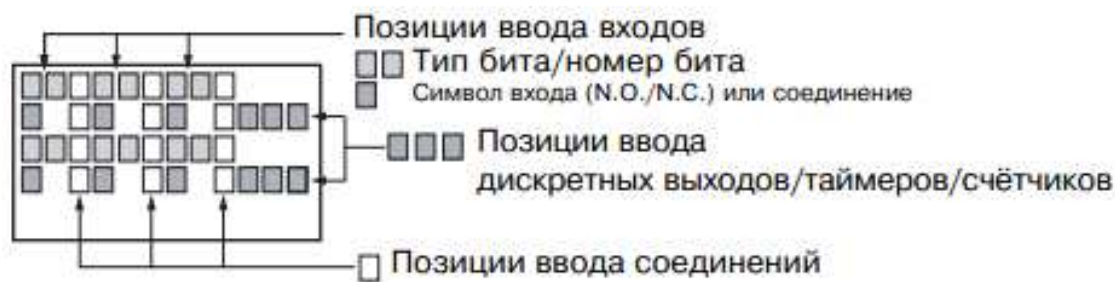


Рис. 3. Позиции символов

**Блок ввода LAD-программ** копирует интерфейс ПЛР, предназначенный для ввода, отображения и корректировки программ. Редактирование кода программы может производиться при помощи кнопок, отображаемых в пользовательском интерфейсе (что является копированием функционала интерфейса ПЛР), а также с помощью клавиатуры. Дисплей предназначен для отображения двух строк программы, написанной на языке линейной логики Ladder- Diagram (рис. 3).

**Внешние устройства** делятся на дискретные и аналоговые. В качестве примера были реализованы по два наглядных внешних устройства ввода: «Кнопка», «Аналоговый ползунок» и вывода: «Вентилятор», «Лампочка».

Приложение имеет графический интерфейс, внешне похожий на настоящее устройство (рис. 4).

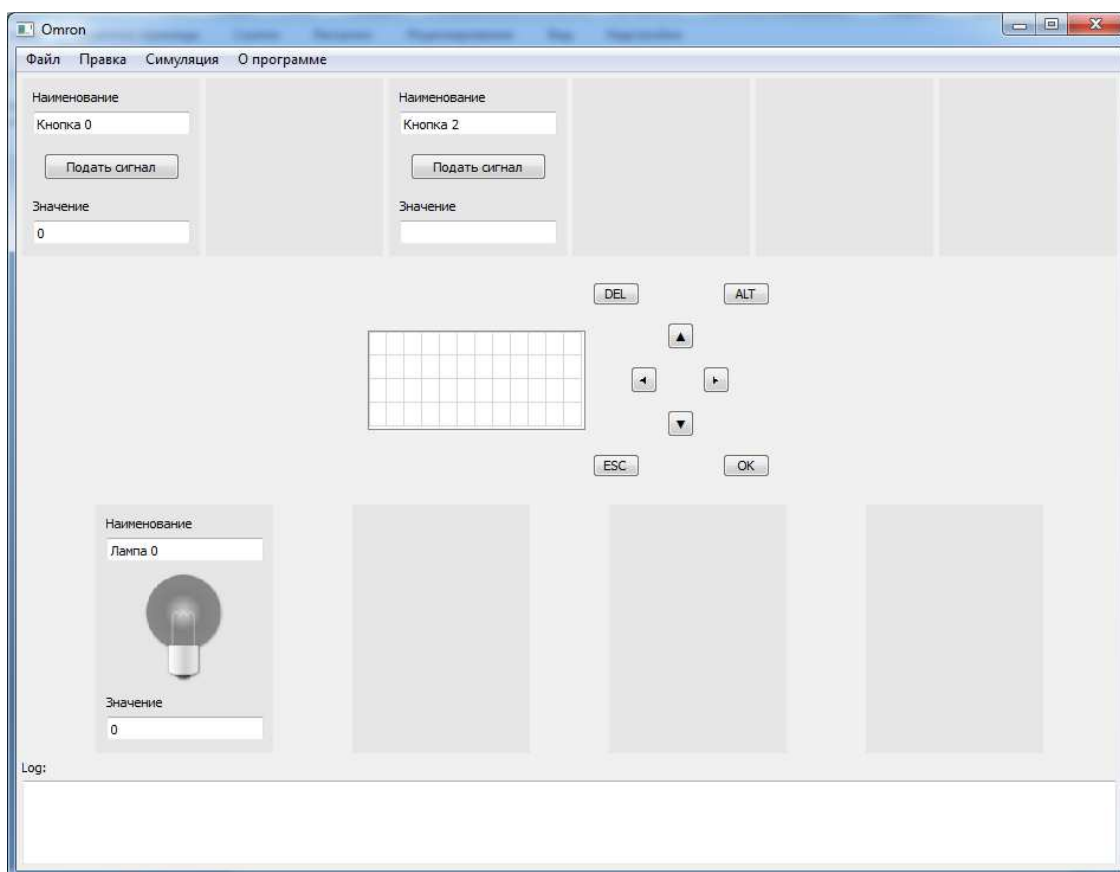


Рис. 4. Главное окно приложения-симулятора

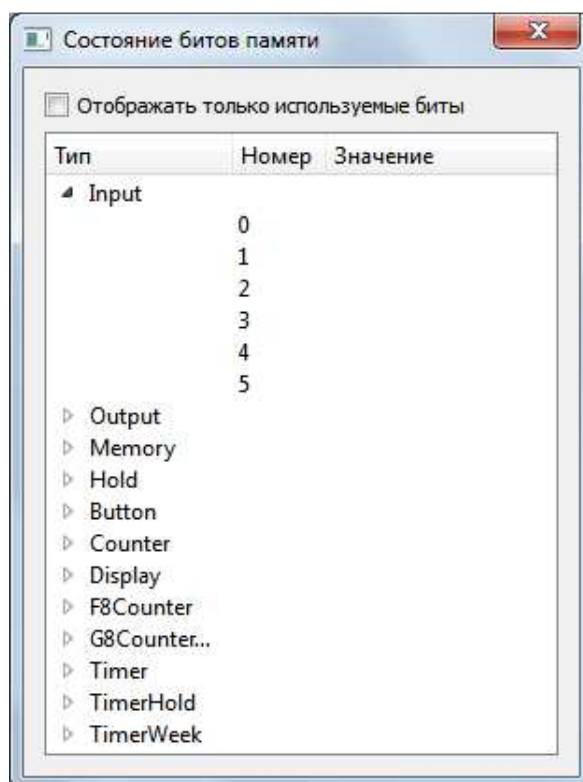


Рис. 5. Окно отображения состояния битов

Окно программы можно разбить на несколько частей. В верхней части находится строка меню. Ниже расположена область добавляемых входных устройств. По центру – блок ввода LAD-программ. Под ним расположена область выходных устройств. В нижней части окна программы расположено окно вывода сообщений (лог), в которое будут выводиться ошибки в случае их возникновения в процессе компиляции или симуляции. Также имеется модальное окно отображения состояния битов (рис. 5).

Реализованы следующие возможности:

- ввод LAD-программы с помощью графического интерфейса;
- запуск программы;
- добавление/удаление входных и выходных внешних устройств;
- вывод сообщений об ошибках при работе.

Для удобства работы были реализованы следующие возможности:

- загрузка LAD-программы из текстового файла;
- сохранение LAD-программы в текстовый файл;
- пункты меню продублированы горячими клавишами;
- сохранение настроек программы.

### **Библиографический список**

1. Программируемые логические контроллеры. Практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаем, В.В. Самойленко. – Ставрополь: АРГУС, 2009. – 100 с.

2. Модуль программируемых реле ZEN: руководство по эксплуатации / Omron Corp., 2001. – 140 с.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ФИГУРНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛА *ITAS NESTING*

Студентка А.А. Брюханова,  
канд. техн. наук, доцент Р.Т. Мурзакаев  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В работе рассматривается программный комплекс *ITAS Nesting*, предназначенный для формирования карт раскроя и генерации управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

**Ключевые слова:** ЧПУ; фигурный раскрой; программный комплекс; листовой материал.

## SOFTWARE PACKAGE FOR SHAPED MATERIAL NESTING *ITAS NESTING*

Student A.A.Brjuhanova,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor R.T. Murzakaev  
Perm National Research Polytechnic University

The paper deals with the software package *ITAS Nesting*, for forming layouts and generating control programs for machines with numerical control (CNC).

**Keywords:** CNC; shape nesting; software package; sheeting.

Современный рынок предлагает большой ассортимент САД/САМ-систем, предназначенных для проектирования на персональных компьютерах карт раскроя листового материала и подготовки управляющих программ для машин лазерной, плазменной, газовой и гидроабразивной резки материала, а также другого технологического оборудования с ЧПУ. Наиболее известны программные комплексы: Aptia Solutions, Astra S-nesting, JetCam, Сириус, PaneCut, Техтран, Вин-тех RСAM-Pro, Интех-Раскрой W/L, NestLib (Geometric Software Solutions), Orion, Nesting Intelligent Software, Mazak Smart System, Lantek Expert, Wrykrys и др.

Выделим основные особенности рассматриваемых систем:

- модульный подход к разработке;
- формирование задания на раскрой;
- автоматическое и ручное формирование карт раскроя;

- модуль 2D с расширенными функциями разработки и редактирования;
- учет технологических ограничений и особенностей производства (точки входа-выхода, переключки, петли, зазоры, учет направления проката и др.);
- экспорт/импорт карты раскроя в популярных форматах (DXF, DFG и др.);
- подготовка и генерация управляющих программ;
- расчет стоимости резки, времени.

Известные программные комплексы раскроя-упаковки листового материала обладают широкими и схожими функциональными возможностями, но можно выделить и следующие общие недостатки:

1. Недостаточно высокое качество укладки деталей, карты раскроя далеки от оптимальных.

2. Во многих случаях реализованные алгоритмы упаковки не берут в расчет общее количество материала (листов) для всего заказа, когда необходимо более равномерно распределить раскрой на заданном заранее количестве листов.

3. При создании программ резки (управления перемещением рабочего инструмента) слабо учитываются физико-механические свойства материала, что может привести к температурным деформациям, вибрации заготовки, смещению листа и другим эффектам, связанным с появлением брака, не учитывается форма самого реза в зависимости от толщины материала.

4. Как правило, небольшие детали при формировании карт раскроя располагаются в конце листа материала, что при резке может привести к появлению бракованных изделий из-за деформации листа материала.

5. Каждый производитель режущего оборудования разрабатывает свое программное обеспечение (отсутствует универсальность).

Поэтому остается актуальной разработка программного комплекса для раскроя материалов, который позволял бы формировать карты раскроя с высоким коэффициентом раскроя для любого станка с ЧПУ [1].

Структура программного комплекса фигурного раскроя материалов *ITAS Nesting* представлена на рис. 1.



Рис.1. Структура программного комплекса *ITAS Nesting*

Программный комплекс *ITAS Nesting* включает в себя следующие модули:

- конфигуратор станков – модуль для настройки таких параметров станков, как технологические ограничения (зазоры между деталями и расстояния от края листа, перемычки, длины врезки и выхода), конфигурирование инструментов резки (G-коды для управляющих программ резки);
- формирование задания на раскрой – настройка параметров для формирования карты раскроя (выбор станка, деталей и сортамента листа);
- формирование карт раскроя – модуль, формирующий карты раскроя для выбранного станка, деталей и сортамента листа;
- редактирование карт раскроя – модуль ручного редактирования карт раскроя, автоматически сформированных программой;
- формирование управляющих программ – модуль формирования управляющих программ для выбранного станка (нахождение путей резки, холостых ходов, точек врезки и точек выхода);
- расчет стоимости резки – модуль, рассчитывающий стоимость резки на основе времени резки;
- формирование протокола и отчета раскроя – формирование отчета, содержащего рисунок карты раскроя, перечень используемых деталей, расход материала, стоимость резки и др.;
- база данных (БД) – база данных, содержащая информацию о деталях и сортаменте.

Рассмотрим взаимодействие модулей. В конфигураторе станков настраиваются параметры для станков, которые сохраняются в базе данных. При формировании задания на раскрой из базы данных за-



гружаются детали для задания, сортамент для них. По заданию на раскрой формируется карта раскроя с учетом технологических ограничений для выбранного станка и сортамента. Сформированная карта раскроя доступна для ручного редактирования. Далее происходит формирование управляющей программы для станка. По управляющей программе рассчитывается время резки. После выполнения всех перечисленных операций формируются протокол и отчет.

Для функционирования модулей использованы следующие наборы данных:

- GroupMaterials – справочник групп материалов;
- List – сортамент используемых материалов, габариты листов;
- Details – справочник деталей изделий;
- Products – справочник изделий;
- Primitives – справочник примитивов, из которых состоят детали;
- Design – справочник чертежей деталей;
- Reminder – справочник деловых остатков;
- Machine – справочник используемых на предприятии станков для резки;
- Instruments – справочник используемых станком инструментов;
- Bridge и Gap – технологические ограничения для станков.

Вышеперечисленные наборы данных представлены в виде диаграммы классов на рис. 2.

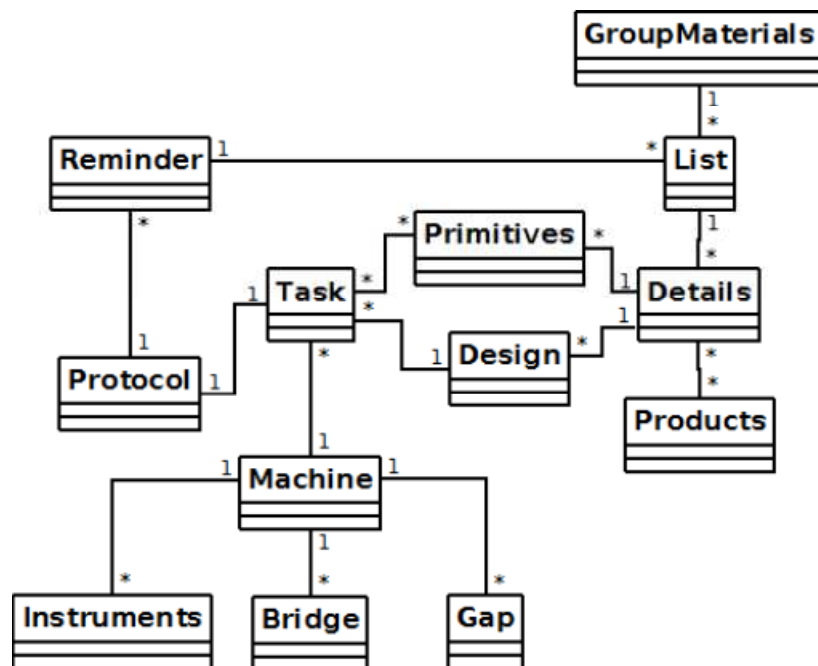


Рис. 2. Диаграмма классов программного комплекса *ITAS Nesting*

Для разработки программного комплекса используются объектно-ориентированный язык программирования Java и технология Hibernate для работы с данными.

Наиболее интересными при формировании карт раскроя являются различные алгоритмы стыковки, которые позволяют уменьшить занимаемую деталями площадь [2]. Например, группировка деталей и попарная стыковка одинаковых деталей (рис. 3). Такие алгоритмы позволяют экономить используемый материал и уменьшить стоимость заказа [3, 4].

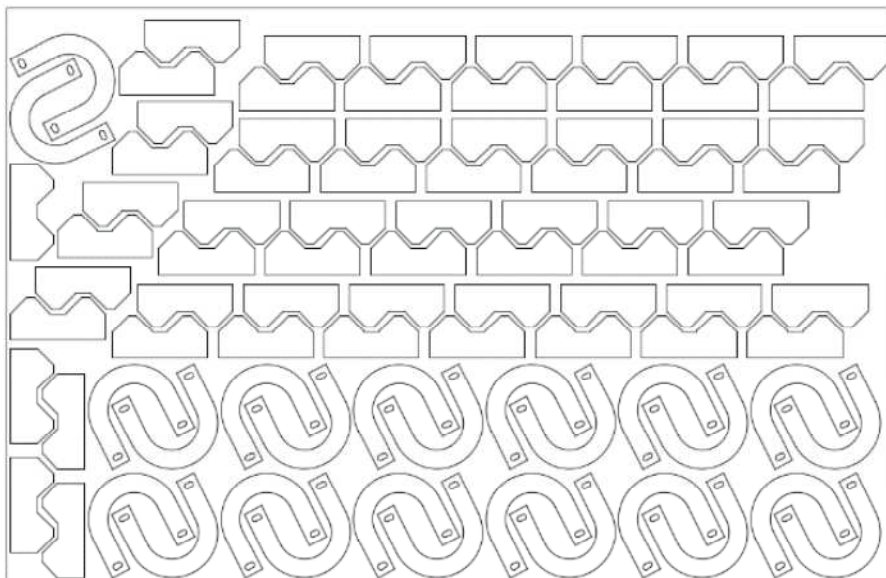


Рис. 3. Карта раскроя

Модуль формирования управляющих программ устанавливает пути резки и положение точек врезки и выхода. На рис. 4 представлен фрагмент карты раскроя, на котором обозначены холостые перемещения резака, порядок и пути резки, необходимые для расчета времени резки.

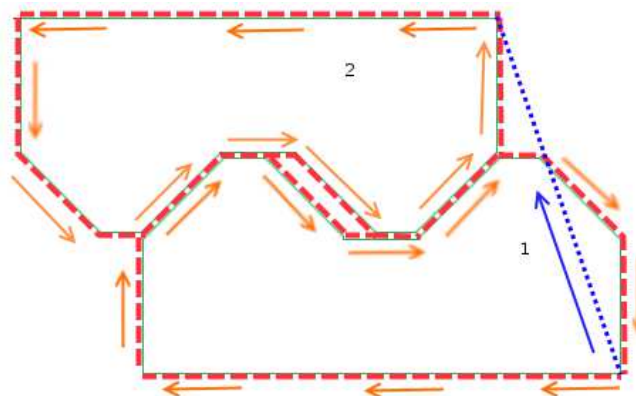


Рис. 4. Пути резки

Таким образом, проведен обзор автоматизированных систем раскроя материала, спроектирована архитектура программного комплекса, разработана модель данных и программный комплекс, позволяющий формировать карты раскроя материалов с высокими коэффициентами укладки.

### **Библиографический список**

1. Мурзакаев Р.Т., Лялин Д.А. Алгоритм уплотнения карты раскроя на основе двумерной гравитационной имитационной модели // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: научно-практ. журнал. – 2013. – № 9–10. – С. 34–41.

2. Application of the Group Decoder for Solving the Orthogonal Materials Cutting Problem [Электронный ресурс] / R.A. Fayzrakhmanov, R.T. Murzakaev, A.S. Mezentsev, V.S. Shilov // World Applied Sciences Journal. – 2013. № 28 (10): – P. 1361–1365. – URL: [http://www.idosi.org/wasj/wasj28\(10\)13/4.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj28(10)13/4.pdf) (дата обращения: 07.07.2014).

3. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей [Электронный документ] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2043> (дата обращения: 07.07.2014).

4. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – №7. – С. 143–148.

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Магистранты Т.И. Бурак, А.Л. Кернога**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

Описан универсальный подход для компьютерного моделирования сложных динамических систем, основанный на работах Джея Форрестера, основателя теории системной динамики.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование; математическое моделирование; динамические системы; уровни и темпы; петли обратной связи.

## COMPUTER MODELING OF DYNAMIC SYSTEMS

**Master students T.I. Burak, A.L. Kernoga**

Belorussian State University of Informatics  
and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

This article describes universal approach for computer modeling of complex dynamic systems, based on work of J.W. Forrester, the founder of system dynamics theory.

**Keywords:** computer modeling; mathematical modeling; dynamic systems; stocks and flows; feedback-loops.

Компьютерное моделирование как область научной и инженерной деятельности связано с теорией и практикой вычислительного эксперимента. Сложные динамические системы представляют собой особый вид математических моделей, а компьютерное моделирование – это современная форма математического моделирования, представляющая собой новый инструмент и новые технологии познания объектов. Моделирование динамических систем имеет широкое применение как в математических науках, так и в гуманитарных, в том числе и в биологии, экономике и медицине.

Стандартная классификация подходов к математическому моделированию предлагает следующий набор типовых схем [1]:

– D-схемы, которыми называются модели, описываются с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных. Такие модели также называют непрерывно-детерминированными;

– F-схемы, или дискретно-детерминированные модели, используются в том случае, если модель описывается в дискретном времени. В этом случае поведение системы во времени описывается как закон смены состояний этой системы. Для описания F-схем используется теория конечных автоматов;

– P-схемы, которые также используют теорию автоматов для описания модели, однако они имеют вероятностную составляющую. Так, модели называют дискретно-стохастическими;

– Q-схемы, используются в основном для описания систем массового обслуживания и являются, по сути непрерывно-стохастическими моделями.

Типовые математические схемы просты и наглядны, но имеют узкую область применения. В большинстве прикладных задач требуется работать со сложными динамическими системами, и в этом случае функционала типовых схем оказывается недостаточно. Для решения этой проблемы можно использовать подход, описанный в работах Дж. Форрестера [2]. Этот подход объединяет в себе черты типовых схем и является интуитивно-понятным и гибким инструментом при моделировании сложных динамических систем.

Основная идея подхода Дж. Форрестера заключается в том, что модель описывается как совокупность некоторых существенных для процесса моделирования характеристик, а изменение этих характеристик обуславливаются *петлями обратных связей*. Для описания системы с петлями обратных связей используются два вида переменных: *уровни* и *темпы* [3]. Уровень  $L$  – это численное представление некоторой существенной для моделирования характеристики системы. Темп  $D_L$  описывает закон изменения некоторого уровня  $L$  в процессе моделирования. В общем случае изменение уровней описывается следующей формулой:

$$L(t_{i+1}) = L(t_i) + \Delta t \cdot \sum D_{Li}(IL_D(t_i)), \quad (1)$$

где  $\Delta t$  – промежуток времени между двумя итерациями моделирования системы,  $IL_D = \{L_0, \dots, L_m\}$  – некоторый набор уровней системы, которые влияют на изменение уровня  $L$ .

Если взять  $\Delta t$  достаточно малым и учесть, что  $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ , получим следующее уравнение:

$$\frac{L(t_{i+1}) - L(t_i)}{\Delta t} = \frac{\Delta L}{\Delta t} = L' = \sum D_{Li}(IL_D(t_i)). \quad (2)$$

Таким образом, модель может быть представлена в виде D-схемы как система дифференциальных уравнений.

В зависимости от того, используют ли темпы  $D_L$  вероятностную составляющую при описании законов изменения уровней  $L$ , подход Дж. Форрестера может быть использован для описания как детерминированных, так и стохастических моделей.

Если обозначить совокупность уровней системы в некоторый момент времени как состояние модели  $S_M$  (3), то процесс моделирования можно представить в виде последовательной смены состояний, аналогично F-схемам (4) (функция  $f$  здесь выступает в роли функции переходов, аналогично конечным автоматам).

$$S_M(t_i) = \{L_0(t_i), \dots, L_N(t_i)\}. \quad (3)$$

$$S_M(t_{i+1}) = f(S_M(t_i)). \quad (4)$$

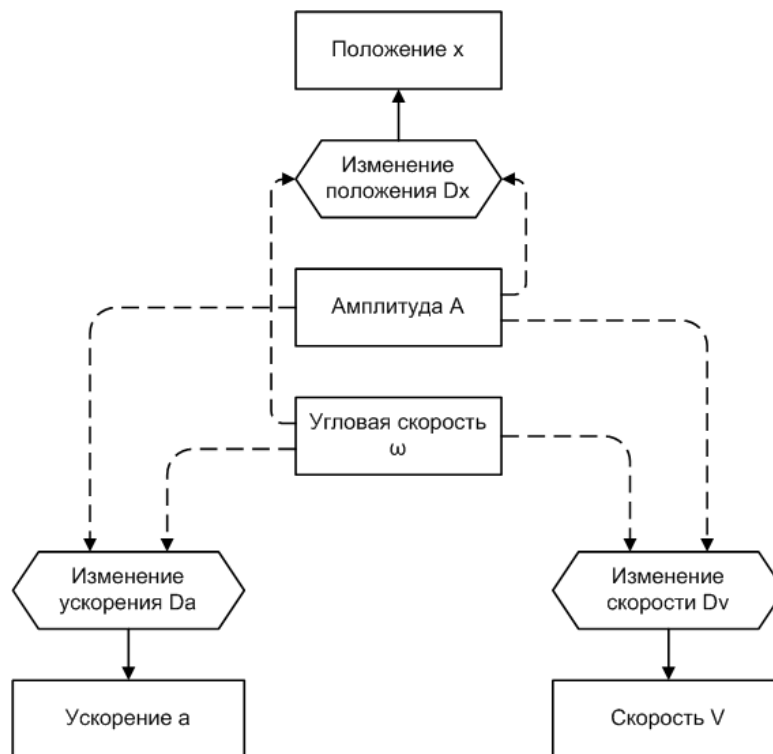


Рис. 1. Модель математического маятника

Подход Дж. Форрестера может быть использован для описания и моделирования систем в различных областях науки. Так, например, модель математического маятника может быть описана следующим образом: в качестве уровней данной системы выберем положение материальной точки на конце маятника  $x$ , скорость движения точки  $V$  и ускорение точки  $a$ . На рис. 1 представлена модель математического

маятника, описанная согласно данному подходу. Здесь прямоугольниками обозначены уровни, а шестиугольниками – темпы системы. Законы изменения уровней представлены формулами:

$$\begin{aligned}
 D_x &= -2 \cdot A \cdot \sin\left(\omega\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right)\right) \sin\left(\omega \cdot \frac{\Delta t}{2}\right), \\
 D_V &= -2 \cdot A \cdot \omega \cdot \cos\left(\omega\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right)\right) \sin\left(\omega \cdot \frac{\Delta t}{2}\right), \\
 D_a &= 2 \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin\left(\omega\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right)\right) \sin\left(\omega \cdot \frac{\Delta t}{2}\right).
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Приняв значения амплитуды  $A = 1,0$  и угловой скорости  $\omega = 1,0$  и подставив начальные значения  $V_0 = 0$ ,  $a_0 = -A \cdot \omega^2$  и  $x_0 = A$ , в процессе моделирования можно наблюдать гармонические колебания математического маятника (рис. 2–4).

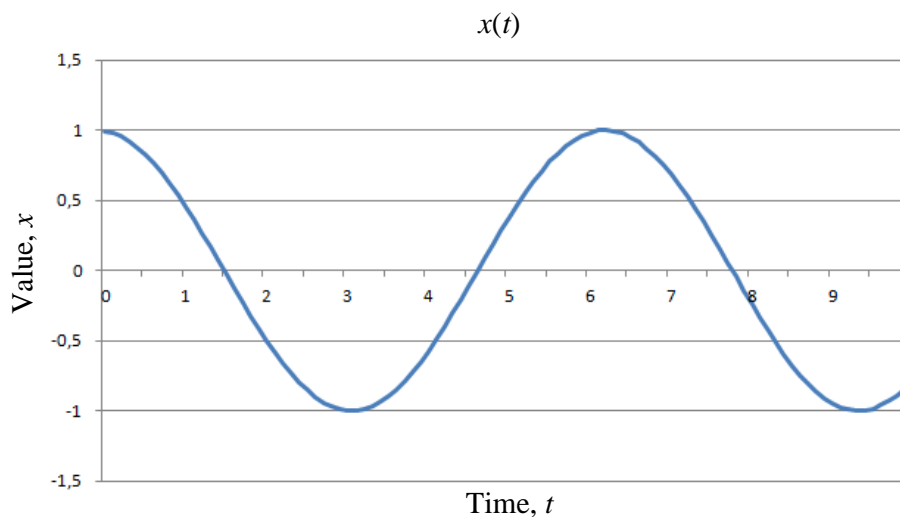


Рис. 2. Положение точки в процессе моделирования

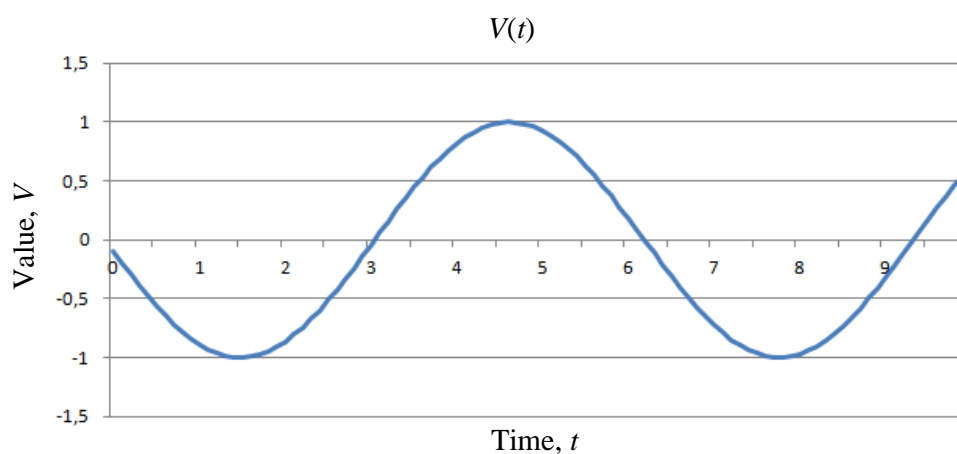


Рис. 3. Скорость точки в процессе моделирования

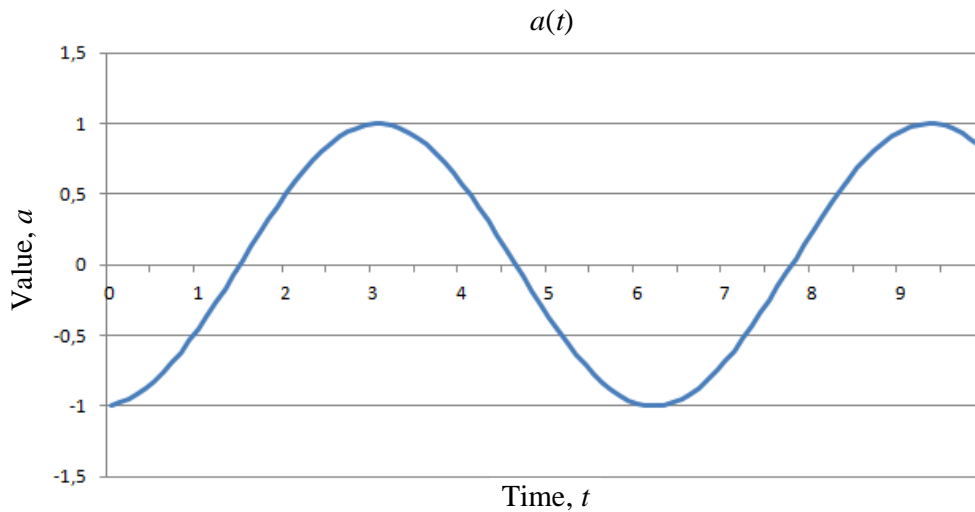


Рис. 4. Ускорение точки в процессе моделирования

В качестве другого примера рассмотрим биологическую систему изменения населения планеты (рис. 5). Здесь в качестве уровней возьмем население  $P$ , а также относительные значения рождаемости  $BRN$  и смертности  $DRN$ . Законы изменения уровней представлены формулами:

$$DR = P \cdot DRN; BR = P \cdot BRN. \quad (6)$$

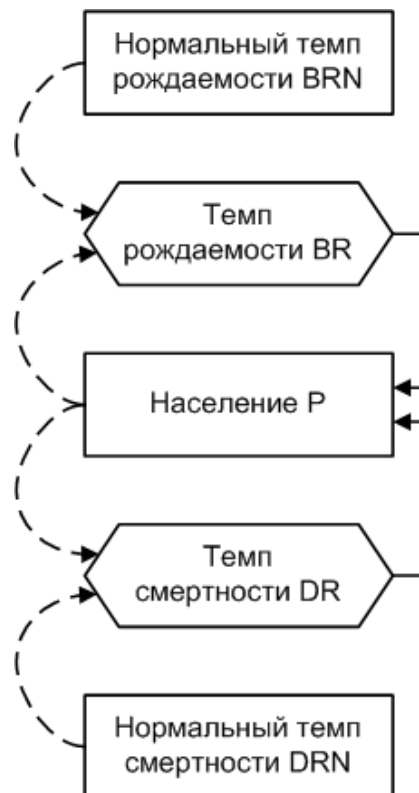


Рис. 5. Модель изменения населения





Рис. 6. Динамика изменения населения (2014–2030 гг.)

На 2014 г. нормальный темп рождаемости составляет 18,7 новорожденных на 1000 человек, нормальный темп смертности составляет 7,9 смертей на 1000 человек. Население нашей планеты на 2014 г. приблизительно равно 7,2 млрд человек. Подставим соответствующие значения в модель и проследим динамику изменения населения (рис. 6). Согласно полученным результатам, если темпы рождаемости и смертности не изменятся, то к 2024 г. население земли достигнет отметки 8 млрд, а к 2029 г. – 8,5 млрд.

### Библиографический список

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 2009. – С. 343.
2. Forrester Jay W. Principles of Systems – 2nd ed. – MA: Pegasus Communications, Waltham, 1968. – P. 391.
3. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2006. – С. 384.

# ДИАЛОГОВОЕ ОКНО ДЛЯ ОТКРЫТИЯ ФАЙЛОВ С ПРЕДПРОСМОТРОМ ДЕТАЛЕЙ

Студент А.А. Ветчанинов,  
канд. техн. наук, доцент Р.Т. Мурзакаев  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В данной статье раскрыта проблема стандартных диалоговых окон для открытия файлов, описаны основные свойства, которыми должно обладать такое диалоговое окно, показаны основные инструменты создания собственного диалогового окна для открытия файлов с графическим предпросмотром.

**Ключевые слова:** OpenFileDialog (диалоговое окно для открытия файлов); предпросмотр; основные инструменты.

## OPEN FILE DIALOG WITH A PREVIEW OF THE DETAILS

Student A.A. Vetchaninov,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor R.T. Murzakaev  
Perm National Research Polytechnic University

This article discloses the problem of standard dialog boxes for opening files and describes the basic properties of standard dialog boxes for opening files. Also this article shows the basic tools to create your own dialog box for opening files with a graphical preview.

**Keywords:** OpenFileDialog (a dialog box for opening of files); preview; main tools.

Часто возникает необходимость просмотра различных файлов перед их использованием, но не всегда программные продукты позволяют сделать это. Рассмотрим задачу предпросмотра файлов, хранящих координаты деталей, средствами языка C#. Иными словами, нам необходимо получать изображение детали перед тем, как мы откроем файл с координатами данной детали для дальнейшего использования.

Средства языка C# не могут решить данную задачу, используя стандартный *OpenFileDialog*, значит, нам придется создать свой *OpenFileDialog* с графическим предпросмотром деталей.

### **Основные свойства *OpenFileDialog***

Для начала, выявим основные свойства, которыми обладает стандартный *OpenFileDialog*, а именно:

- отображение всех носителей информации;

- возможность перехода между директориями (вперед, назад);
- поиск файла в папке;
- поиск файла по полному имени;
- различное отображение файлов и папок (вид);
- обмен данными с главной формой (*Form*) приложения;
- открытие файла.

Все эти свойства должен иметь и наш собственный *OpenFileDialog*, а также он должен реализовывать:

- открытие только тех файлов, которые содержат координаты деталей;
- отображение детали по нажатию на файл.

### **Основные инструменты, реализации *OpenFileDialog***

Выявим основные моменты реализации собственного *OpenFileDialog*.

Для получения адресов файлов и папок использовался класс *FileInfo* [1].

Для отображения локальных дисков и дочерних узлов этих дисков использовался элемент *TreeView*.

Для перехода между директориями (вперед, назад) использовалась стандартная коллекция *ArrayList*, в которой хранятся адреса посещенных директорий.

Для отображения файлов и папок в выбранной папке использовался элемент *ListView*.

Для различного отображения файлов и папок (вид) использовалось свойство *View* у элемента *ListView* с различными параметрами, такими как: *SmallIcon*, *LargeIcon*, *Title*, *List*, *Details*.

Координаты детали хранятся в текстовом файле (*.txt*). Пример текстового файла(*.txt*), хранящего координаты детали:

```
(-7.621473776994995,34.15643281926936)
(122.378526223005,-67.84356718073067)
(122.378526223005,108.1564328192693)
(86.37852622300503,144.1564328192693)
(28.37852622300503,144.1564328192694)
(-7.621473776994981,108.1564328192694)
```

Проверка файла на наличие в нем координат детали реализована следующим образом: файл считывается построчно, если каждая стро-

ка содержит открывающую и закрывающую скобки, то проверка прошла успешно, иначе – выводится сообщение об ошибке. Для построчного чтения файла использовался стандартный класс *StreamReader*. На рис. 1 показан результат проверки на наличие в нем координат детали.

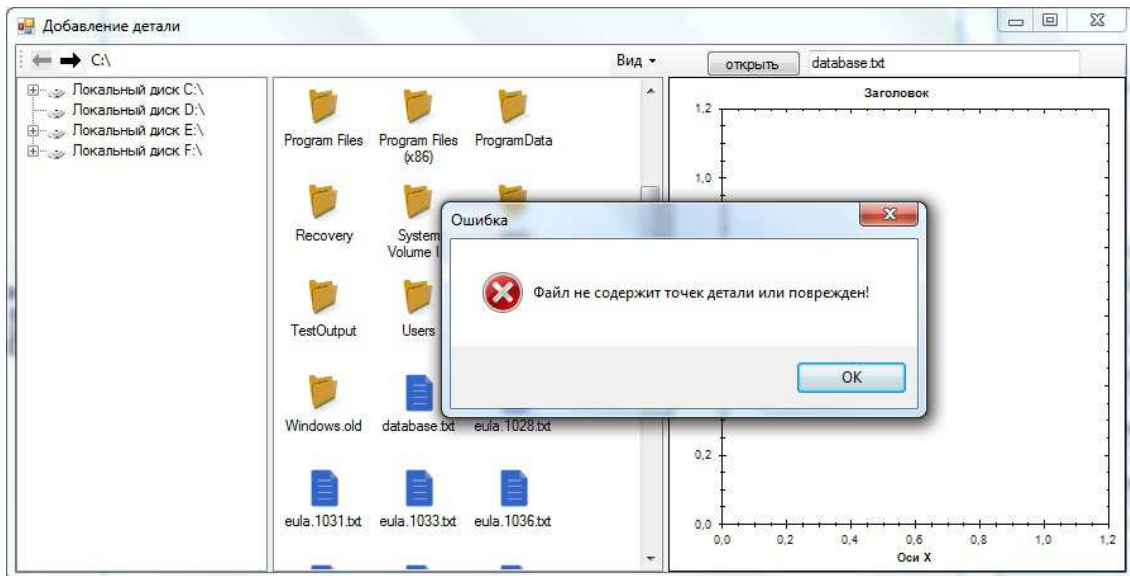


Рис. 1. Результат проверки файла на наличие в нем координат детали

На рис. 2 показан результат проверки на расширение файла.

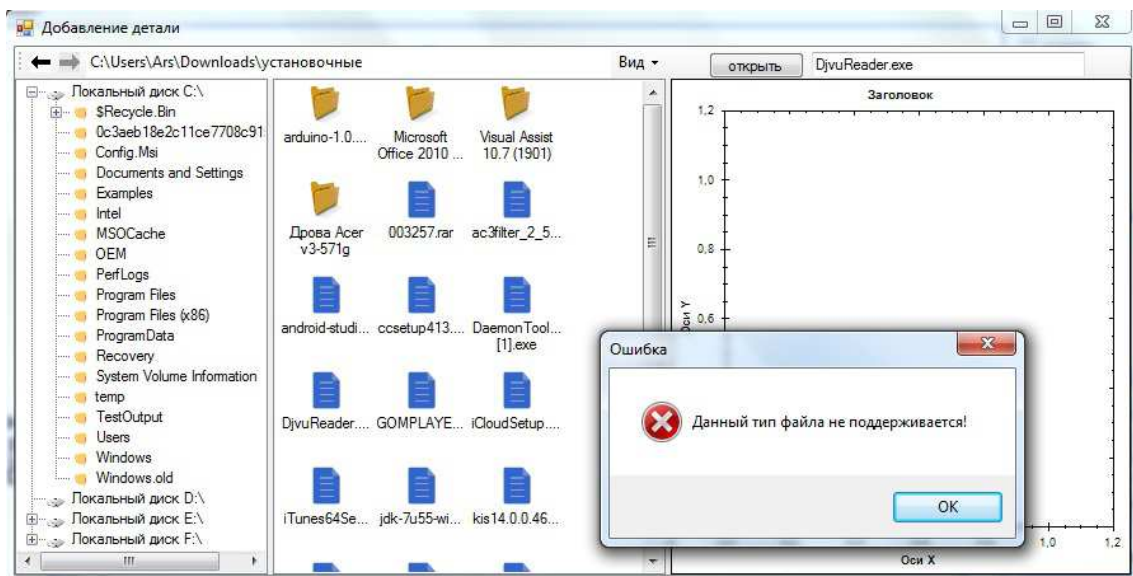


Рис. 2. Результат проверки на расширение файла

Обмен данными (передача координат детали) между *OpenFileDialog* и основными формами происходит с помощью делегатов [3], по нажатию кнопки «открыть».

Поиск файла в папке реализован с учетом верхнего и нижнего регистров, а также по неполному имени файла.

Для предпросмотра (графического построения) деталей использовалась графическая библиотека *ZedGraph* [2]. На рис. 3 показан предпросмотр детали.

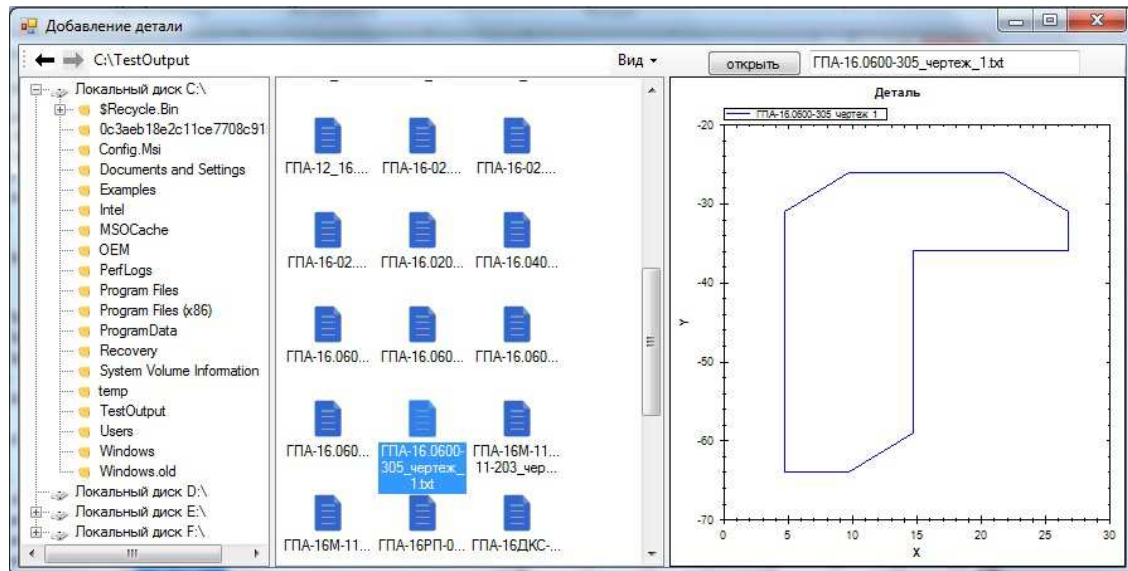


Рис. 3. Предпросмотр детали, координаты которой хранятся в выделенном файле

**Заключение.** Таким образом, было реализовано собственное диалоговое окно *OpenFileDialog* с графическим предпросмотром деталей, в котором учтено следующее:

- отображение всех носителей информации;
- возможность перехода между директориями (вперед, назад);
- поиск файла в папке;
- поиск файла по полному имени;
- различное отображение файлов и папок (вид);
- обмен данными с главной формой (*Form*) приложения;
- открытие файла;
- открытие только тех файлов, которые содержат координаты деталей;
- отображение детали по нажатию на файл.

Данное диалоговое окно является универсальным, так как, изменяя в нем всего лишь 2 функции, а именно, функцию чтения координат из файла и функцию построения объекта по координатам, мы

получаем возможность использовать данное диалоговое окно в различных проектах, где требуется графический предпросмотр.

### **Библиографический список**

1. Класс *FileInfo* [Электронный ресурс] (metanit.com-сайт о программировании, про создание сайтов и IT-технологии). – М., 2012–2014. – URL: <http://metanit.com/sharp/tutorial/5.3.php> (дата обращения: 12.09.2014).

2. Библиотека *ZedGraph* [Электронный ресурс]. Шпаргалка по ZedGraph. – М., 2014. – URL: <http://jenuay.net/Programming/ZedGraph> (дата обращения: 14.09.2014).

3. Передача данных между формами [Электронный ресурс] // КиберФорум – форум программистов, компьютерный форум, программирование. – М., 2000–2014. – URL: <http://www.cyberforum.ru/csharp-beginners/thread538342.html> (дата обращения: 05.09.2014).

# ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ СИСТЕМА ОБМЕНА ДАННЫМИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

**Магистранты Г.Г. Воронцов, Н.П. Череватенко**  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

Данная работа посвящена библиотеке, реализующей систему децентрализованного обмена информацией на близком расстоянии между мобильными устройствами. Она базируется на существующем беспроводном протоколе Bluetooth, осуществляет автоматический поиск устройств поблизости и автоматическое соединение с найденными устройствами. Библиотека реализована для двух основных мобильных платформ Android и iOS.

**Ключевые слова:** децентрализованная система; беспроводная связь; Bluetooth; Android; iOS.

## DECENTRALIZED CROSSPLATFORM DATA COMMUNICATION SYSTEM FOR MOBILE PLATFORMS

**Master students G.G. Voroncov, N.P. Cherevatenko**  
Belorussian State University of Informatics  
and Radioelectronics, Minsk

The article deals with a library implementing decentralized system which allow mobile devices transmit data to one another at a short distance. It's based on existing wireless protocol Bluetooth. It automatically searches mobile devices nearby and creates connections with found devices. The library is implemented for two main mobile platforms: Android and iOS.

**Keywords:** decentralized system; wireless connection; Bluetooth; Android; iOS.

Анализ текущих технологий беспроводной связи устройств показывает, что на данный момент технология автоматического соединения нескольких мобильных устройств для обмена информацией между собой крайне слабо развита. Связь инициируется лишь самим пользователем и также подтверждается пользователем на стороне приемника. Используется подобная связь в основном для коротких сессий, в течение которых осуществляется обмен медиафайлами (фотографии, документы, музыка и т.д.). Наличие некой платформы, которая предоставляет сервис автоматического соединения и обмена информацией с близко расположенными устройствами, позволило бы приложениям реализовать функционал, который в существующих приложениях использует для обмена информацией соединение

с Интернетом или же созданное пользователем беспроводное соединение. С точки зрения пользователя, подобный функционал был бы гораздо предпочтительнее и удобнее, поскольку не требовал бы прямого вмешательства человека. В качестве конкретного примера приложения, использующего описанную платформу, можно привести программу, которая осуществляет передачу контактной информации от одного делового лица другому. Также примером может служить необходимость быстрого создания сессии связи между несколькими пользователями для различных прикладных нужд (игра, предоставление общего доступа, трансляция, синхронизация и т.д.). Существующие реализации, которые могли бы предоставить схожий функционал, – технологии беспроводного соединения Bluetooth, Wi-Fi (Wi-Fi Direct), AirDrop. Тем не менее все перечисленные технологии вынуждают пользователя непосредственно участвовать в процессе установления соединения, из-за чего они не могут быть эффективно использованы. Кроме того, ни одна из этих технологий не предоставляет возможности обмена информацией между разными мобильными платформами или же предоставляет ее в ограниченной форме.

Цель представляемого проекта – дать возможность разработчикам мобильных платформ наиболее эффективным способом осуществлять обмен информацией между находящимися рядом мобильными устройствами. Данную цель можно разбить на несколько конкретных отдельно разрешаемых задач:

1. Необходимо осуществить выбор наиболее подходящего способа передачи информации от устройства к устройству с учетом наличия разных мобильных платформ. Учитывая доли мобильных платформ на рынке, основными платформами считаются iOS и Android.

2. На основе выбранного способа передачи информации реализовать алгоритм автоматического соединения устройств между собой (без какого-либо вмешательства со стороны пользователя). Также осуществлять эффективный менеджмент установленных соединений.

3. Предоставить разработчикам удобный интерфейс для взаимодействия с проектируемым модулем, включая удобные извещения о присоединении/отсоединении устройств, подходящую адресацию в созданной микросети и представление передаваемой информации в подходящей форме, которая может быть обработана на всех основных мобильных платформах.



В качестве подходящего способа передачи информации между устройствами был выбран протокол Bluetooth. Основной причиной для этого было то, что он единственный протокол достаточно высокого уровня, который поддерживается как iOS, так и Android. На обеих платформах присутствуют беспроводные протоколы с лучшими характеристиками дальности связи и скорости передачи, но они специфичны для каждой из платформ (Wi-Fi Direct для Android, Airdrop для iOS). Технические особенности протокола Bluetooth позволяют реализовать несколько одновременных соединений с устройствами. Таким образом, в создаваемой микросети каждое устройство соединено с каждым и может обмениваться данными с несколькими узлами. Подобный децентрализованный подход увеличивает отказоустойчивость системы – при выходе из строя или отключении одного из устройств остальная часть сети будет продолжать работать в штатном режиме.

На основе протокола Bluetooth была реализована система автоматического создания и менеджмента соединений между мобильными устройствами. Для отслеживания наличия модуля на других мобильных устройствах используется специальная метка в имени Bluetooth-сервиса. Данная метка представляет собой комбинацию Bluetooth-адреса устройства и специального ключа разработанного модуля. Таким образом, просканировав все Bluetooth-сервисы на устройстве и узнав его адрес, можно судить о наличии экземпляра модуля в данном устройстве и автоматически создавать связь с ним. Созданные связи поддерживаются менеджером и используются приложениями, которые хотят передать информацию конкретному устройству. На одном мобильном устройстве может быть несколько приложений, использующих данную библиотеку. Для связи с другим конкретным устройством все они будут использовать один и тот же созданный Bluetooth-канал. Разделение канала между приложениями осуществляется автоматически. Для этого в модуле используется очередь отправляемых сообщений. Для того чтобы узнать, какие программы на конкретном устройстве доступны для обмена информацией, используется уникальный идентификационный ключ. Он указывается приложением при подключении описываемой библиотеки, предпочтительнее использовать UUID. Это позволяет найти на других устройствах экземпляр своего приложения и начать с ним обмен данными.

Для обеспечения безопасности создается зашифрованный Bluetooth-канал. Для его создания используется специальный ключ, хранящийся в каждом экземпляре библиотеки. Таким образом, подключиться к децентрализованной системе сможет лишь данный модуль, защищая систему от вредоносного ПО.

С точки зрения разработчиков, данный модуль предоставляет достаточно простой и удобный интерфейс взаимодействия. Устройства адресуются по их Bluetooth-адресам, а все приложения, которые непосредственно подключились к модулю, представляют собой точки доступа с уникальными ключами. Приложение может сканировать через канал связи конкретное устройство для нахождения точек доступа. Таким образом, для осуществления обмена информацией между двумя приложениями необходимо лишь знать Bluetooth-адрес целевого устройства и уникальный номер точки доступа. Непосредственно обмен информацией осуществляется обычной записью в буфер и чтением из буфера. Записываемые объекты должны содержать лишь определенные примитивы или другие объекты, состоящие из этих примитивов. Данные, записанные в буфер, формируются в сообщение и отправляются через зашифрованный Bluetooth-канал приложению-получателю. Трансляция объектов конкретного языка (Objective-C, Java) в бинарный вид, их передача и восстановление объекта для окружения на устройстве-получателе осуществляются модулем автоматически. Для каждого конкретного устройства модуль создает новый объект буфера. Этот объект может быть получен с помощью запроса с указанием MAC-адреса мобильного устройства. В реализованном API также представлены различные события в системе, которые программист может использовать для своего приложения. К примеру, подключение нового устройства к сети, внезапное отключение от сети и т.д. Зарегистрировав обработчик на определенный тип события, программист может указать приложению, как реагировать в нестандартных ситуациях.

В результате работы над данным проектом было создано программное обеспечение, решающее все поставленные задачи. Выбранный способ беспроводной передачи информации является довольно медленным и ограниченным, но тем не менее достаточно универсальным, чтобы поддерживать обе конкурирующие мобильные платформы. Экспериментальным образом было установлено, что максимальное количество соединенных друг с другом устройств – 6.

Причиной данного ограничения являются особенности протокола Bluetooth. Интерфейс модуля был протестирован для простейших приложений и показал хорошие результаты автоматической передачи информации. Для более сложных приложений может понадобиться более изощренный API, который будет реализован в будущих версиях модуля.

### **Библиографический список**

1. Хашими С., Коматинени С., Маклин Д. Разработка приложений для Android. – СПб.: Питер, 2011. – 736 с.
2. Core Bluetooth programming guide [Электронный ресурс]. – URL: [https://developer.apple.com/library/ios/documentation/NetworkingInternet/Conceptual/CoreBluetooth\\_concepts/CoreBluetooth\\_concepts.pdf](https://developer.apple.com/library/ios/documentation/NetworkingInternet/Conceptual/CoreBluetooth_concepts/CoreBluetooth_concepts.pdf) (дата обращения: 28.10.2014).

# О ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ УЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Магистрант Н.А. Софин, студент Е.А. Даниш,  
канд. техн. наук, доцент М.В. Кавалеров**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Предложен подход к разработке системы учета и планирования времени на основе облачных технологий. Сформулированы соответствующие базовые архитектурные принципы. Дано описание инструментальных средств, используемых на первом этапе разработки. Представлено изображение графического окна начального варианта разрабатываемой системы.

**Ключевые слова:** облачные технологии; мобильные приложения; экосистема; кросс-платформенность; система учета и планирования времени.

## AN APPROACH TO DEVELOPMENT OF A CLOUD-BASED TIME MANAGEMENT SYSTEM

**Master student N.A. Sofin, student E.A. Danish,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor M.V. Kavalеров**  
Perm National Research Polytechnic University

An approach to development of a cloud-based time management system is proposed. Basic architectural principles are formulated. Tools used for the development during the first stage are described. The screenshot of the system prototype is presented.

**Keywords:** Cloud technoligis; mobile applications; ecosystem; cross-platform; time management system.

С увеличением интенсивности ритма жизни у современного человека каждый день возникает большое количество задач для решения, а также появляется много информации, которую необходимо записать. Порой невозможно удержать все это в фокусе внимания. Никому не хочется упустить из виду какое-либо важное событие, мероприятие или просто забыть выполнить что-то обещанное. Для решения данной проблемы была поставлена задача разработки системы учета, контроля и организации личного времени. При этом в качестве важной особенности такой системы было задано требование использовать облачные технологии, которые позволяют синхронизировать информацию

между многими устройствами и иметь некоторое единое хранилище данных с сетевым доступом.

Изучая имеющиеся аналоги подобных систем, был сформулирован список требований, которые предполагается реализовать в разрабатываемой системе:

- независимость от платформы, на которой будет использоваться приложение, т.е. кросс-платформенность;
- синхронизация базы данных с любым облачным сервисом по желанию пользователя, а также контроль и управление над облачными сервисами, т.е. выбор – какие именно облачные сервисы будет использовать приложение;
- онлайн- и оффлайн- режимы работы;
- механизмы шифрования информации на стороне клиента и хранение информации в облачном сервисе уже в зашифрованном виде, что может обеспечить дополнительный уровень защиты персональных данных;
- механизм напоминания с широкой функциональностью;
- интеграция с существующими решениями;
- взаимодействие с популярными социальными сетями, такими как «ВКонтакте», «Twitter» и «Facebook»;
- разделение мероприятий по категориям: «Образование», «Повседневные дела», «Работа».

Исходя из этих требований, архитектура, отражающая взаимодействие всех компонентов системы, будет выглядеть примерно так, как показано на рис. 1.

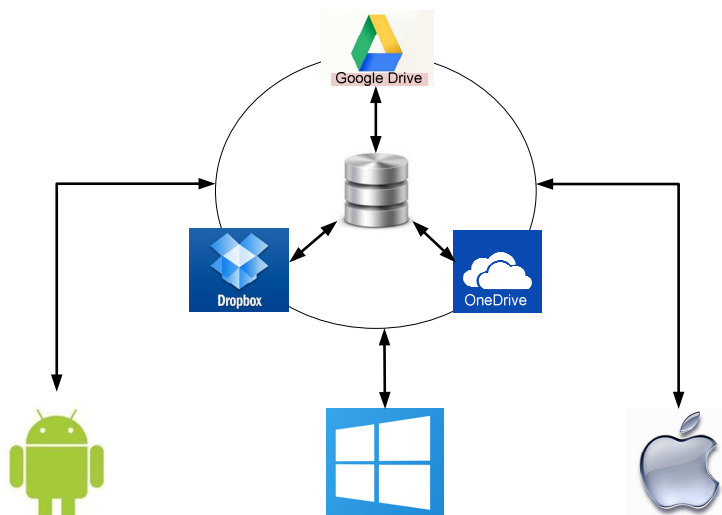


Рис. 1. Взаимодействие компонентов системы

Здесь стоит подчеркнуть, что указанные на рис. 1 облачные сервисы, представлены здесь лишь для примера, предполагается возможность подключения и использования также и других аналогичных облачных сервисов.

В современном мире кроссплатформенность является очень важным фактом при использовании любых приложений, а особенно для систем планирования и учета времени. У каждой платформы свои особенности и свои сценарии использования. На рис. 1 видно, как происходит взаимодействие с различными операционными системами, которые могут использоваться разными устройствами, например:

- Android (телефон, планшет);
- Windows и Apple (телефон, планшет, ноутбук, стационарный компьютер).

Подобные схемы в терминологии разработки мобильных решений часто называют экосистемами.

В отличие от имеющихся аналогов (Google-календарь, facebook-календарь, Microsoft outlook, EverNote) в системе предполагается реализовать широкую систему напоминаний, структура которой изображена на рис. 2.

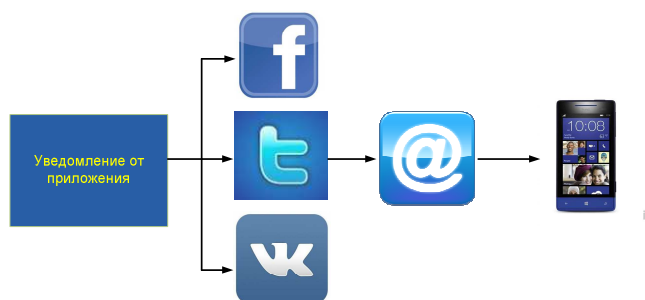


Рис. 2. Схема механизма уведомлений

Предполагается следующий механизм работы этой системы. Если от приложения поступает уведомление (либо по наступлении срока, либо заранее) и пользователь никак на него не реагирует (забыл по какой-либо причине), то приложение отправит пользователю напоминание в социальную сеть (так как возможно, внимание пользователя сфокусировано там). Если и после этого от пользователя никакой реакции не поступит, то далее напоминание отправляется на электронную почту, а после чего в виде СМС-уведомления на телефон. Что касается почты и СМС-уведомлений, то это зависит не от приложения, а от того, как настроены социальная сеть, почта и телефон пользователя.

Непрочитанные сообщения в социальной сети могут отправляться на почту, а непрочитанные сообщения почты – на телефон.

На данный момент разрабатывается приложение под Windows 8.1. Необходимо также упомянуть, что под приложением подразумевается не старый вариант десктопных приложений, а именно те приложения, которые появились со времен выхода Windows 8 [1], работающие на платформе Metro и имеющие плиточный интерфейс. Подобные приложения сейчас активно используются как на компьютерах и планшетах, так и на мобильных устройствах. И можно прогнозировать тенденцию увеличения их популярности.

В качестве облачной системы на данный момент (на начальном этапе) используется OneDrive (который раньше назывался SkyDrive), и в качестве социальной сети, с которой будет происходить интеграция – Facebook. Разработка ведется в среде Microsoft Visual Studio 2013.

Список всех дел и мероприятий удобнее всего хранить в виде взаимосвязанных таблиц базы данных. В качестве среды для разработки и тестирования базы данных использовалась SQLite Expert [2].

Разработка ведется на связке языков программирования XAML/C#, где XAML – язык, отвечающий за внешний вид и интерфейс приложения, а бизнес-логика проекта пишется на C#. Для взаимодействия с облачным сервисом OneDrive также необходим набор специальных библиотек, который называется LiveSDK, скачать его можно на официальном сайте Microsoft [3]. Аналогично для интеграции приложения в Facebook требуется набор библиотек, который можно скачать с официального сайта Facebook из раздела «Разработчику».

В итоге был разработан прототип приложения, интерфейс которого представлен на рис. 3.



Рис. 3. Одна из страниц приложения (создание расписания учебных занятий)

Здесь показано то, как пользователь (например, студент или преподаватель) может создавать свое личное расписание учебных занятий).

На данный момент закончена разработка категории «Образование». Также ведется интеграция с Facebook. На очереди – разработка оставшихся категорий и интеграция с остальными сетями и облачными сервисами.

### **Библиографический список**

1. Пугачев С., Шериев А., Кичинский К. Разработка приложений для Windows 8 на языке C#. – СПб., 2013 – 413 с.

2. SQLite Expert: The expert way to SQLite [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sqliteexpert.com/download.html> (дата обращения: 31.10.2014).

3. Downloading the Windows Live SDK [Электронный ресурс]. – URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-RU/library/ff750442.aspx> (дата обращения: 31.10.2014).



## О ВОЗМОЖНОСТИ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ОСОБЕННЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖЕНИЯ

**Канд. физ.-мат. наук, доцент В.Л. Дмитриев**  
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного  
университета, г. Стерлитамак

Работа является продолжением исследования, посвященного модифицированному LSB-методу, предложенному автором в более ранних работах для скрытия информации в растровых изображениях. Рассмотрена возможность использования серий последовательностей особенных точек файла-контейнера для скрытой передачи информации. При этом достигается повышенная емкость контейнера, а возможность комбинировать очередность записи скрываемого сообщения в различные последовательности точек вносит существенно меньшие искажения в статистику распределения младших бит.

**Ключевые слова:** стеганография; скрытая передача информации; младшие биты.

## ABOUT THE POSSIBILITY OF HIDDEN DATA TRANSMISSION ON THE BASIS OF SPECIAL POINTS IN THE IMAGE

**Ph.D. in Physico-Mathematical Sciences,**  
**Associate Professor V.L. Dmitriev**  
Sterlitamak Branch of the Bashkir State University, Sterlitamak

Work is a continuation of the study on the modified LSB method proposed by the author in earlier work to hide the information in a bitmap image. Demonstrated the ability to use a series of special sequences of points of a container file for secure data transmission. This provides increased capacity of the container, and the ability to combine the sequence entries hidden messages in different sequence introduces minimal distortion in distribution statistics low-order bit.

**Keywords:** steganography; hidden information transfer; low bits.

Методы внедрения конфиденциальной информации в различные типы данных на основе стеганографии сегодня реализованы в достаточно широком спектре специального программного обеспечения как прикладного, так и целевого назначения [1–7].

Самым распространенным на сегодня методом стеганографического скрытия является LSB. Однако применяемые компьютерные методы стегоанализа смогут определить наличие встроенного сообщения. Один из таких методов предложен в работе [6]. Поэтому в ряде работ предлагаются варианты LSB-методов, более устойчивых

к стегоанализу. Таковыми являются, например, методы, учитывающие статистику младших бит изображения [3–5].

В данной работе для скрытия сообщений используется метод, предложенный автором в работах [3, 4] применительно к файлам формата BMP (в качестве контейнера рассматривается 24-битовое растровое изображение в системе цветности RGB) и использующий распределение в изображении некоторых особенных точек, точнее, точек, для которых отсутствуют близкие им оттенки в исходном изображении. Поэтому такой метод можно назвать еще методом отсутствующих бит. С точки зрения стеганографии файлы формата BMP более выгодны, так как позволяют скрывать сравнительно большие объемы информации. Кроме того, при работе с форматами файлов, использующих сжатие с потерями, такими как JPEG, обычно все равно выполняют преобразование потока данных JPEG в поток данных BMP [7].

Суть предлагаемого автором метода заключается в следующем.

На первом этапе проводится анализ файла-контейнера на наличие точек, удовлетворяющих следующему условию: во всем изображении два оттенка цвета точек (например, синий (B) и зеленый (G)) совпадают, а третий оттенок (обозначим его числовое значение через X) таков, что во всем изображении нет точек, для которых значение этого оттенка равно  $X+1$ ,  $X-1$ , и  $X-2$ . Среди всех найденных таким образом точек выбирается последовательность точек, имеющая максимальную длину. Такая последовательность и используется для хранения скрытого сообщения.

На втором этапе к значению X третьего оттенка точек последовательности прибавляется соответствующее значение из двоичного представления скрываемого сообщения (первая точка из найденной последовательности должна быть оставлена без изменений). При этом первые три байта сообщения содержат информацию о длине сообщения. Восстановление сообщения основывается на поиске во всем изображении точек, два оттенка цвета которых совпадают, а третий оттенок таков, что во всем изображении нет точек, для которых значение этого оттенка равно  $X-1$  или  $X-2$ .

Для понимания сути метода предположим, что есть изображение из точек, у которых два оттенка (например, G и B) совпадают, а значения по R-каналу равны: 4, 4, 6, 7, 8, 9, 4, 51, 53, 51, 51, 51, 13, 35, 51, 51, 37, 51. На рис. 1 показано, каковы особенные точки, как выбирается последовательность, как помещается сообщение 01101 и как

затем это сообщение извлекается. При таком способе скрываются информация максимальный ее объем, который может быть размещен в файле-контейнере, целиком зависит от файла изображения: какое-то изображение позволит сохранить больше информации – какое-то меньше (или вообще не позволит). Кроме того, само расположение скрытого сообщения в файле-контейнере будет также зависеть от конкретного изображения.

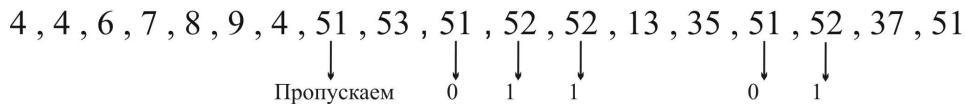
Исходная последовательность R-оттенков:

4, 4, 6, 7, 8, 9, 4, 51, 53, 51, 51, 51, 13, 35, 51, 51, 37, 51

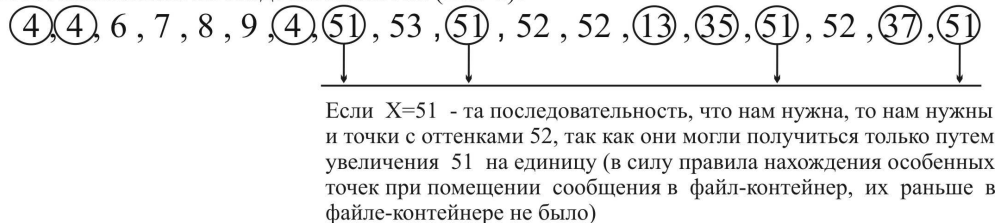
Особенные точки:



Помещаем сообщение 01101 (первую точку не меняем):



Восстановление последовательности (шаг 1):



Восстановление последовательности (шаг 2):

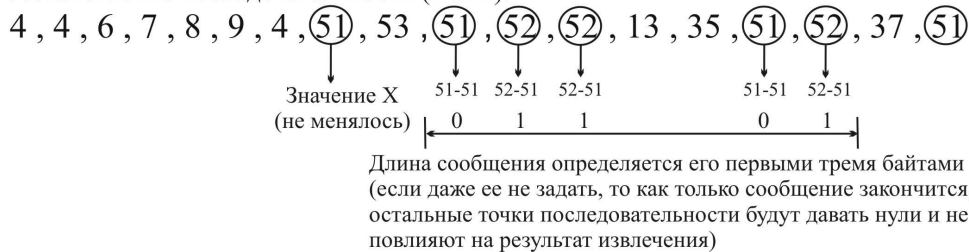


Рис. 1. Пояснение (предлагаемого автором) метода отсутствующих бит

В отличие от предыдущих работ автора [3, 4] в данной работе рассматривается возможность использования серий последовательностей особенных точек для передачи секретного сообщения. Использование серии последовательностей позволяет не только существенно увеличить емкость контейнера. Это также дает возможность комбинировать последовательность записи скрываемого сообщения

в соответствующие последовательности точек, что может быть использовано для дополнительной защиты передаваемого сообщения.

Использование нескольких последовательностей точек приводит, однако, к некоторым дополнительным исследованиям таких последовательностей. Так, может оказаться, что часть последовательностей может перекрываться после внедрения в них сообщения. Поэтому перед операцией внедрения сообщения необходимо осуществить анализ всех предполагаемых к использованию последовательностей на предмет их возможного перекрытия после внедрения сообщения. В противном случае такое перекрытие последовательностей приведет к невозможности последующего извлечения сообщения.

На рис. 2 представлена LSB-статистика распределения младших бит некоторого изображения по R-каналу (остальные цветовые оттенки не изменялись): слева – изображение со скрытым сообщением при использовании стандартного LSB-метода, справа – изображение со скрытым сообщением на основе метода отсутствующих бит, предложенного автором. На основе представленных изображений можно сделать вывод, что модифицированный метод не вносит существенных искажений, тогда как базовый метод вносит искажения, видимые невооруженным глазом.

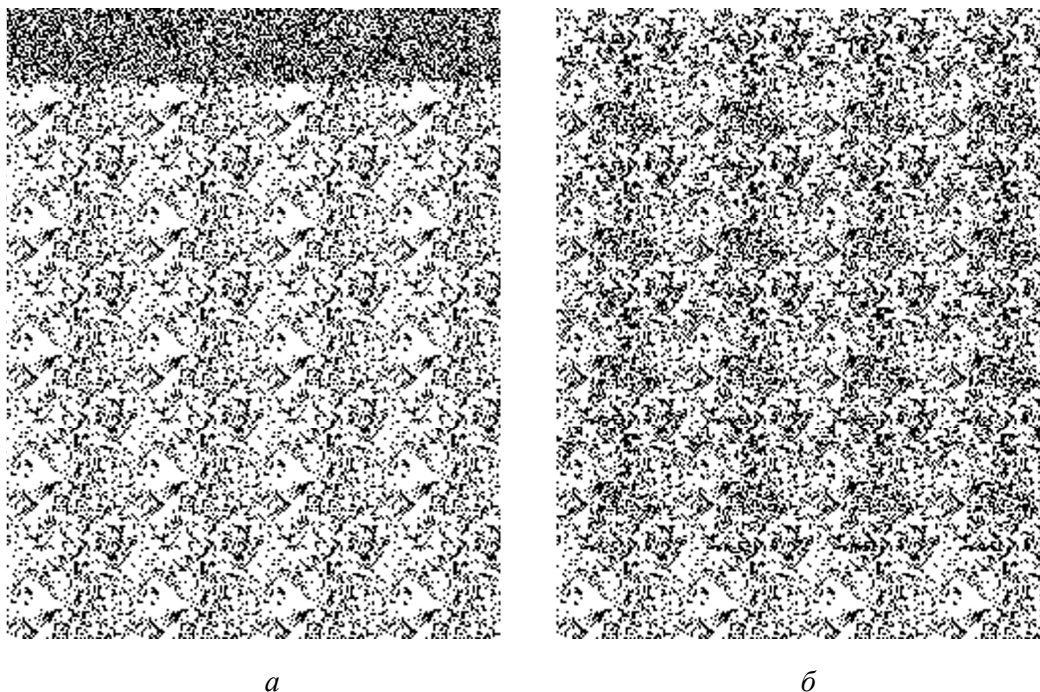


Рис. 2. LSB-статистика распределения младших бит изображения по R-каналу для случаев стандартного LSB-метода (*a*) и метода отсутствующих бит, предложенного автором (*б*)

Стоит отметить, что при использовании только одной последовательности точек (максимальной длины), как на рис. 2, б, емкость контейнера для приведенного изображения с использованием модифицированного LSB-метода по одному каналу (R) составит 1473 символа. Если же использовать все пригодные последовательности, то, с одной стороны, можно существенно увеличить емкость контейнера: для рассматриваемого изображения по R-каналу она составит уже 9928 символов. С другой стороны, для нескольких последовательностей можно задавать правила и порядок их использования, что позволит повысить степень защиты сообщения.

Предложенный метод отсутствующих бит можно использовать и для G- и B-каналов, что также позволит увеличить емкость контейнера. Кроме того, предлагаемый в работе метод предоставляет возможность искусственного создания последовательностей точек, отвечающих требованиям метода.

### **Библиографический список**

1. Быков С.Ф., Мотуз О.В. Основы стегоанализа // Защита информации. – 2000. – № 3. – С. 38–41.
2. Дмитриев В.Л. Использование серий последовательностей особенных точек изображения для скрытой передачи информации // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сборник науч. тр. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: Университетская книга, 2014. – Т.1. – С. 191–194.
3. Дмитриев В.Л. Стеганографический способ сокрытия информации на основе последовательностей особенных точек изображения // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. – Тольятти: Изд-во Поволж. гос. ун-та сервиса, 2012. – Т.2. – № 2. – С. 8–12.
4. Дмитриев В.Л. Модификация LSB-метода на основе последовательностей особенных точек изображения // Отраслевые аспекты технических наук. – 2013. – № 12 (36). – С. 17–20.
5. Елтышева Е.Ю., Фионов А.Н. Построение стegosистемы на базе растровых изображений с учетом статистики младших бит // Вестник СибГУТИ. – 2009. – № 1. – С. 67–84.
6. Жилкин М.Ю. Стегоанализ графических данных на основе методов сжатия // Вестник СибГУТИ. – 2008. – № 2. – С. 62–66.
7. Кувшинов С.С. Методы и алгоритмы сокрытия больших объемов данных на основе стеганографии: дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2010.

## ПАКЕТНАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

**Магистрант Я.В. Жуковский**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

Работа посвящена пакетной передаче информации, а именно амплитудному уплотнению сигналов. Оно позволяет передавать несколько сигналов с помощью одного, что значительно ускоряет процесс, а также дает дополнительную защиту при попытке перехвата. В работе рассмотрено специальное преобразование, благодаря которому устраняется главная проблема амплитудного уплотнения – большая амплитуда передаваемого сигнала.

**Ключевые слова:** пакет; передача информации; амплитуда; уплотнение; защита; преобразование.

## PACKET INFORMATION TRANSMISSION

**Master student Ya.V. Zhukouski**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

Abstract: the work deals with packet transmission of information, namely the amplitude signal compaction. It allows you to transfer multiple signals using a single, which greatly speeds up the process and gives you extra protection when attempt interception. Also in the work reviewed by a special transformation, whereby is eliminated the main problem of the amplitude seal – large amplitude of the transmitted signal.

**Keywords:** packet; data transmission; amplitude; compaction; protection; conversion.

Из-за того, что современный мир перешел на новый уровень скорости передачи информации, непрерывно продолжается разработка все новых способов ускорения этого процесса. Один из них – пакетная передача информации.

Существуют разные способы создания пакетов. Ниже речь пойдет об одном из них – амплитудном уплотнении информации (идея Чердынцева Валерия Аркадиевича).

Суть этого способа заключается в суммировании нескольких сигналов по специальному алгоритму. Каждый сигнал перед объединением с остальными умножается на два в соответствующей степени: 1, 2, 4, 8, 16...

Таким образом, амплитуда каждого последующего сигнала превышает суммарную амплитуду всех предыдущих сигналов. В итоге получается один единственный сигнал, который необходи-

мо передать. На рисунке изображена реализация амплитудного уплотнения в среде MatLab:

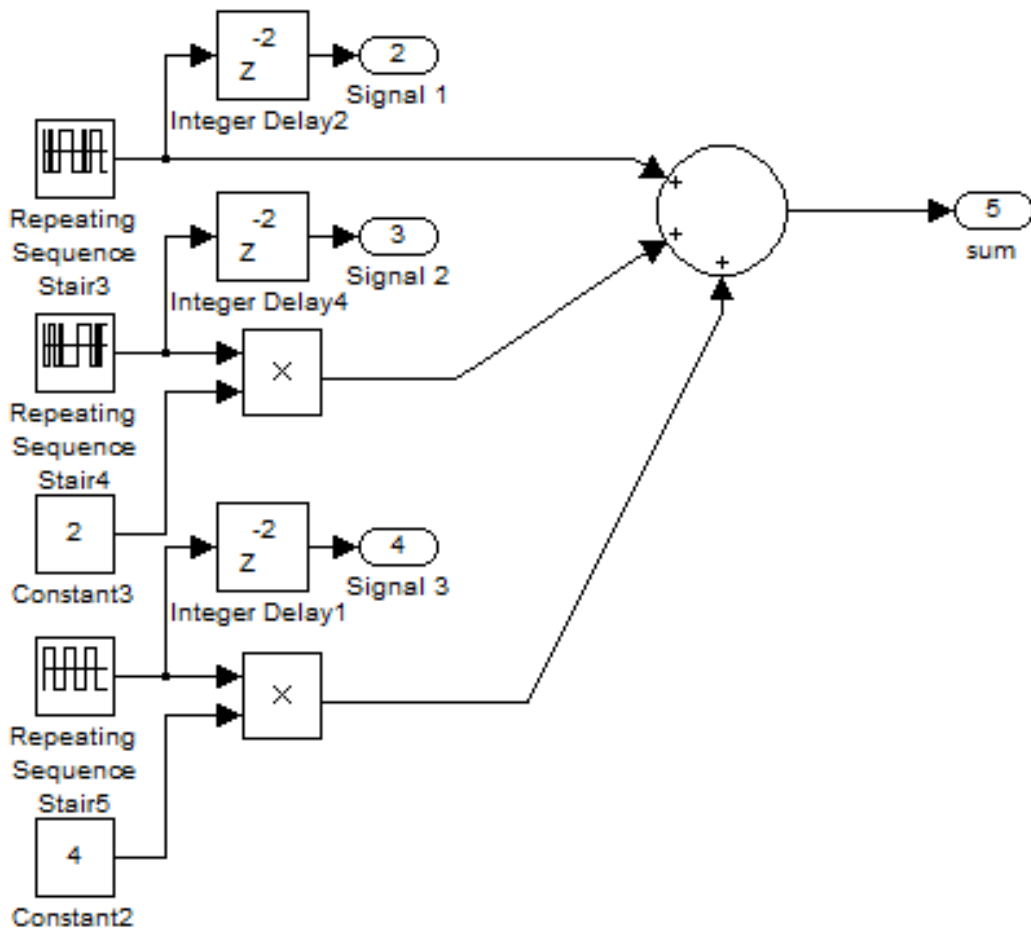


Рис. Реализация амплитудного уплотнения в MatLab

Что касается восстановления изначальных сигналов на приемной стороне, то тут все просто. Зная количество передаваемых сигналов можно поочередно извлекать их из общего сигнала, шаг за шагом уменьшая его амплитуду.

Нетрудно заметить, что у амплитудного уплотнения есть один значительный недостаток, а именно огромная амплитуда, но этот недостаток легко можно исправить благодаря специальному преобразованию.

Оно состоит из нескольких шагов:

1. Определяем знак передаваемого информационного символа. Если «+», то первым числом будет «0», если «-», то «1».
2. Далее необходимо модуль передаваемого информационного символа перевести в двоичный код.

3. И наконец, каждую последующую пару цифр переводим обратно в десятичную систему счисления.

Например:  $7 \rightarrow 0111 \rightarrow 13$

Очевидно, что, используя это преобразование, происходят потери в скорости передачи, но при этом повышается уровень криптозащиты, помехоустойчивости и скрытности сигнала, особенно если использовать для передачи информации QPSK. Все это делает описанный способ передачи информации весьма привлекательным для использования.

### **Библиографический список**

1. Адаменко М.В. Основы классической криптологии: секреты шифров и кодов: учеб. пособие. – М., 2012. – 256 с.
2. Чердынцев В.А. Радиотехнические системы: учеб. пособие для вузов. – Минск: Вышшая школа, 1998. – 369 с.



# ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Студент А.С. Иванов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

В статье описываются технология виртуальной реальности, ее перспективы и сферы применения. Перечислены актуальные на сегодня разработки в этой сфере, а также прототипы и будущие концепции.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность; сферы; разработка.

## VIRUAL REALITY AND ITS PERSPECTIVES

Student A.S. Ivanov

South-Ural State University, Chelyabinsk

**Abstract:** This article describes the technology of virtual reality, its prospects and scope. Lists the current development in this field, as well as prototypes and future concepts.

**Keywords:** Virtual reality; scope; development.

Сегодня мы живем в цифровом веке. Наблюдаются активное развитие науки, а также создание технологий, которые облегчают жизнь человека. Одной из таких технологий является виртуальная реальность или VR. Эта технология начала активно развиваться в последние годы и имеет огромные перспективы.

Есть несколько методов виртуальной реальности. Погружение с помощью звука, изображения, управления и тактильных ощущений. Именно эти методы развиваются в последние годы. Наиболее популярные разработки на сегодняшний день: Oculus Rift, Google Glass, Virtuix Omni, Dexmo F2. Разберем каждый из них подробнее.

Oculus Rift (рис. 1) и Google Glass (рис. 2) являются популярными устройствами VR, воздействующими на зрительный образ.



Рис. 1. Oculus Rift



Рис. 2. Google Glass

Уже сейчас некоторые используют эти устройства для облегчения некоторых задач. Так, Google Glass используют некоторые хирурги, чтобы видеть фактически «перед глазами» состояние пациента и при этом снимают происходящее для совещания с коллегами или для других целей. Oculus Rift используют дизайнеры для создания своих работ и просмотра их в 3D, это устройство также используют в качестве авиа- или автосимулятора, что позволяет «ощутить» себя на дороге.

Если Oculus Rift позволяла «увидеть», то Virtuix Omni (рис. 3) позволяет передвигаться по виртуальному миру. Разработчики советуют использовать два этих устройства в связке.



Рис. 3. Virtuix Omni

Virtuix Omni представляет из себя платформу, и специальные скользящие кроссовки для передвижения по платформе. Virtuix Omni создавалось как игровое устройство, но возможны другие способы применения его. Так, с помощью Oculus Rift и Virtuix Omni вы можете прогуляться по парку или лесу. Эту технологию можно использовать в качестве реабилитационной программы, так как человек сможет наблюдать красивый пейзаж, слушать звуки природы и прогуливаться по дорожке, ведущий в лес. Также в НАСА использовали эту технологию для прогулки по Марсу.

Dexmo F2 (рис. 4) является перчаткой, созданной компанией Dextra Robotics. Она работает таким образом, что при прикосновении к какому-то объекту вы испытываете сопротивление, т.е. вы можете прикоснуться к виртуальному объекту и почувствовать его. Если довести эту технологию до совершенства, то человек сможет управлять чем-либо на расстоянии. Так, хирург сможет проводить операцию

у себя дома, строители и дизайнеры разрабатывать здания. Используя эту технологию, можно управлять роботами и т.д.

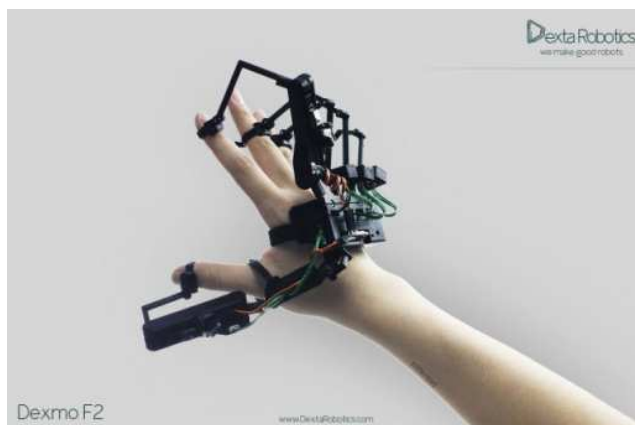


Рис. 4. Dexmo F2

Ученые и разработчики обсуждают совершенно новый и действительно очень значимый метод виртуальной реальности – подключение к нервной системе человека. В данный момент существуют альфа-прототипы, которые не работают должным образом и очень дорогие. Но ведутся разные разработки в этом направлении, и в ближайшее время мы сможем получить потребительскую версию этой технологии. Такая технология может подарить человеку то, чего у него не было с рождения. Так, например, слепые люди смогут увидеть. Человек сможет диагностировать свой организм и т.д.

Технология виртуальной реальности – важная ступень науки. Она поможет человеку с решением множества проблем. Я, несомненно, считаю, что за этой технологией будущее. И уже в ближайшем будущем мы сможем посмотреть, что нам принесет эта технология.

### **Библиографический список**

1. Oculus Rift. Oculus VR, LLC. Is based in Irvine [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.oculus.com>
2. Virtuix Omni [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.virtuix.com/>
3. Dexmo F2 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dextarobotics.com/products/Dexmo/>
4. Google Glass [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.com/glass/start/what-it-does/>

# СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СУРДОПЕРЕВОДА

**Аспирант А.Н. Козлов**

Новосибирский государственный  
технический университет

Представлен сравнительный анализ характеристик аппаратных и программных средств, которые могут быть использованы в задачах распознавания жестовой речи. Были рассмотрены популярные виды устройств, которые применяются в области распознавания. Рассмотрены некоторые наиболее успешные инструменты для работы с этими данными, такие как Knime, Weka, R-Studio, способы обработки видеопотока, а также упомянуты методы и алгоритмы, такие как HMM, ANN, SVM и другие, которые используются при решении задач машинного обучения и работе с Big Data.

**Ключевые слова:** распознавание жестов; аппаратные и программные средства; задачи классификации; машинное обучение; большие данные; компьютерное зрение; человекокомпьютерное взаимодействие.

## DEVELOPMENT TOOLS OF SIGN LANGUAGE RECOGNITION

**Graduate student A.N. Kozlov**

Novosibirsk State Technical University

In the paper a comparative analysis of the characteristics of hardware and software that can be used in pattern recognition of sign language has been presented. The most popular kinds of devices which are used in the field of pattern recognition has been considered, as well as detail the most popular has been described. Some of the most successful tools for working with the data, the methods of processing the video stream, and also mention the methods like HMM, SVM, ANN, etc. that are used in the solutions of the problems of machine learning and working with Big Data has been considered.

**Keywords:** gesture recognition; hardware and software; statistical classification; machine learning; Big Data; computer vision; human-computer interaction.

Сейчас в мире примерно 10 % населения любой страны мира составляют лица с ограниченными возможностями здоровья по слуху. Большинство из них в повседневной жизни использует разговорный жестовый язык. Однако остро стоит проблема физической нехватки сурдопереводчиков для обеспечения библингвистических потребностей глухих людей по всей области их жизнедеятельности. Поэтому во всем мире активно проводятся исследования в области создания систем компьютерного сурдопереводчика. Так, например, такие

компаниям, как Google, Microsoft и Intel, имеют отдельные лаборатории, где ведутся исследования в этой области.

Основная проблема распознавания жестовой речи состоит в том, что недостаточно распознавать отдельные жесты, как, например, при распознавании жестов в человекокомпьютерном взаимодействии. Необходимо распознавать непрерывную жестовую речь, ее смысл.

**1. Постановка задачи.** Перед тем как приступить к созданию архитектуры будущей системы, стоит узнать, с чем в настоящее время мы можем работать, какие программные и аппаратные средства имеются. В статье представлен сравнительный анализ и краткая характеристика имеющихся перспективных аппаратных средств, а также основные подходы, которые используются для решения данной проблемы.

**2. Аппаратные средства.** Все устройства, которые используются для распознавания жестов, делятся на две группы: устройства, основанные на видеоданных, и устройства, использующие данные ускорения.

Первая группа устройств – это различного вида камеры, уровень распознавания которых зависит от их характеристик (разрешение сенсора, угол обзора и частота кадров). Но лучший результат дают системы, которые помимо RGB-сенсора имеют IR Depth-сенсор (сенсор глубины), который применяется для распознавания жестов на небольшом расстоянии. Одним из примеров удачного технического решения является камера от компании Creative, которую сложно назвать просто камерой. Скорее, это набор сенсоров. Она содержит два микрофона, позволяющих значительно улучшить качество распознавания речи, встроенную RGB и инфракрасные камеры [1].

Другой хороший пример – бесконтактный контроллер Kinect, разработанный фирмой Microsoft. Данное устройство имеет RGB-сенсор, инфракрасный излучатель и ИК-сенсор. Оба устройства имеют свои отличительные особенности, поэтому трудно сказать, какое из них может больше подходить для распознавания жестов. Так, например, Kinect применяется на дистанции от 1,8 до 3 м, когда камера от Creative работает от 15 см до 1 м. Другим различием является то, что Creative больше подходит для распознавания жестов, идентификации и трекинга объектов, рук, лица, их синтеза, распознавания голоса, в то время как функционал Kinect направлен на идентификацию и распознавание жестов и тела человека, чтобы выделять его в окружающей среде дома [1, 2].

Еще одно устройство, которое относится к этой категории, но не является камерой, – это Leap Motion. Это небольшое устройство размером с 3G-модем несет в себе Monochromatic IR cameras – 2 шт и Infrared LEDs – 3 шт. Leap Motion отслеживает все 10 пальцев с точностью до 1/100 мм. Устройство имеет угол обзора в 150 град и ось Z для определения высоты [3]. Leap Motion появился на рынке позднее Kinect и Creative, но уже успел заинтересовать своими возможностями. Так, например, компании Asus и HP уже стали использовать его в своих ноутбуках [4].

Все три устройства (Kinect, Creative и Leap Motion) и их сенсоры изображены на рис. 1.



Рис. 1. Microsoft Kinect, Creative Interactive Gesture Camera, Leap Motion

Вторая группа устройств основана на использовании данных акселерометра, гироскопа и магнитометра. В основном данные устройства используются только для человекокомпьютерного взаимодействия. Например, игровая консоль Nintendo Wii, которая использует беспроводные контроллеры Wii Remote и Wii MotionPlus для отслеживания движений рук, и приставка PlayStation 3 с ее PlayStation Move. Данные устройства не способны различить движение кистей и пальцев, поэтому их рассматривать не будем.

В настоящее время на рынке не существует систем, которые, получая данные акселерометра и гироскопа, могли бы использоваться для сурдоперевода. Пока что это всего лишь прототипы, например кольца, перчатки с набором датчиков.

Устройство, которое должно решить проблему, – это браслет MYO компании Thalmic Labs. Он появится в продаже уже во второй половине 2014 г. Браслет содержит в себе 3-осевой акселерометр, 3-осевой гироскоп, а также 3-осевой магнетометр, но основной

особенностью устройства является наличие специального датчика, который получает информацию, считывая электрические импульсы в мышцах двигающейся руки. По словам Thalmic Labs, гаджет способен улавливать движение «каждого отдельного пальца», а также «небольшие движения руки в любом направлении». Гаджет запрограммирован на игнорирование случайных движений пользователя и предупреждает владельца при помощи тактильной обратной связи, если он активен и выполнил какую-либо команду [5].

**3. Программные средства.** Данные со всех вышеописанных устройств на выходе различны. Так, для устройств, которые основаны на потоке видеоданных, – это набор статичных изображений, которые сменяют друг друга с определенной частотой. Для устройств, которые работают с акселерометром и гироскопом, – это набор координат X, Y, Z. С данными акселерометра можно работать сразу, но видеок cadры необходимо преобразовать, а именно необходимо извлечь у объекта наблюдения элементарные составляющие. Самый простой способ выделить объект – это цвет. Для описания цвета используются 2 пространства: линейное и нелинейное. К линейным относится RGB (Red, Green, Blue – цветовая модель, описывающая способ синтеза цвета для цветовоспроизведения), а к нелинейным – HSV (Hue – тон, Saturation – насыщенность, Value – интенсивность).

Чаще всего для работы с изображениями используются библиотеки OpenCV (Open Source Computer Vision) – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Реализована на C/C++ [6]. Помимо этой библиотеки имеются Intel Perceptual Computing SDK и Kinect SDK, которые позволяют работать с видеопотоком как и на низком (OpenCV) так и на высоком уровне (используя готовые алгоритмы распознавания жестов, положения рук, лица, голоса).

После получения выделенного объекта или набора данных ускорения стоит решить задачу определения жеста. Данная задача является задачей классификации, и на сегодняшний день есть огромное количество методов и алгоритмов машинного обучения для ее решения. Так, например, байесовские сети, искусственные нейронные сети (ANN), деревья решений, методы опорных векторов (SVM) и другие.

Для того чтобы определить, какой из методов машинного обучения будет применен для решения задачи, используют следующие инструменты: KNIME, Weka, RapidMiner, Prediction, язык R. На данный

момент это самые популярные инструменты анализа данных, с помощью которых можно проверить различные гипотезы, попробовать различные методы и алгоритмы на небольших наборах данных.

От выбранного метода будет зависеть точность решения задачи. Ключевыми можно выделить HMM, SVM и ANN алгоритмы. HMM (скрытая марковская модель) – статистическая модель, имитирующая работу процесса, похожего на марковский процесс с неизвестными параметрами. HMM является простейшей байесовской сетью доверия. Именно эта модель лежит в основе распознавания речи, также ее используют и для распознавания каких-либо образов, например, для распознавания лиц. SVM (метод опорных векторов) – набор схожих алгоритмов обучения с учителем, использующихся для задач классификации и регрессионного анализа. Суть метода – это перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости в этом пространстве. Для того чтобы разобраться в этом подходе, есть хороший пример «Коровы и волки» [7]. Простой пример SVM в среде KNIME изображен на рис. 2.

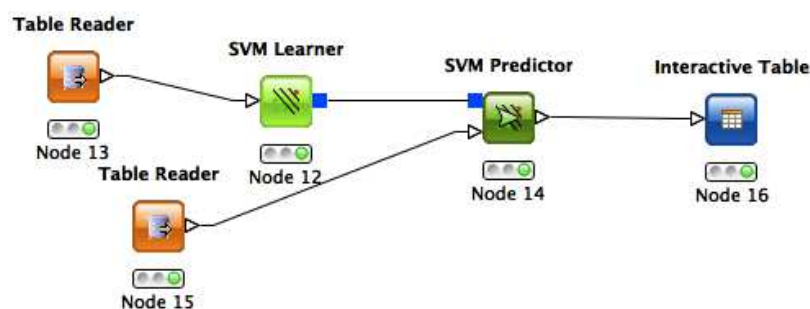


Рис. 2. Пример SVM в среде KNIME

ANN (искусственная нейронная сеть) – математическая модель, построенная по принципу биологических нейронных сетей, т.е. мозга. ANN представляет собой систему соединенных и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И тем не менее, будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи [8]. В отличие от других подходов нейронные сети могут работать с чистыми данными без каких-либо гипотез второго уровня. Это связано с тем, что НС сама формирует



гипотезы, которые могут находиться за пределами понимания. Но при использовании нейронных сетей приходится платить. Для того чтобы построить эти гипотезы, ей требуется огромное количество образцов, а ее обучение занимает очень длительное время. Так, например, чтобы обучить сеть распознавать мяч с картинки на обычном стационарном компьютере, потребуется около года.

**Заключение.** Мы рассмотрели имеющиеся на данный момент средства как аппаратные, так и программные. Пока не существует идеального решения, поэтому для более точного результата лучше использовать комбинации из этих систем. Данная проблема является не только проблемой сурдоперевода, но также и проблемой человеко-машинного взаимодействия, а с быстрым развитием техники в ближайшее время появится еще больше технологий, которые можно будет использовать.

### **Библиографический список**

1. Введение в естественно-интуитивное взаимодействие с компьютером. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10619/1103/lecture/18218> (дата обращения: 15.10.2014).
2. Kinect-новый датчик для робота? – URL: <http://robocraft.ru/blog/news/361.html> (дата обращения: 15.10.2014).
3. Leap Motion Teardown. – URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/leap-motion-teardown/the-outsidehtml> (дата обращения: 20.10.2014).
4. Leap Motion seals HP deal to embed gesture control technology. – URL: <http://www.bbc.co.uk/news/technology-22166424> (дата обращения: 20.10.2014).
5. Браслет МҮО и мир будущего. – URL: <http://www.3dnews.ru/645483> (дата обращения: 20.10.2014).
6. OpenCV. – URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/2.html> (дата обращения: 20.10.2014).
7. Why use SVM? – URL: <http://www.yaksis.com/posts/why-use-svm.html> (дата обращения: 20.10.2014).
8. Christos Stergiou, Dimitrios Siganos. NEURAL NETWORKS. – URL: [http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_96/journal/vol4/cs11/report.html](http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html) (дата обращения: 20.10.2014).

# СИСТЕМА «1С: ОБРАЗОВАНИЕ. ШКОЛА» КАК ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Аспирант К.В. Кравченко,  
д-р экон. наук, профессор Г.Н. Бояркин  
Омский государственный технический университет

Рассмотрена организация учебного процесса в школе с помощью информационных технологий на примере программного продукта «1С: Образование. Школа». Выявлены основные особенности и функциональные возможности данного прикладного средства.

**Ключевые слова:** программное решение; государственные стандарты; школа; программный продукт «1С: Образование. Школа»; образовательный процесс; учебная деятельность.

## SYSTEM "1C: EDUCATION. SCHOOL" AS A TOOL OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS

Graduate student K.V. Kravchenko,  
Doctor of Economic Sciences, Professor G.N. Bojarkin  
Omsk State Technical University

This article is devoted to the organization of the educational process in the school with information technology while using software "1C: Education. School". The basic features and functionality of this application identified.

**Keywords:** software solution; state standards; school, software "1C: Education. School"; educational process; educational activity.

В современном мире система образования переживает новый и достаточно тяжелый период. Меняются направленность и, соответственно, методы обучения. Государство разрабатывает программы и стандарты нового поколения.

Изменения затронули все ступени образования. В школах широкое распространение получают разные сервисы информационных услуг: электронные журналы, дневники, видеолекции и т.д. С применением информационных технологий организация учебного процесса становится процессом творческим. Преподаватели и ученики могут общаться друг с другом, а также с родителями с помощью средств мультимедиа.

Сегодня существует огромное количество ИТ-решений, которые предлагают коммерческие и государственные предприятия. Все эти

решения должны объединять общие протоколы и стандарты, но в своем выражении они могут быть различны. Существуют два мнения по выбору поставщика ИТ-услуг. С одной стороны, программные решения, внедряемые в школах, должны соответствовать требованиям, которые устанавливает государство. Фирма-разработчик должна иметь все необходимые лицензии, а таких фирм на данный момент в России очень мало. С другой стороны, при наличии хороших и добросовестных подрядчиков, имеющих хорошую репутацию, возможно эффективное внедрение уже существующих программных решений. Тогда каждая школа могла бы самостоятельно выбрать разработчика и прикладное средство, которое бы заинтересовало ее в полной мере. Тестирование бы осуществляла фирма-разработчик, она же брала бы на себя ответственность по обновлению и эксплуатации.

Среди распространенных средств организации учебного процесса можно выделить программный продукт «1С: Образование. Школа». Эта система программ позволяет выстроить учебный процесс с помощью цифровых образовательных ресурсов [1].

Благодаря данному решению, возможно, осуществлять поддержку разных видов учебной деятельности. Участники учебного процесса могут заниматься как в школе, так и на дому. Прикладное средство «1С: Образование. Школа» дает возможность использования материально-технического оснащения различных уровней. Также важнейшими достоинствами являются применение открытых стандартов хранения ресурсов и работа с различными браузерами. Эта программа поддерживается не только операционной системой Windows, но и менее распространенной Linux. Совместимая с Linux версия системы программ «1С: Образование. Школа» сейчас наиболее актуальна, поскольку все школы, лицеи и гимназии перешли на бесплатное программное обеспечение.

К основным функциям системы относят работу с цифровыми образовательными ресурсами, создание домашних заданий, контроль учебной деятельности, общение в режиме онлайн и оффлайн, разработку учебных материалов и т.д. Программа «1С: Образование. Школа» позволяет вести статистику успеваемости, а также осуществлять автоматическую проверку заданий.

В состав платформы «1С: Образование» входят два основных модуля: Администратор и Навигатор [2]. С помощью модуля Администратор можно организовать безопасный вход пользователей

в систему, разграничение ролей. Модуль Навигатор предназначен для того, чтобы обеспечить учителю полноценную работу с существующими материалами, добавление собственных лекций, курсов и тестов. Модуль Навигатор позволяет назначить занятия учащимся, отследить проведение уроков и посещаемость в реальном времени. Данное прикладное средство обладает большим набором учебных материалов по школьным предметам: математике, физике, химии, русскому языку, геометрии, истории, экономике, информатике, биологии и т.д.

Имея хорошо продуманный план проведения занятий, педагог, используя программные решения, может избавить себя от лишней рутинной работы и сделать процесс обучения более интересным и увлекательным. Одним из таких программных решений является «1С: Образование. Школа». При правильном подходе применение подобных инструментов в школах будет повышать качество учебного процесса и открывать новые возможности для учащихся.

### **Библиографический список**

1. Система программ «1С: Образование» [Электронный ресурс]. – URL: <http://edu.1c.ru/platform/#e4school2-uchmat>
2. Инструмент «1С: Образование. Школа» [Электронный ресурс]. – URL: [http://garant1c.ru/1c\\_80obuch.html](http://garant1c.ru/1c_80obuch.html)

# АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НАХОЖДЕНИЯ ТОЧНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ

Аспирант М.А. Куприяшин,  
д-р техн. наук, профессор Г.И. Борзунов  
Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ», г. Москва

Алгоритмы для нахождения точного решения задачи о рюкзаке в общем случае относятся к экспоненциальному классу временной сложности. От выбора алгоритма решения задачи о рюкзаке зависит возможность адекватной оценки стойкости основанных на ней шифрсистем. В данной работе рассматриваются известные алгоритмы нахождения точного решения задачи о рюкзаке, обсуждаются асимптотические оценки их сложности по времени и по памяти, а также возможности их параллельной реализации.

**Ключевые слова:** задача о рюкзаке; алгоритмы нахождения точного решения; параллельные вычисления.

## ANALYSIS AND COMPARISON OF EXACT ALGORITHMS FOR THE KNAPSACK PROBLEM

Graduate student M.A. Kupriyashin,  
Doctor of Technical Sciences, Professor G.I. Borzunov  
National Research Nuclear University "MEPhI"; Moscow

Exact algorithms for the knapsack problem are exponential in general case. The ability to obtain an adequate evaluation of resistance of knapsack-based cryptosystems to straightforward analysis depends on the choice of a particular algorithm for the knapsack problem. This paper considers some of the well-known exact algorithms for the knapsack problem in terms of their time and spatial complexity, as well as the possibility of parallel implementation.

**Keywords:** knapsack problem; exact algorithms; parallel computing.

Задача о рюкзаке относится к задачам комбинаторной оптимизации, является NP-полной: алгоритмы для нахождения точного решения задачи о рюкзаке в общем случае относятся к экспоненциальному классу временной сложности  $[0, 2]$ . Пусть задан вектор  $(a_1; \dots; a_n)$ , где  $(a_i)$  – натуральные числа, назовем его рюкзачным вектором. Каждый элемент  $(a_i)$  выражает вес предмета с номером  $(i)$ . Каждый предмет может либо входить, либо не входить в состав рюкзака. Вектор  $(p_1; \dots; p_n)$ , где  $p_i \in \{0; 1\}$ , причем  $p_i = 1 \Leftrightarrow$  предмет с номером  $(i)$

входит в рюкзак, назовем укладкой рюкзака.  $\sum_{i=1}^n p_i a_i$  – вес укладки.

Значение  $(n)$  – размерность задачи. Формулировка задачи: найти укладки, вес которых в точности равен заданному значению, либо доказать, что такой укладки не существует. Будучи односторонней функцией, рюкзачное отображение представляет интерес при создании асимметричных систем шифрования [3, 4, 5 и пр.]. Поскольку изучение рюкзачных систем шифрования актуально, существует проблема выбора алгоритма решения задачи о рюкзаке. Это позволит экстраполировать приближенные к действительности оценки их практической стойкости. Большую роль среди инструментов анализа стойкости алгоритмов шифрования играют параллельные и распределенные вычисления [6]. В данной работе рассматриваются известные алгоритмы нахождения точного решения задачи о рюкзаке, обсуждаются асимптотические оценки их сложности по времени и по памяти, а также возможности параллельной реализации. Самым простым подходом к решению задачи о рюкзаке являются последовательный перебор всех возможных упаковок рюкзака и вычисления их весов. При параллельной реализации распределение вычислительной нагрузки по числу проверяемых упаковок между узлами близко к идеальному, так как множество всех возможных значений вектора укладки легко разбивать на непересекающиеся подмножества любых размеров. Это обуславливает масштабируемость и эффективность алгоритма при его распараллеливании. Ниже приводится псевдокод алгоритма:

### **Переменные**

$N$  – размерность задачи;  $a[n]$  – заданный рюкзачный вектор (упорядоченный список весов);  $w$  – заданный вес рюкзака;  $p[n]$  – текущее значение вектора укладки;  $w_0$  – вес текущей укладки;  $i$  – итератор.

### **Подготовка**

$p = \{0; \dots; 0\}$  – инициализация вектора  $p$  начальным значением.

### **Алгоритм**

ЦИКЛ

$w_0 = 0;$

ЦИКЛ ДЛЯ ВСЕХ  $(i)$  ОТ  $(1)$  ДО  $(n)$

$w_0 = w_0 + a[i] * p[i];$

КОНЕЦ ЦИКЛА ПО  $(i)$

ЕСЛИ  $(w_0 = w)$  ТО  $p$  ЕСТЬ РЕШЕНИЕ;

```

ЕСЛИ СЛЕДУЮЩАЯ_УКЛАДКА(p) ЕЩЕ НЕ ПРОВЕРЕНА
    ТО p = СЛЕДУЮЩАЯ_УКЛАДКА(p);
ИНАЧЕ
    ЗАКОНЧИТЬ РАБОТУ АЛГОРИТМА
КОНЕЦ ЦИКЛА

```

В качестве функции СЛЕДУЮЩАЯ\_УКЛАДКА можно использовать любое полноцикловое преобразование на множестве двоичных векторов размерности  $(n)$ . В частности, можно перечислять векторы в лексикографическом порядке. Временная сложность алгоритма совпадает в лучшем и худшем случаях:  $O(2^n)$ , – так как перебираются и анализируются все  $(2^n)$  варианта укладок. Сложность по памяти – достоинство алгоритма. Для его работы достаточно хранить одно значение вектора укладки, а также значение искомого веса и веса текущей укладки. Таким образом, сложность по памяти без учета хранения найденных решений постоянна и составляет  $O(n)$ .

**Алгоритм Хоровица-Сани [0]** подразумевает разбиение рюкзачного вектора на две подпоследовательности. Для каждой из них необходимо рассчитать таблицу весов всех возможных укладок. Полученные списки сортируются. Далее составляются пары значений, и их сумма сравнивается с целевым весом. Совпадения означают, что найдено решение задачи о рюкзаке. Ниже приводится псевдокод этого алгоритма:

### Переменные

$N$  – размерность задачи;  $a[n]$  – заданный рюкзачный вектор (упорядоченный список весов);  $w$  – заданный вес рюкзака;  $w\_array1; w\_array2$  – массивы кортежей (вектор укладки; вес укладки);  $p0$  – вектор текущей подукладки;  $w0$  – вес текущей подукладки;  $i, j$  – итераторы.

### Подготовка

```

ФУНКЦИЯ ПЕРЕЧИСЛИТЬ_ВЕСА(n1;n2)

```

```

p0 = {0;...;0};

```

```

ЦИКЛ

```

```

    w0 = 0;

```

```

    ЦИКЛ ДЛЯ ВСЕХ (i) ОТ (1) ДО (n)

```

```

        w0 = w0 + a[n1+i-1] * p0[i];

```

```

    КОНЕЦ ЦИКЛА ПО (i)

```

```

    ДОБАВИТЬ ПАРУ (p0;w0) В МАССИВ w_array

```

```

    ЕСЛИ СЛЕДУЮЩАЯ_УКЛАДКА(p) ЕЩЕ НЕ ПРОВЕРЕНА
      ТО p0 = СЛЕДУЮЩАЯ_УКЛАДКА(p0);
    ИНАЧЕ
      ВЕРНУТЬ w_array;
КОНЕЦ ЦИКЛА
Алгоритм
ПАРАЛЛЕЛЬНО:
    Процессор 1: w_array1 = ПЕРЕЧИСЛИТЬ_ВЕСА(1;
2n/2 - 1);
    Процессор 2: w_array2 = ПЕРЕЧИСЛИТЬ_ВЕСА(2n/2;
2n);
    Процессор 2: ПЕРЕСЛАТЬ array2 НА Процессор 1;
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО:
    СОРТИРОВАТЬ w_array1 ПО ВОЗРАСТАНИЮ w0;
    СОРТИРОВАТЬ w_array2 ПО ВОЗРАСТАНИЮ w0;
    ЦИКЛ ДЛЯ ВСЕХ (i) ОТ (1) ДО (2n/2)
      ЦИКЛ ДЛЯ ВСЕХ (j) ОТ (1) ДО (2n/2)
        ЕСЛИ ((w_array1[i]->w0 +
w_array2[j]->w0) > w)
          ТО ПРЕРВАТЬ ЦИКЛ ПО (j);
        ЕСЛИ ((w_array1[i]->w0 +
w_array2[j]->w0) = w) ТО (СЛИЯНИЕ(
w_array1[i]->p0;
w_array2[j]->p0)
) - РЕШЕНИЕ
      КОНЕЦ ЦИКЛА ПО (j)
    КОНЕЦ ЦИКЛА ПО (i)
    ЗАКОНЧИТЬ РАБОТУ АЛГОРИТМА

```

Требования к функции СЛЕДУЮЩАЯ\_УКЛАДКА те же, что и в алгоритме прямого перебора. Значительный вклад в вычислительную сложность вносит параллельное перечисление векторов укладок и соответствующих весов. Количество таких векторов составляет ( $2^{n/2}$ ) для каждого из двух процессоров. Соответственно, асимптотическая оценка сложности этого этапа по времени –  $O(2^{n/2})$ . Можно рассмотреть эвристику, которая прервет генерацию векторов, вес ко-



торых превышает заданный. Процедура сортировки выполняется полиномиально (или быстрее) и не вносит вклада в асимптотическую оценку временной сложности. Слияние списков для получения решений требует от  $(2^{n/2})$  сравнений в лучшем случае до  $(2^n)$  сравнений в худшем. Лучший случай соответствует ситуации, когда суммы элементов списков велики и сумма любых двух превосходит целевое значение веса. Худший случай, когда для всех пар сумма оказывается меньше, либо равна весу на последнем сравнении. Таким образом, асимптотическая оценка временной сложности алгоритма –  $O(2^n)$  в худшем случае и  $O(2^{n/2})$  – в лучшем. Сложность алгоритма в реальных условиях будет существенно зависеть от параметров рюкзака (в первую очередь – плотности) и величины целевого веса ( $w$ ). Сложность алгоритма по памяти очень велика: необходимо хранить каждый из рассчитанных весов подукладок. Это потребует в общей сложности  $O(2^{n/2})$  ячеек памяти. При этом не учитываются хранение найденных решений, а также потребление памяти при сортировке списков. Существует возможность параллельной реализации алгоритма. Генерация подсписков может быть реализована на большом количестве вычислительных узлов с распределением нагрузки, близким к идеальному. Далее выполняется групповая сортировка, очень требовательная к каналам связи. Сопоставление пар также можно проводить параллельно, это негативно скажется на эффективности основной эвристики алгоритма, которая останавливает слияние при превышении ( $w$ ). Тем самым эффективность алгоритма приблизится к эффективности алгоритма прямого перебора.

**Алгоритм обхода дерева решений [7]** подразумевает представление множества возможных укладок в виде графа, где каждой вершине соответствует определенная укладка, а каждому ребру – добавление одного предмета. Рассматривается граф, содержащий не весь возможный набор ребер и представляющий из себя дерево, корнем которого является укладка  $\{0; \dots; 0\}$ , а наиболее удаленная от корня вершина – укладка  $\{1; \dots; 1\}$ . Все вершины графа распределены по ярусам; номер яруса соответствует количеству единиц в записи вектора укладки. При помощи алгоритма обхода дерева в глубину, начинающего работу в корне дерева, рассчитываются веса укладок в каждой вершине.

В случае, если вес укладки в одной из вершин равен или превышает заданный вес, необходимость в проверке поддерева с корнем в этой вершине отпадает – оно заведомо не содержит решений. Следующим образом можно представить алгоритм при помощи псевдокода:

### **Переменные**

$n$  – размерность задачи;  $a[n]$ ; – заданный рюкзачный вектор (упорядоченный список весов);  $w$  – заданный вес рюкзака;  $p_0$  – вектор текущей подукладки;  $w_0$  – вес текущей подукладки;  $i$  – итератор

### **Подготовка**

ФУНКЦИЯ СЛЕДУЮЩАЯ\_ВЕРШИНА( $p_0$ )

```
// Данная функция позволяет получить вектор
укладки для следующей
// вершины, подлежащей обходу. В случае, если
используется очередь
// вершин, данная функция извлекает следующую
вершину из очереди.
```

ФУНКЦИЯ ДОБАВИТЬ\_ОКРЕСТНОСТЬ\_В\_ОКАЙМЛЕНИЕ( $p_0$ )

```
// Данная функция добавляет все вершины, яв-
ляющиеся потомками
// данной, в очередь окаймления. Это штатная
процедура для
// алгоритма обхода графа.
```

$p_0 = \{0; \dots; 0\}$  – Инициализация вектора укладки  
(корень дерева)

ДОБАВИТЬ\_ОКРЕСТНОСТЬ\_В\_ОКАЙМЛЕНИЕ( $p_0$ );

– Занесение вершин первого яруса в очередь

### **Алгоритм**

ЦИКЛ

```
ЕСЛИ НЕ СУЩЕСТВУЕТ СЛЕДУЮЩАЯ_ВЕРШИНА( $p_0$ ) ТО
КОНЕЦ АЛГОРИТМА;
```

```
 $p_0 =$  СЛЕДУЮЩАЯ_ВЕРШИНА( $p_0$ );
```

```
 $w_0 = 0$ ;
```

```
ЦИКЛ ПО ( $i$ ) ОТ (1) ДО ( $n$ )
```

```
 $w_0 = w_0 + p_0[i] * a[i]$ ;
```

```
КОНЕЦ ЦИКЛА
```

```
ЕСЛИ ( $w_0 < w$ ) ТО
```

```
ДОБАВИТЬ_ОКРЕСТНОСТЬ_В_ОКАЙМЛЕНИЕ( $p_0$ );
```

```
ЕСЛИ ( $w_0 = w$ ) ТО  $p_0$  – РЕШЕНИЕ;
```

КОНЕЦ ЦИКЛА

Отсечение ветвей позволяет сократить множество вершин, которые требуется проверить. В лучшем случае алгоритм должен проверить лишь вершины первого яруса, что соответствует асимптотической временной сложности  $O(n)$ . Такой случай возможен, если целевой вес  $w$  очень мал в сравнении с элементами. Худший случай имеет место, когда задача не имеет решений, а  $w$  – велико по сравнению с элементами рюкзака. В этом случае отсечение ветвей дает минимальный или нулевой результат, что соответствует асимптотической временной сложности  $O(2^n)$ . Сложность алгоритма по памяти меняется в зависимости от того, используется ли очередь окаймления вершин [8]. Если есть возможность генерировать укладки динамически (координаты следующей вершины можно вычислить по координатам предыдущей), то сложность по памяти составляет  $O(n)$ . Если используется стек вершин окаймления, как при обычном обходе графа в глубину, сложность по памяти возрастает до  $O(n^2)$ . Параллельная реализация обхода дерева возможна, но встречает проблему балансировки вычислительной нагрузки. Так как получаемая структура дерева имеет ветви, содержащие  $(2^k)$ ;  $k = \overline{1, (n-1)}$  вершин, разделение поддеревьев является нетривиальной задачей (см., в частности, [9]). Дополнительно использование большого количества вычислительных узлов снизит эффективность отсечения ветвей, опять же приближая эффективность алгоритма к полному перебору.

Как итог приведенного выше анализа, можно отметить, что параллельные реализации известных алгоритмов точного решения задачи о рюкзаке позволяют повысить эффективность процесса поиска решений. Однако выигрыш от применения того или иного алгоритма не очевиден и зависит от характеристик конкретного рюкзака, целевого веса рюкзака, а также от количества используемых вычислительных узлов. Вследствие этой неопределенности целесообразно провести испытание параллельных реализация вышеупомянутых алгоритмов на практике с использованием современных высокопроизводительных систем с поддержкой параллельных и распределенных вычислений.

## Библиографический список

1 Horowitz E., Sahni S. Computing partitions with applications to the knapsack problem // Journal of the ACM (JACM). – 1974. – Т. 21. – № 2. – P. 277–292.

2 Karp R.M., Reducibility Among Combinatorial Problems The IBM Research Symposia Series / под ред. R.E. Miller, J.W. Thatcher, J.D. Bohlinger. – Springer US, 1972. – P. 85–103.

3 Kate A., Goldberg I. Generalizing cryptosystems based on the subset sum problem // International Journal of Information Security – 2011. – Т. 10. – № 3. – P. 189–199.

4 Merkle R. Hellman M.E. Hiding information and signatures in trapdoor knapsacks // IEEE Transactions on Information Theory – 1978. – Т. 24. – № 5. – P. 525–530.

5 Wang B., Wu Q., Hu Y. A knapsack-based probabilistic encryption scheme // Information Sciences – 2007. – Т. 177. – № 19. – P. 3981–3994.

6 Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Сидоров И.Д. Параллельные вычисления в криптоанализе // Известия ЮФУ. Технические науки – 2012. – Т. 137. – № 12. – С. 148–157.

7 Куприяшин М.А., Борзунов Г.И. Алгоритм решения задачи о рюкзаке, основанный на обходе дерева вариантов укладки // Безопасность информационных технологий. – 2014. – № 2. – С. 45–48.

8 Макконелл Д. Анализ алгоритмов: Вводный курс. – М.: Техносфера, 2002.

9 Тимошевская Н.Е. Распараллеливание обхода дерева поиска для решения задачи о рюкзаке на кластерной системе / под ред. Р.Г. Стронгина. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2002. – С. 16–20.

## РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА РЕЗКИ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

Студенты **Е.Р. Леонов, А.С. Казанцев,**  
**канд. техн. наук, доцент Р.Т. Мурзакаев**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье описана реализация имитатора резки, отображающая список G-кодов и графические пути рабочего инструмента. Описаны функционал, инструменты приложения, алгоритм рисования, тип представления данных.

**Ключевые слова:** имитатор резки; станки с ЧПУ; листовый материал.

## CNC MACHINE CUTTING IMITATOR DEVELOPMENT

Students **E.R. Leonov, A.S. Kazantsev,**  
**Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor R.T. Murzakaev**  
Perm National Research Polytechnic University

This article looks through cutting imitator realisation which shows G-code list and graphical display of instrument ways. Functionality, application instruments, drawing algorithm and data presentation type are also described.

**Keywords:** cutting imitation; CNC machine; sheeted material

Станки с ЧПУ [1], предназначенные для резки листового металла, управляются с помощью программы, написанной на стандартизованном языке *G-code*. В процессе создания программ для станков с ЧПУ появляется проблема визуализации перемещения рабочего инструмента. В рамках проекта *ItasNesting* [2, 3, 4] была поставлена задача разработки имитатора процесса резки по управляющей программе.

**Реализация.** Для разработки имитатора был выбран язык программирования *Java* [5] ввиду своей гибкой функциональности и кросс-платформенности. Разработка велась с использованием стандартных библиотек языка – *Swing, Awt, Graphics2D*. Программа написана в виде оконного приложения. Отличие представленной программы от существующих (например, *WRYKRYYS* [6], *Lantek Expert* [7], *NestFab* [8], *Астра Раскрой* [9], *MazakSmartSystem* [10]) заключается в просмотре и возможности редактирования программы по списку G-кодов.

Сформированные карты раскроя конвертируются в массив пользовательского типа *Action*, который подается на вход имитатора. Из всей информации, содержащейся в G-коде, в *Action* записываются

только тип вырезаемой фигуры со всеми ее характеристиками и холостые ходы. У каждого объекта *Action* есть тип и атрибуты, указанные ниже.

### Типы и атрибуты типа данных Action

Тип	Атрибуты
Линия	Начальная, конечная точка
Дуга	Координаты центра дуги, радиус, начальный и конечный угол
Окружность	Координаты центра, радиус
Холостой ход	Конечная точка (куда следует двигаться головке станка)



Рис. 1. Схема алгоритма

Описание алгоритма рисования (рис. 1).

1. Разбиение входных данных на множество частей.

- Все объекты, поступившие на вход в массиве 1, разбиваются соответствующим образом на множество себе подобных, но меньших по размеру (близких к пикселю), и записывается в массив 2.

- Линия разбивается на множество отрезков, так что начало следующего отрезка является концом предыдущего, дуга аналогичным образом – на множество дуг. Окружность разбивается на две дуги по 180 град и далее разбивается как обычные дуги. Холостой ход, представленный одним атрибутом (конечная точка), разбивается следующим образом: строится линия от конца предыдущего объекта (если это первый рисуемый объект из начала координат) до конечной точки (координаты, куда дойдет головка, не выполняя резку) и в дальнейшем разбивается как обычная линия.

## 2. Создание массива, содержащего информацию о цвете.

- В массив 2 записываются линии. Линия представляется как множество объектов. В начале множества и в конце записываются объекты холостого хода с целью маркировки множеств.

- Считывается массив 2, если в нем встречается объект холостого хода, то в массив 3 (равный по размеру массиву 2) записываются единицы до тех пор, пока не встретится второй объект холостого хода. Таким образом, массив 3 представляет из себя набор из 0 и 1.

- В процессе отрисовки производится запрос в массив 3, текущий элемент отрисовывается либо черным (0), либо зеленым (1) цветом.

## 3. Имитация резки (отрисовка).

- Для постоянного обновления картинка запускается таймер, в один такт которого производится перерисовка графического поля.

- Считывается массив 2, содержащий маленькие отрезки и дуги, размером близкие к пикселю. Необходимо учитывать следующую особенность отображения на экране: при рисовании дуг центром дуг является верхний левый угол квадрата, в который бы вписывалась окружность с этим радиусом. Поэтому центр рисования дуги приходится смещать на величину радиуса вверх и влево. Конечный угол конвертируется в градусную меру дуги.

- В каждом следующем такте отрисовываются на один больше элементов массива 2, чем в предыдущем такте (сначала первый элемент, потом первый и второй, потом первый, второй и третий и т.д.).

- Головка станка изображается в виде перекрестия, которое рисуется в конце каждого такта в последней точке. Цвет головки меняется

в зависимости от происходящего действия – резка (красный) или холостой ход (зеленый). В конце каждого холостого хода ставится обозначение точки врезки.

Таким образом, происходит анимация перемещения головки станка.

**Описание работы программы.** Программа предназначена для имитации резки станка в 2D. Окно состоит из графического поля для имитации резки и управляющих органов со списком G-кодов.

При запуске окна начинается резка по заданной программе, поступившей на вход (рис. 2).

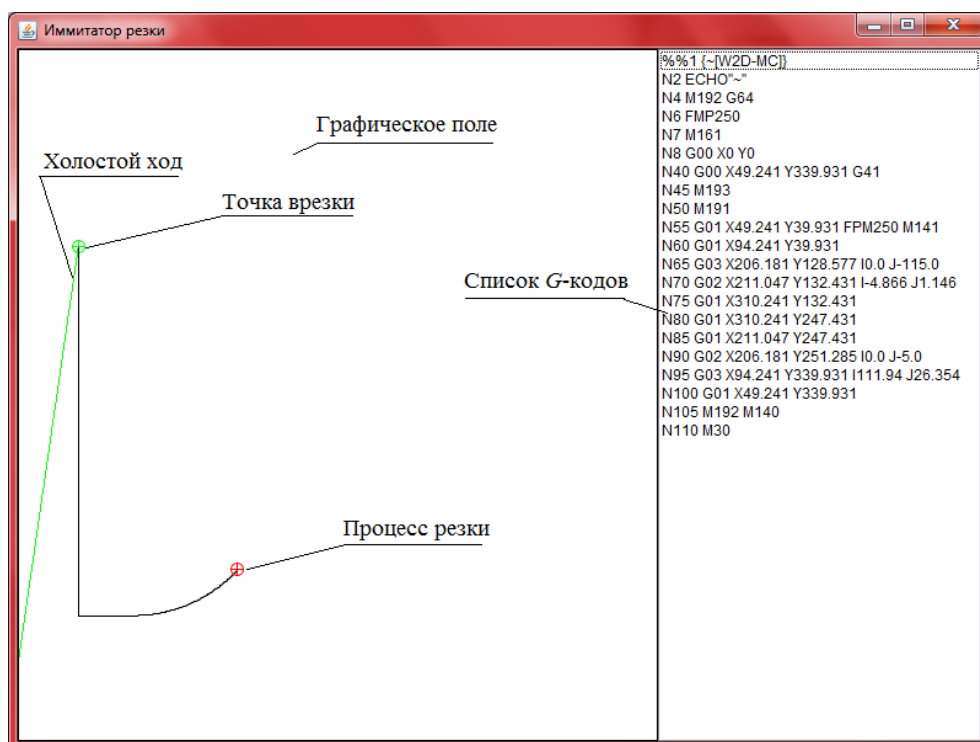


Рис. 2. Процесс резки

На рабочей области наглядно отображаются движения головки станка. Холостые ходы отображаются зеленым, линии резки черным цветом, точки входа отображаются зеленым кругом с перекрестием; курсор, обозначающий головку станка, отображается красным кругом. После того как программа закончила имитацию резки с помощью щелчка на какой-либо примитивный элемент (линии, дуги, окружности или линии холостого хода), в списке управляющей программы появляется возможность отметить команды, отвечающие за резку данного элемента на станке (рис. 3).



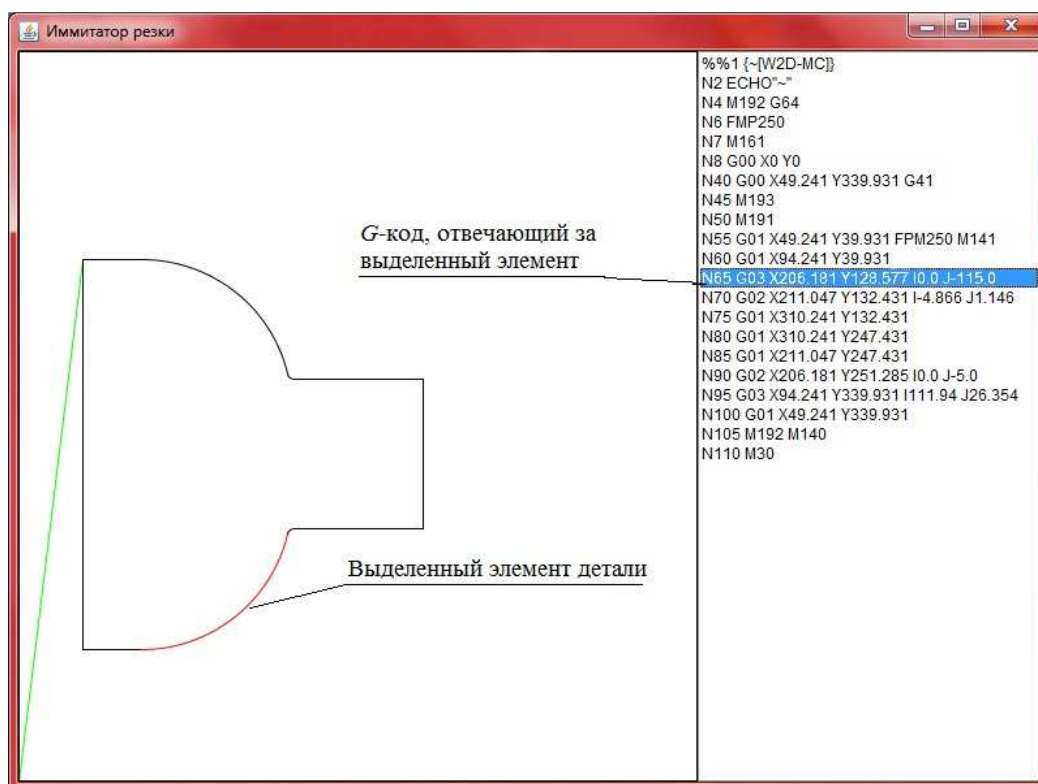


Рис. 3. Процесс выделения G-кода

### Заключение

1. Реализован модуль программы, который наглядно отображает процесс резки.
2. Использован тип данных, удобный для имитатора резки.
3. Реализовано выделение G-кодов, соответствующих выделенному элементу пути резки.

В отличие от других систем [6, 7, 8, 9, 10] реализованы просмотр и возможность редактирования списка G-кодов по выделенным графическим элементам пути резки.

### Библиографический список

1. Станки с ЧПУ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tochmeh.ru/info/chpu2.php> (дата обращения: 15.07.2014).
2. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 143–147.

3. Шилов В.С., Клементьева А.Н. Проектирование автоматизированной системы фигурного раскроя листовых материалов // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (INNOTECH 2012): материалы IV Междунар. интернет-конф. мол. учен., аспирантов, студентов, (1 нояб. 2012 г. – 31 дек. 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013.

4. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. – URL: [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_104A\\_Murzakaev.pdf\\_2043.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_104A_Murzakaev.pdf_2043.pdf)

5. Шилдт Герберт. Java. Полное руководство: пер. с англ. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2012. – 1104 с.

6. WRyKRys [Электронный ресурс]. – URL: <http://77.48.47.250/Index.aspx> (дата обращения: 15.07.2014).

7. Lantek Expert [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lanteksms.com/>

8. NestFab [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nestfab.com/> (дата обращения: 15.07.2014)

9. Астра Раскрой // Программа проектирования мебели и программа раскроя. – URL: <http://www.astrapro.ru/astranest.asp> (дата обращения: 15.07.2014).

10. MazakSmartSystem / Yamazaki Mazak [Электронный ресурс] // Официальный сайт Yamazaki Mazak. – URL: <http://www.mazak.ru/catalog/software/mazak-smart-system/> (дата обращения: 15.07.2014).

## **PRACTICE REPORT OF EARLY ACCESS ON DATA ACQUISITION VIA JEVIS 3.0**

Product Manager and R&D Coordinator  
at Envidatec GmbH, Hamburg **Nils Heinrich**  
**Student I.S. Luzyanin, Engineer O.A. Yarmonova**  
Perm National Research Polytechnic University

The present article describes the early results of JEVIS 3.0, a new generation of an open source based system software for energy monitoring applications. This paper provides an overview of usage examples and the user guide which was further developed during a system test at the Perm National Research Polytechnic University (PNRPU).

**Keywords:** energy monitoring; testing; JEVIS; JEConfig; data import; CSV file.

## **ОТЧЕТ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ СБОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ JEVIS 3.0**

**Менеджер по продукту и координатор научных исследований и разработок Нильс Хайнрих**  
Компания Envidatec GmbH, г. Гамбург  
**Студент И.С. Лузянин, инженер О.А. Ярмонова**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье представлены первые результаты тестирования JEVIS 3.0, новой версии системы энергетического мониторинга. Приводятся примеры из технической документации, разработанной в ходе проведения тестирования в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

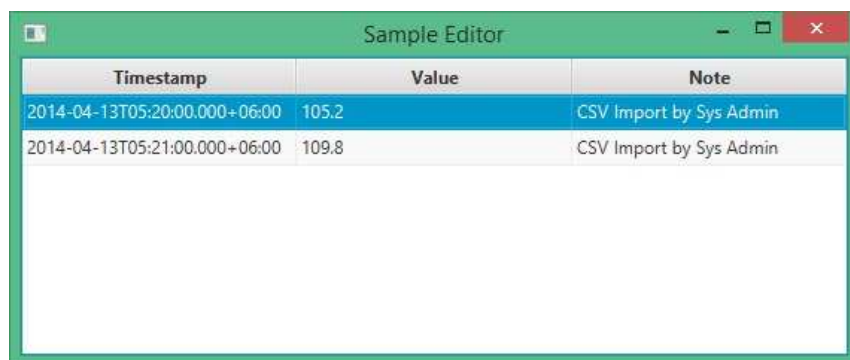
**Ключевые слова:** энергомониторинг; тестирование; JEVIS; JEConfig; импорт данных; CSV-файл.

Envidatec GmbH is an energy management company, known for the developing of the JEVIS system which is used for acquisition, storage, processing and smart visualization of energy consumption data. One of the main functionalities of JEVIS is the storage of energy data as well as meta-information in a database to provide complete transparency on energy consumption, production output data and costs. JEVIS system provides fast and intuitive view on all data by using of a variety of graphical analysis tools. In 2012, Envidatec GmbH pitched the OpenJEVIS community, a joint project for the further JEVIS developments under GNU GPL license. Currently the third version of JEVIS system is under development.

In collaboration with the PNRPU new parts of the early development results were tested by a team of engineers at the Microprocess Means of Automation Department of the PNRPU. The purpose of this software testing is to prove the mechanisms for data import functions of the JEVIS system by using the graphical configuration tool JEConfig which interacts with JEDataCollector, the back-end service for automated data read-out. For the documentation of the results and the later use of the functionalities by the OpenJEVIS community a user guide was created in parallel. The first testing phase, described in this paper, covers the following contents:

- 1) manual data import;
- 2) automated data import via FTP;
- 3) automated data import via HTTP;
- 4) user guide development;
- 5) JEVIS server stability and performance testing.

To import data files manually via JEConfig user should use a CSV import dialog window which is located in *File* menu. The CSV import dialog window consists of three sections: *File Options* dialog, *Separator Options* dialog and *Field Options* dialog. *File Options* dialog is used to choose *File* to import, choose its *Format*, choose *Character Set* and row from which to start data collection. *Separator Options* dialog is used to choose column and text separators. *Field Options* dialog is used to choose data type for each column (e.g., date and time, index, values, etc.) and decimal separator. Moreover, it is needed to select target attribute. After configuring all the parameters and file importing user can view imported data in *Sample Editor* dialog window which is shown in the figure below Fig. 1.



Timestamp	Value	Note
2014-04-13T05:20:00.000+06:00	105.2	CSV Import by Sys Admin
2014-04-13T05:21:00.000+06:00	109.8	CSV Import by Sys Admin

Fig. 1. Sample Editor dialog window

Manual data import is useful for testing and importing of CSV files which contain small amount of data. To test files with large amounts of data it was decided to use the import via FTP protocol.

FTP import system consists of three components.

1. FTP server which stores the data needed to import.
2. JEDataCollector tool which general idea is to create a multipurpose tool for automatic data fetching from data source equipment that is capable of any web-based protocol. What is more, JEDataCollector tool passes the fetched data to the database Fig. 2 [1].

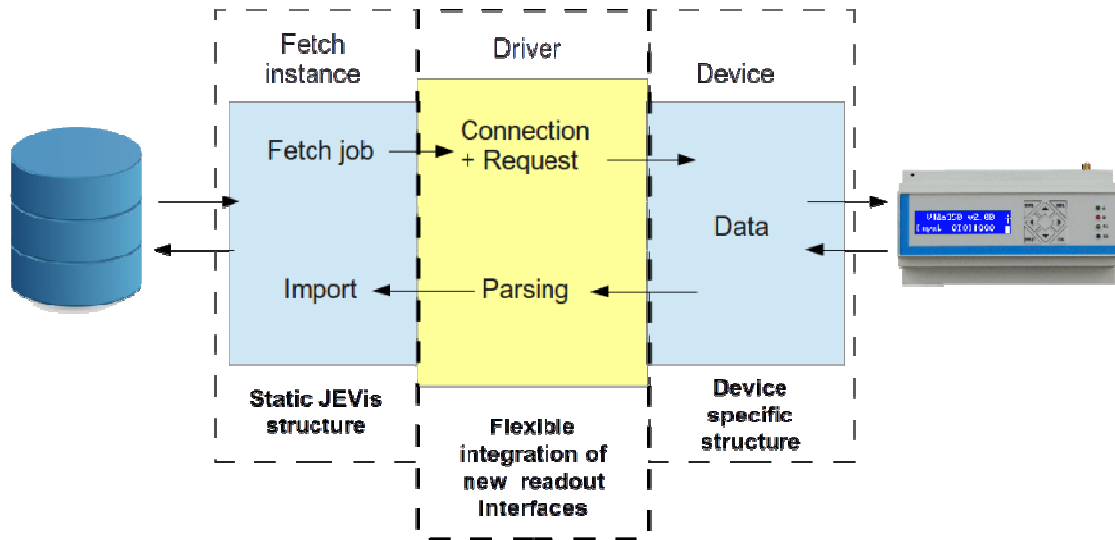


Fig. 2. JEDataCollector

The JEDataCollector can read out data from devices that is reachable via TCP/IP [1]. Different data protocols and several data formats are supported. If additional protocols or data formats are needed to connect new devices user can add them since the tool is designed in a plug-in structure where new drivers can be integrated as a plug-in without touching the stable main structure of JEDataCollector tool. When creating a data structure in the JEVIS system, every device is specified by its driver.

3. JEVIS server which stores imported data.

To import data files automatically via FTP user should configure the FTP import using JEConfig tool. First step is to create a structure which is shown in Fig. 3.

This structure includes a *Data Directory* and an *Equipment Directory*. The *Data Directory* contains *Data Objects* which store the imported data. The *Equipment Directory* contains *Equipment* used for data importing. In this directory it is necessary to create a data server object which emulates a real controller. Inside of the data server object user should create a CSV parser object, *Data Point Directory* and FTP object.

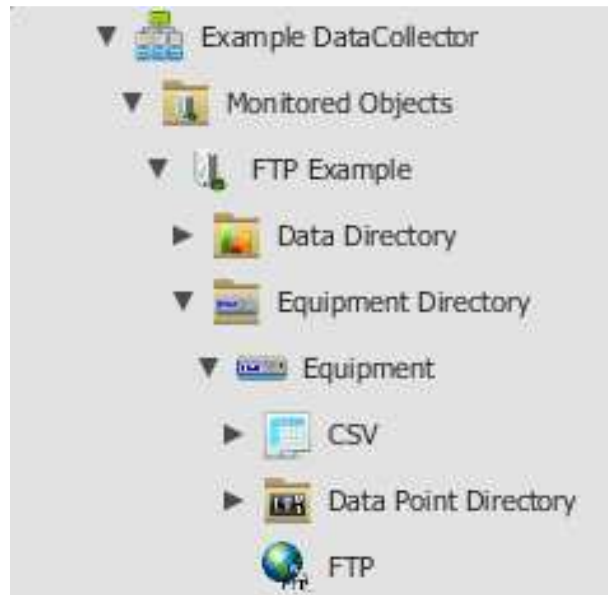


Fig. 3. Node structure

Next, a CSV file should be prepared. This can be done using special devices which form file from the data received from the controller. The example of the CSV file is shown in Fig. 4. This file must be located on the FTP server.

```

"TOA5", "CR3000", "CR3000", "5896", "CR3000.Std.24"
"TIMESTAMP", "RECORD", "Irr_PyrHor", "Irr_PyrTilt", "Irr_RefCell"
"TS", "RN", "W/m^2", "W/m^2", "W/m^2", "Deg C", "A", "A", "V", "V", "W/m^2"
"", "", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp", "Smp"
"2013-03-29 22:00:10", 1130007, -13.12733, -14.99633, -0.07130886
"2013-03-29 22:00:20", 1130008, -13.16023, -14.99633, 0.07130913
"2013-03-29 22:00:30", 1130009, -13.12733, -14.99633, 0
"2013-03-29 22:00:40", 1130010, -13.06153, -14.99633, 0
"2013-03-29 22:00:50", 1130011, -13.09451, -14.99642, 0.07130931
"2013-03-29 22:01:00", 1130012, -13.09451, -15.0374, 0.07130958
"2013-03-29 22:01:10", 1130013, -13.02871, -14.99642, 0
"2013-03-29 22:01:20", 1130014, -13.06161, -14.99642, 0
"2013-03-29 22:01:30", 1130015, -13.02871, -14.99642, 0
"2013-03-29 22:01:40", 1130016, -12.96281, -14.99631, 0
  
```

Fig. 4. CSV sample file

After that, it is necessary to configure the attributes of structure objects which were created in JEConfig. First of all, user should create *Data Objects* for each parameter of the CSV file in the *Data Directory*. Next, *Data Point* objects in the *Data Point Directory* should be created.

Final step is the parameters configuration. For example, *Data Server* object contains attributes which define time zone and the method of data

fetching. CSV parser contains attributes which define type of the CSV file and data location in this file. *Data Point Directory* contains *Data Point* objects which define column in CSV file where data to be import is stored and object identifier for the JEVIs server where imported data will be stored. FTP object parameters are intended for configuration of the connection with FTP server.

After configuring all the parameters JEDataCollector will import all the files and they could be viewed in the *Sample Editor* dialog window.

As a result of this work, different methods of data import were tested and data import user guide was developed. The results of the data import testing allowed to detect and eliminate different failures in JEConfig tool and introduce some new features to improve its graphical interface. Practical results will be used to train new JEVIs system users. In the future, additional reports concerning the HTTP data import and JEVIs server performance and stability will be carried out.

## References

1. JEDataCollector // OpenJEVis. – The Open Data Storage and Monitoring Solution. – URL: <http://openjevis.org/projects/openjevis/wiki/JEDataCollector/>
2. Envidatec GmbH: Envidatec. – URL: <http://www.envidatec.com/>
3. JEConfig User Documentation Version 2.00 // JEConfig User Documentation. – URL: <http://openjevis.org/documents/13/>

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

**Студент С.А. Мещеряков**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В статье описывается электронный образовательный ресурс по теме «Сопряжение» для изучения дисциплины «Инженерная графика». Раскрыты особенности создания электронных образовательных ресурсов для дисциплины «Инженерная графика».

**Ключевые слова:** электронный образовательный ресурс, сопряжение, инженерная графика.

## USING INFORMATION TECHNOLOGY TO IMPROVE LEARNING OF THE DISCIPLINE "ENGINEERING GRAPHICS"

**Student S.A. Mescheryakov**

Belarusian National Technical University, Minsk

The article describes the electronic educational resources on "The interfacing" for studying of the course "Engineering Graphics". The special aspects of the creation of the electronic learning resources are found out for the course "Engineering Graphics".

**Keywords:** electronic learning resources, interfacing, engineering graphics.

В настоящее время в системе образования предъявляются требования на использование электронных образовательных ресурсов (ЭОР) в образовательном процессе, которые позволяют активизировать процесс обучения за счет усиления наглядности и интерактивности. При всеобщей компьютеризации и внедрении интернет-технологий в системе образования Республики Беларусь остро стоит вопрос о создании электронных образовательных ресурсов (ЭОР), предоставляющих возможность самостоятельного изучения учебного материала.

В связи с вышеизложенным для повышения эффективности обучения и усиления мотивации к изучению дисциплины «Инженерная графика» был создан ЭОР по теме «Сопряжение».

Печатные учебные издания сегодня во многих отношениях становятся малоэффективными, хотя и не теряют своей актуальности, в сравнении с электронными образовательными ресурсами. Они уступают электронным учебникам, которые насыщены иллюстрациями, поясняющими текстами, видеоматериалами, а также интерактивными



моделями, тренажерами. Кроме того, ЭОР, как правило, включают в себя интуитивно понятный интерфейс, позволяющий осуществить перемещение по разделам.

Основная концепция электронного образовательного ресурса по теме «Сопряжение» состоит в сочетании конструирования, динамического варьирования, эксперимента.

ЭОР «Сопряжение» создавался на основе следующих принципов:

- учебный материал представляется в динамическом виде, а не в статическом (рисунки, чертежи и др.);
- передача материала производится от простого к сложному, от простых моделей к более сложным;
- возможность представления в динамике этапов построения всех видов сопряжений;
- использование электронного образовательного ресурса для самостоятельного изучения;
- возможность многократного повтора теоретического материала;
- создание интуитивно понятной навигации ЭОР;
- легкость распространения и просмотра программы.

Кроме того, электронный образовательный ресурс от печатного аналога отличается более понятным изложением материала путем увеличения объема графической информации, интерактивных моделей и тренажеров.

Электронный образовательный ресурс «Сопряжение» состоит из следующих разделов:

- *предисловие*, в котором дана краткая характеристика ЭОР «Сопряжение»;
- *системные требования*, перечислены системные требования для работы с ресурсом;
- *теоретические основы* (рис. 1), в котором даются основы построения всех видов сопряжений. Раздел выполнен в виде 3D-книги «Сопряжение (теория)» в среде iSpring Suit 6.0.

- *Интерактивные алгоритмы построений.*

В разделе представлены 6 интерактивных моделей построения основных видов сопряжений: сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности; сопряжение дуги и окружности (внешнее и внутреннее); сопряжение двух окружностей (внешнее и внутреннее); смешанное сопряжение.

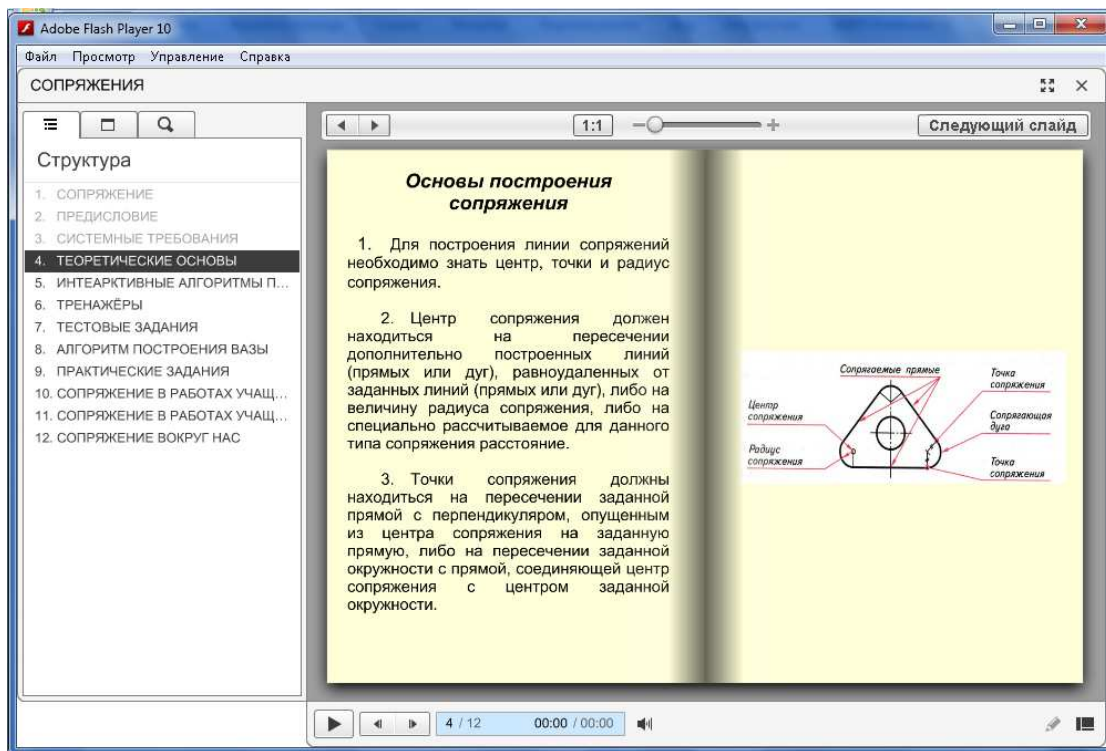


Рис. 1. Окно 3D-книги «Сопряжение (теория)»

Такие интерактивные модели считаются наиболее эффективным средством обучения с применением информационных технологий, так как в отличие от традиционного геометрического чертежа, выполненного на листе бумаги, построение, созданное с помощью интерактивных моделей, сохраняет не только результат построения, но и его исходные данные, алгоритм и зависимости между объектами. При этом объекты построения легко доступны для изменения (можно перемещать мышью точки, варьировать размеры, и т.п.), в динамике, отражаются на экране компьютера. Разработка интерактивных моделей осуществлялась в среде «1С: Математический конструктор» с элементами программирования внутреннего скриптового языка.

На рис. 2 представлена модель пошагового построения сопряжения двух окружностей. Используя такую модель, обучающийся может варьировать данные размеры и видеть все изменения в динамике на экране компьютера.

Динамический наглядный механизм моделей дает обучающимся возможность творческой манипуляции с объектами, а также полноценную среду для конструирования и решения задач на построение сопряжений.

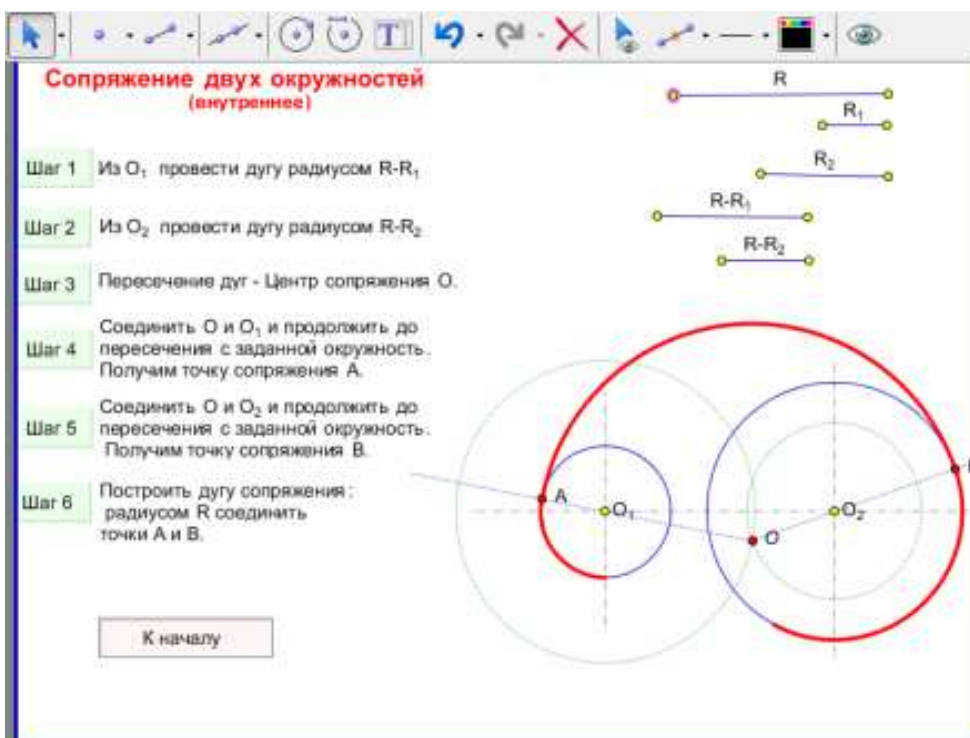
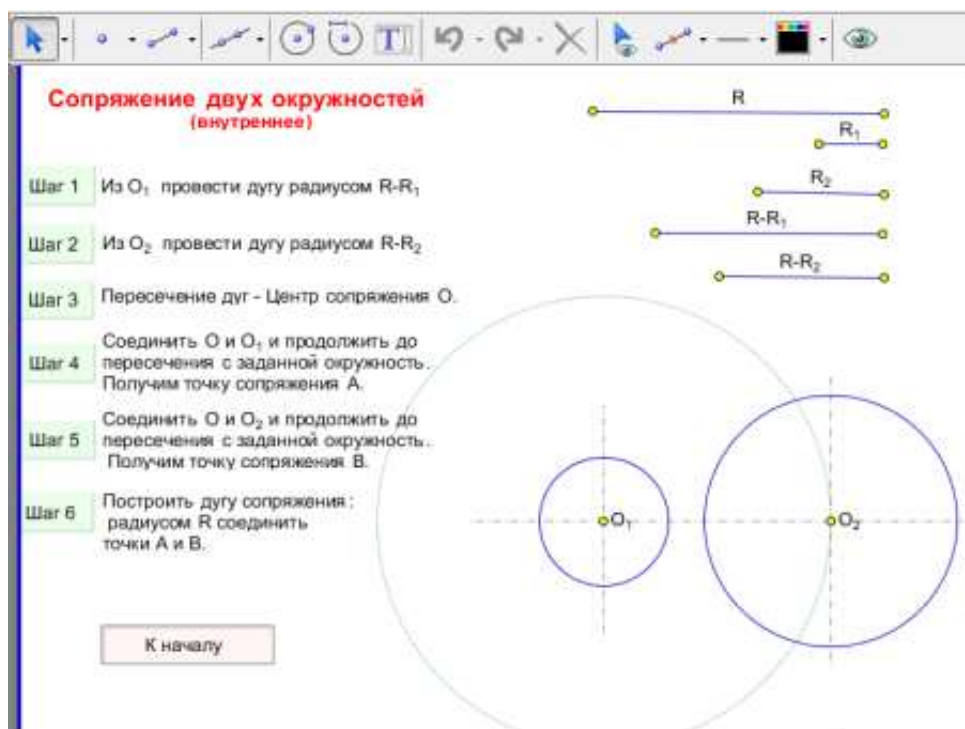


Рис. 2. Модель построения сопряжения двух окружностей

*Тренажеры.* Тренажеры представляют собой важнейший класс учебных заданий на построение с помощью набора виртуальных инструментов. Любое построение сопряжений, выполненное циркулем и линейкой, может быть представлено в интерактивной компьютерной

среде. Причем как на итоговом чертеже, так и на всех промежуточных фазах построения сопряжений важную роль играет возможность проверки правильности построения вариацией данных: когда кажущийся «правильным» чертеж рассыпается при деформировании исходных объектов, если он был создан лишь визуальным рисованием, а не геометрически корректным построением. Выполнив построение, обучающийся имеет возможность исследовать условия существования построения от данных задачи.

Задачи на построение снабжены автоматической проверкой решения: если требуемая фигура имеется на чертеже, то при нажатии на кнопку «Проверить построение» появляется сообщение о выполнении задания. Неверные ответы снабжены реакциями-комментариями.

Пример интерактивного тренажера представлен на рис. 3.

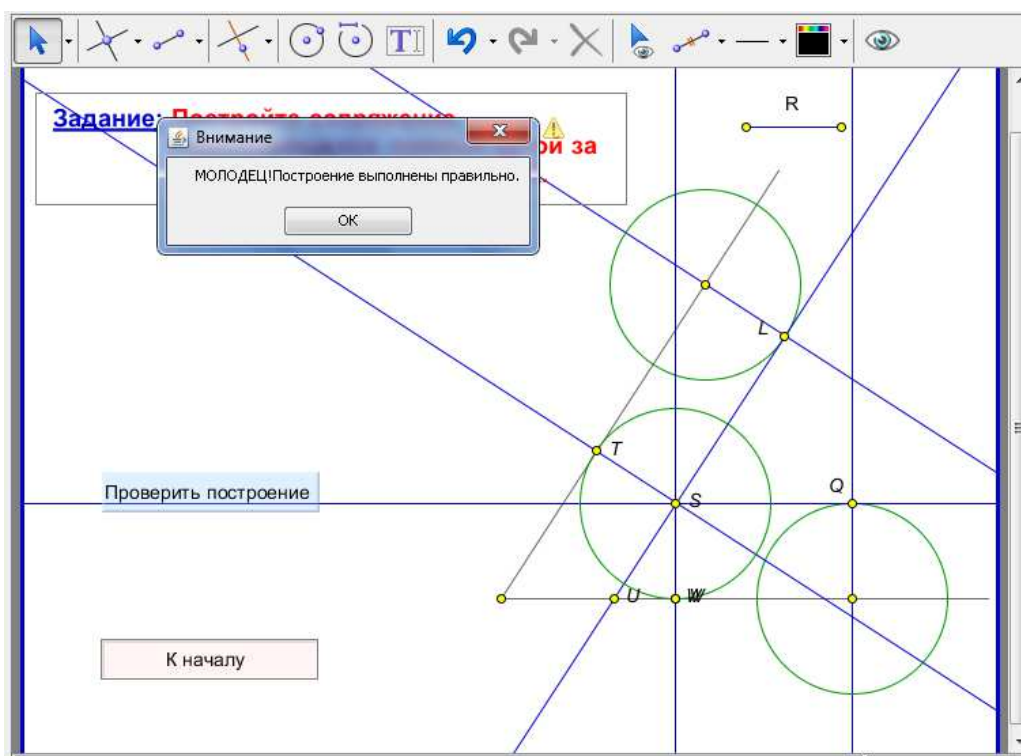


Рис. 3. Вид окна тренажера при правильном построении сопряжения

*Тестовые задания.* В разделе представлен набор тестовых заданий для самопроверки по теме «Сопряжения». Представлены тестовые задания следующих типов: одиночный выбор, множественный выбор, вопросы на соответствие, вопросы на восстановление последовательности. После прохождения теста обучающийся может посмотреть свои результаты в окне просмотра.

*Практические задания.* В данном разделе представлены практические задания, которые можно выполнять после изучения всего вышеизложенного материала в электронном образовательном ресурсе «Сопряжение» Раздел выполнен в виде 3D-книги «Практические задания» в среде iSpring.

Техническая и научная новизна электронного образовательного ресурса «Сопряжение» состоит в интерактивном диалоге обучающегося при работе с ЭОР и интенсификации образовательного процесса, что позволяет обеспечить, необходимый уровень подготовки студентов по дисциплине «Инженерная графика».

### **Библиографический список**

1. Беспалько, В.П. Теория учебника. Дидактический аспект. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с.
2. Дубровский В. Новости о «Математическом конструкторе» // Математика: газета изд. дома «Первое сентября». – 2013. – № 4. – С. 35–38.

## **СИСТЕМА КОМПЕТЕНТНОСТНОГО РАЗВИТИЯ МОЛОДЕЖИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

**А.А. Мещерякова** начальник отдела электронных средств обучения –  
замдиректора Центра образовательных технологий НИИ теории  
и практики госуправления, г. Минск

**А.И. Костевич** научный сотрудник отдела программно-технического  
обеспечения дистанционного образования Центра образовательных  
технологий НИИ теории и практики госуправления, г. Минск,  
Академия управления при Президенте Республики Беларусь

В статье рассмотрен процесс организации информационно-образова-  
тельного пространства на базе LMS MOODLE, с целью формирования основ-  
ных управленческих компетенций.

**Ключевые слова:** система; компетенция; молодежь; управление; элек-  
тронный образовательный ресурс; самообразование.

## **SYSTEM OF COMPETENCE OF YOUTH FOR FORMING MANAGEMENT COMPETENCIES**

**A.A. Mescherakova**

Head of e-learning, the deputy director of the Center for Educational  
Technology Research Institute of Theory and Practice of Public  
Administration, Minsk

**A.I. Kostevich**

Researcher of software and hardware of the Center for Distance Education  
Educational Technology Research Institute of Theory and Practice  
of Public Administration, Minsk  
Academy of Public Administration under the aegis of the President  
of the Republic of Belarus

The article describes the process of organizing information and educational  
space-based LMS MOODLE, in order to form the core management competencies.

**Keywords:** the system; competence; youth; management; electronic educa-  
tional resources; self-education.

Современное общество предъявляет к специалисту ряд требо-  
ваний: высокий уровень квалификации, активность и компетент-  
ность, креативность, способность решать нестандартные задачи,  
а также высокий уровень духовной культуры, что обуславливает  
необходимость интенсификации обучения, разработки и внедрения

информационных технологий, базирующихся на применении активных методов обучения.

С учетом современных тенденций развития образования, требований к подготовке специалистов в Академии управления разработана система компетентностного развития молодежи в сфере управления, которая содержит информационно-образовательную среду, позволяющую использовать новые формы и методы обучения на всех уровнях образования.

Цель обучения в системе компетентностного развития молодежи – формирование у молодежи устойчивого интереса к созидательной деятельности в интересах государства через накопление теоретических и практических знаний, развитие лидерских способностей, готовности взять на себя ответственность и проявлять инициативу.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- соответствие информационно-образовательной среды современным стандартам;
- отсутствие необходимости в переподготовке кадров для работы в системе;
- реализация обучения в активной форме, с учетом современных требований к подготовке специалистов и личностно-ориентированная направленность;
- возможность применять широкий спектр информационно-коммуникационных ресурсов и др.

На основе анализа различных систем управления образованием и с учетом целей и задач принято решение о реализации системы на базе LMS MOODLE. Из числа основных достоинств LMS MOODLE можно выделить широкий набор возможностей для реализации полноценного процесса обучения и свободное распространение программного обеспечения (по Стандартной общественной лицензии GNU, созданной в рамках проекта по свободному распространению программного обеспечения).

Разработанная система состоит из информационных компонентов и поддержки обучения (рисунок).

Информационные компоненты включают:

- новости сайта;
- каталог информационных интернет-ресурсов;

– фонды учебно-методического обеспечения, созданные с целью обеспечение доступа пользователей к учебному и учебно-методическому потенциалу, накопленному как на различных сайтах русскоязычного интернета, так и в Академии управления при Президенте Республики Беларусь;

– проектную деятельность (каталог проектов учеников, студентов и слушателей).

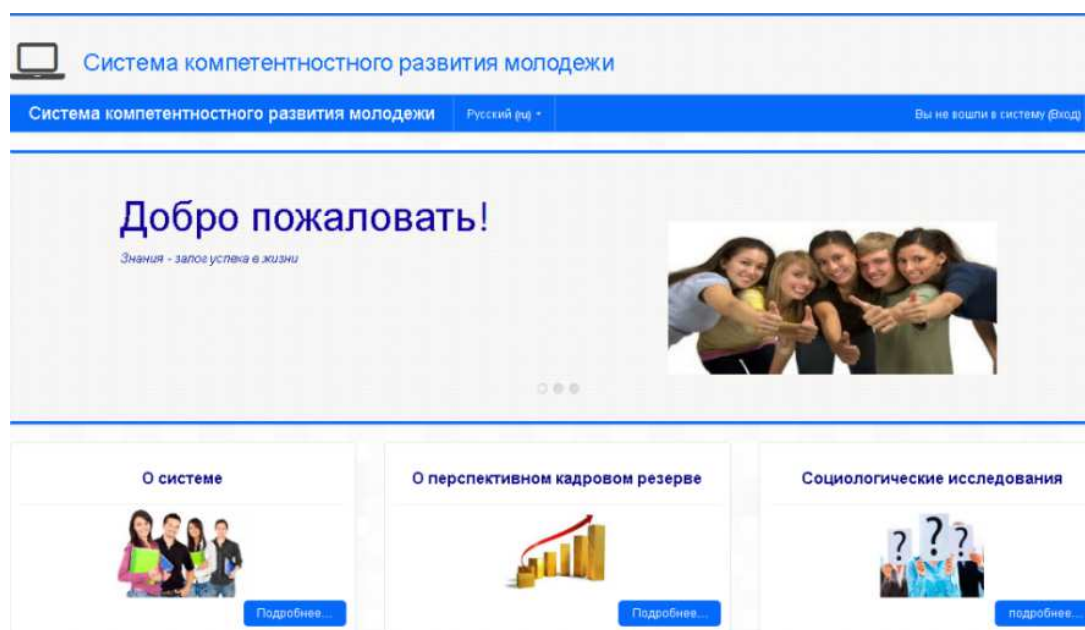


Рис. Система компетентностного развития молодежи

Основу поддержки обучения в Системе компетентностного развития молодежи составляет информационно-образовательная среда (ИОС), которая предполагает приобретение умения организовывать свое личное информационное пространство с целью профессионального саморазвития и самосовершенствования, навыков по работе в интерактивной среде.

ИОС состоит из следующих разделов: подготовка; переподготовка; повышение квалификации; самообразование; стажировка; «Школьная академия управления».

Основные акценты в системе сделаны на поддержку самообразования, повышение квалификации и реализацию проекта «Школьная академия управления».

Для повышения квалификации разработан курс «Развитие управленческих компетенций молодежи», основная цель которого «формирование у молодежи устойчивого интереса к созидательной



деятельности в интересах государства через накопление теоретических и практических знаний, развитие лидерских способностей, готовности взять на себя ответственность и проявлять инициативу [1].

Система поддержки самообразования представляет собой практико-ориентированные курсы, направленные на формирование и развитие кадрового потенциала Республики Беларусь; «подготовку кадров в сфере управления для инновационной деятельности; содействие расширению возможностей личности в профессиональном самосовершенствовании» [2].

Проект «Школьная академия управления» – дополнительное образование детей и молодежи – призван решать следующие задачи:

- выявление одаренной и талантливой молодежи, создание условий для реализации ее интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие у школьников коммуникативных навыков и лидерских способностей, формирование социально-личностных компетенций, активной гражданской позиции;
- формирование знаний в области государственного управления, кадровой политики, идеологической работы, антикоррупционного поведения, а также информационных технологий;
- проведение профориентационной работы с целью отбора абитуриентов для поступления в Академию управления;
- приобщение школьников к культуре высшей школы [1].

Методика обучения в информационно-образовательной среде строится на принципах распределенного учебного процесса и управляемой самостоятельной учебной работы обучающихся.

Управление учебной работой осуществляется опосредованно, через созданные электронные образовательные ресурсы (ЭОР), основу которых составили актуальные материалы современных учебников, лекций и исследований профессорско-преподавательского состава Академии управления при Президенте Республики Беларусь, а также практические и тестовые задания, встроенные в информационно-образовательную среду.

При реализации ЭОР учитывалась необходимость обеспечения компьютерной поддержки всех этапов учебной деятельности: объяснение учебного материала; закрепление и повторение учебного материала; организация самостоятельной познавательной деятельности; диагностика и коррекция пробелов в знаниях; промежуточный контроль.

Для оценки практических навыков и применения их в управленческой деятельности обучающиеся выполняют следующие практические задания: квалификационную карту (диагностика практических достижений обучающегося по данной компетенции); ролевую игру (демонстрация умения использовать полученные знания и личный опыт в конкретных ситуациях); оценку деятельности (состоящую из самооценки деятельности обучающегося и оценки деятельности вышестоящим руководителем).

В связи с ориентацией на подготовку молодежи особое внимание уделено формированию таких компетенций, как командное лидерство, саморазвитие, гражданственность, организация идеологических мероприятий, устные и письменные коммуникации.

На основе информационно-образовательной среды, разработанной методологии обучения реализована целостная и эффективная система компетентностного развития молодежи, которая учитывает все тенденции развития общества и современные требования к подготовке специалистов в области управления.

### **Библиографический список**

1. Положение о Школьной академии управления на базе ГУО «Средняя школа №61 г. Минска» (утв. председателем комитета по образованию Мингорисполкома, ректором Академии управления при Президенте Республики Беларусь 29.09.2014). – Минск, 2014. – 4 с.

2. О некоторых мерах по совершенствованию подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в сфере управления: Указ Президента Респ. Беларусь, 02 июн. 2009 г., № 275 // НРПА РБ. – 2009. – № 1/10739.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ШИФРА ХИЛЛА НА CUDA

**Студент А.Е. Нестеренко**

Инженеро-технологическая академия Южного  
федерального университета, г. Таганрог

Статья посвящена актуальной тематике – параллельным вычислениям, с использованием ресурсов видеоплат. Направление вычислений эволюционирует от «централизованной обработки данных» на центральном процессоре до «совместной обработки» на CPU и GPU. Для реализации новой вычислительной парадигмы компания NVIDIA изобрела архитектуру параллельных вычислений CUDA, на данный момент представленную в графических процессорах GeForce, ION, Quadro и Tesla и обеспечивающую необходимую базу разработчикам ПО. Эту технологию можно использовать для параллельного шифрования блоков.

**Ключевые слова:** централизованная обработка; совместная обработка; параллельные вычисления.

## IMPLEMENTATION OF THE HILL CIPHER ON CUDA

**Student A.E. Nesterenko**

Engineers-Technology Academy Southern Federal  
University, Taganrog

Article is devoted to the subject – parallel computing using graphics cards resources. The direction of computing is evolving from "central processing" on the CPU to "co-processing" on the CPU and GPU. For the implementation of a new computing paradigm, NVIDIA invented parallel computing architecture CUDA, currently represented by the GPU GeForce, ION, Quadro and Tesla, and provides the necessary framework for software developers. This technology can be used for parallel encryption blocks.

**Keywords:** centralized processing; co-processing; parallel computing.

Шифр Хилла – полиграммный шифр подстановки, основанный на линейной алгебре [1]. Лестер С. Хилл изобрел этот шифр в 1929, и это был первый шифр, который позволял на практике (хотя и с трудом) оперировать более чем с тремя символами за раз.

Каждой букве сперва сопоставляется число. Для латинского алфавита часто используется простейшая схема:  $A = 0, B = 1, \dots, Z = 25$ , но это не является существенным свойством шифра. Блок из  $n$  букв рассматривается как  $n$ -мерный вектор и умножается на  $n \times n$  матрицу по модулю 26. (Если в качестве основания модуля используется число, большее 26, то можно использовать другую числовую схему для

сопоставления буквам чисел и добавить пробелы и знаки пунктуации.) Матрица целиком является ключом шифра. Матрица должна быть обратима в  $Z_{26}^n$ , чтобы была возможна операция расшифрования.

В следующих примерах используются латинские буквы от A до Z, соответствующие им численные значения приведены в таблице.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Рассмотрим сообщение 'DOG' и представленный ниже ключ (GYBNQKURP в буквенном виде):

$$\begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix}.$$

Поскольку букве 'D' соответствует число 3, 'O' – 14, 'G' – 6, то сообщение – это вектор

$$\begin{pmatrix} 3 \\ 14 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

Тогда зашифрованный вектор будет таким:

$$\begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 14 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 360 \\ 323 \\ 388 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 22 \\ 11 \\ 24 \end{pmatrix} \pmod{26},$$

что соответствует шифротексту 'WLY'. Теперь предположим, что наше сообщение было 'GOD' или

$$\begin{pmatrix} 6 \\ 14 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Теперь зашифрованный вектор будет таким:

$$\begin{pmatrix} 6 & 24 & 1 \\ 13 & 16 & 10 \\ 20 & 17 & 15 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 6 \\ 14 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 375 \\ 332 \\ 403 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 11 \\ 20 \\ 13 \end{pmatrix} \pmod{26},$$

что соответствует шифротексту 'LUN'. Видно, что каждая буква шифротекста сменилась. Шифр Хилла достиг диффузии по Шеннону, и  $n$ -размерный шифр Хилла может достигать диффузии  $n$  символов за раз.

Проведем исследование возможностей технологии CUDA. CUDA (англ. *Compute Unified Device Architecture*) – программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно

увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia [2, 3]. CUDA SDK позволяет программистам реализовывать на специальном упрощенном диалекте языка программирования Си алгоритмы, выполнимые на графических процессорах Nvidia, и включать специальные функции в текст программы на Си. Архитектура CUDA дает разработчику возможность по своему усмотрению организовывать доступ к набору инструкций графического ускорителя и управлять его памятью.

По сравнению с традиционным подходом к организации вычислений общего назначения посредством возможностей графических API у архитектуры CUDA отмечают следующие преимущества в этой области:

- интерфейс программирования приложений CUDA (CUDA API) основан на стандартном языке программирования Си с некоторыми ограничениями. По мнению разработчиков, это должно упростить и сгладить процесс изучения архитектуры CUDA;
- разделяемая между потоками память (shared memory) размером в 16 Кб может быть использована под организованный пользователем кэш с более широкой полосой пропускания, чем при выборке из обычных текстур;
- более эффективные транзакции между памятью центрального процессора и видеопамятью;
- полная аппаратная поддержка целочисленных и побитовых операций;
- поддержка компиляции GPU кода средствами открытого LLVM.

Выделим встречающиеся ограничения использования технологии. Все функции, выполнимые на устройстве, не поддерживают рекурсии (в версии CUDA Toolkit 3.1 поддерживает указатели и рекурсию) и имеют некоторые другие ограничения.

*Реализация параллельного шифрования шифром Хилла с использованием технологии CUDA.* Введем основные понятия технологии CUDA:

- хост (host) – узел с CPU и его память;
- устройство (device) – графический процессор и его память;
- ядро (kernel) – это фрагмент программы, предназначенный для выполнения на GPU.

Пользователь самостоятельно запускает с CPU ядра на GPU. Перед выполнением ядра пользователь копирует данные из памяти хоста в память GPU. После выполнения ядра пользователь копирует данные из памяти GPU в память хоста.

Изучив математическую модель шифра Хилла, попробуем перенести ее в программный код с помощью технологии CUDA. Матрицу – ключ представим в виде двумерного массива размером  $N \times N$ , тип данных будет `int` (целочисленный), так как очевидно, что индексы букв будут положительными числами. Выделим для нее оперативную память с помощью оператора `new`. Далее необходимо заполнить массив, для чего нам понадобятся два цикла `for`, которые будут индексировать элементы и функция `rand()`, которая будет заполнять их случайными целыми числами в диапазоне от 0 до 25 включительно [0,25].

Для простоты подсчета времени будем брать открытый текст из текстового файла (`text.txt`) и записывать шифротекст в другой текстовый файл (`crypto.txt`), для чего создадим два файловых потока, свяжем их с соответствующими файлами (`ifstream texts("text.txt"); ofstream crypto("crypto.txt", ios_base::out)`). Представим исходный текст как одномерный массив типа `char` размером  $N$ . Также для индексации букв введем английский алфавит и представим его, как массив типа `char` размером 27. Считаем из файла открытый текст в массив типа `char` с помощью функции `getline()`.

Для хранения индексов открытого текста создадим указатель на массив `h_b` типа `int`, выделим для него динамическую память размером  $N$ , и поместим их туда, используя операторы циклов `while` и `for`. Сравнивая с помощью оператора условия `if` элементы массива открытого текста с элементами массива с английским алфавитом. Если они равны, то в массив `h_b` заносим индексы элементов массива с английским алфавитом.

Теперь постараемся выяснить, в чем же разница между обработкой данных на CPU и GPU. Простой способ понять разницу между CPU и GPU – это сравнить то, как они выполняют задачи. CPU состоит из нескольких ядер, оптимизированных для последовательной обработки данных. А GPU состоит из тысяч более мелких и энергоэффективных ядер, созданных для обработки нескольких задач одновременно.

Если наши блоки шифруются последовательно, т.е. каждый  $i$ -й блок шифрования зависит от результата  $(i - 1)$ -го блока, то понятно, что распараллелить такую задачу невозможно. Однако если блоки шифруются независимо друг от друга, одинаковым ключом (например, шифр Хилла), то такую задачу можно распараллелить путем одновременного вычисления всех блоков и нитей.

Создадим указатели типа `int` для девайсовской функции. На видеокарте нет ПЗУ, так как оно ей и не нужно в принципе. Но зато есть достаточно большое ОЗУ, им и воспользуемся. Выделим на девайсе оперативную память для матрицы-ключа, открытого текста и шифротекста с помощью функции `cudaMalloc()`. Перенесем данные с хоста на девайс с помощью функции `cudaMemcpy()`. Установим количество блоков и потоков для параллельного вычисления с помощью спецификатора `dim3` и ключевых слов `grid` (для количества блоков) и `threads` (для количества потоков). Вызовем девайсовскую функцию. С помощью оператора `<<< >>>` поместим в нее информацию о количестве блоков, потоков и переменные. Девайсовская функция начинается со спецификатора `__global__`, в ней инициализируем итератор `i`, который будет равен

$$\text{int } i = \text{blockIdx.x} * \text{blockDim.x} + \text{threadIdx.x},$$

где `threadIdx.x` – идентификатор потока в блоке по координате `x`; `blockIdx.x` – идентификатор блока в гриде по координате `x`; `blockDim.x` – количество потоков в одном блоке.

Вычисляем параллельно, для чего перемножаем матрицу-ключ на индексы открытого текста. Параллельно делим все элементы шифротекста на 26 и вычисляем остаток с помощью оператора `%`.

Переносим вычисленные данные с девайса на хост с помощью функции `cudaMemcpy()`. Освобождаем динамически выделенную память на девайсе с помощью функции `cudaFree()` и на хосте `delete[]`.

Осталось только записать результат. С помощью цикла `for` поэлементно записываем в файл с результатом элементы массива с алфавитом по индексу `cript[i]`. Закроем файлы с помощью функции `close()`. Время работы программы также измерялось в миллисекундах.

Алгоритм работы параллельной программы:

- 1) подключаем библиотеки;
- 2) открываем файл с открытым текстом (`text.txt`) и файл, в который будет записан результат (`crypto.txt`). Проверяем открылись ли файлы, если нет, то завершаем программу, если да, то продолжаем вычисления;
- 3) считываем открытый текст из файла;
- 4) создаем и заполняем массив, в котором будут храниться индексы букв открытого текста;
- 5) создаем матрицу-ключ и заполняем ее для удобства случайными числами;

- б) выделяем видеопамять для переменных;
- 7) подгружаем данные матрицы-ключа и открытого текста с хоста на девайс;
- 8) устанавливаем количество блоков и устанавливаем количество потоков в блоке;
- 9) вызываем функцию, которая распараллелит шифрование открытого текста;
- 10) подгружаем данные шифротекста с девайса на хост;
- 11) записываем получившийся результат в файл;
- 12) считаем время работы программы.

При экспериментальной проверке рассматриваемых алгоритмов были получены следующие данные, представленные в таблице.

В проведенных пока экспериментах применение технологии CUDA не приводит к сокращению времени работы программы. Работа позволила изучить основы применения возможностей CUDA для задач шифрования, что послужит в дальнейших изысканиях.

#### Время работы последовательной и параллельной программы

Порядок матрицы и длина шифруемого слова, N	Скорость исполнения в секундах	
	Без CUDA	С CUDA
3	0,101	0,137
6	0,101	0,133
10	0,101	0,137
15	0,102	0,131
100	0,102	0,139
500	0,124	0,139

Отсутствие сокращения времени работы программы может быть связано с API-системой, которая загружает данные с хоста на девайс и, наоборот, с девайса на хост. Отчасти это замедляет работу программы. С другой стороны, технология CUDA рассчитана на вычисление большого объема данных и решение более сложных задач, чем симметричное блочное шифрование методом Хилла. При исследовании в более сложных шифрах параллельная реализация будет иметь преимущество, в шифре Хилла преимущество по времени на исследуемом отрезке длин шифруемого слова не обнаружено.



## Приложение

Программа, выполненная без использования Cuda:

```
#include "stdafx.h"
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <conio.h>
#include <ctime>
#include <math.h>
using namespace std;

# define N 3

int main()
{

unsigned int key[N][N];

    for (int j = 0; j < N; j++)
        for (int i = 0; i < N; i++)
            key[i][j]=rand() % 26;
    ifstream texts("text.txt");
    ofstream crypto("crypto.txt", ios_base::out);
    if (!texts.is_open() || !crypto.is_open())
    { cout<<"Error in open file"<<endl;
    exit(1);
    }
    else{
char text[N];

    char abc[27]="abcdefghijklmnopqrstuvwxyz";

    texts.getline(text, N);
    unsigned int word[N];

    int w=0;
    while(w<=strlen(text))
    {
```

```

    for(int i=0;i<26;i++)
        if(text[w]==abc[i])word[w]=i;

    w++;
}
unsigned int cript[N]={0};
for(int i=0; i<N;i++)
    cript[i]=0;
for(int k=0; k<N; k++)
    for(int i=0; i<N;i++)
        cript[k]+=key[k][i]*word[i];

for(int i=0; i<N; i++)
    cript[i]=cript[i] % 26;

for(int i=0;i<N;i++)
    crypto<<abc[cript[i]];
texts.close();
crypto.close();
float end_time = clock();
    cout << "runtime = " << clock()/1000.0 <<
endl;
    system("pause");
}
return 0;

}

```

Структура программы:

```

#include "stdafx.h"
#include <fstream>
#include <iostream>
#include <conio.h>
#include <ctime>
#include <math.h>
using namespace std;

```

Подключаем библиотеки для работы с консолью, потоками, временем и математическими функциями. Будем использовать пространство имен стандартной библиотеки std.

```
# define N 3
```

Объявляем порядок матрицы и размер шифруемого блока.

```
unsigned int key[N][N];
for (int j = 0; j < N; j++)
    for (int i = 0; i < N; i++)
        key[i][j]=rand() % 26;
```

Объявляем матрицу размера  $N \times N$  и заполняем ее для удобства случайными числами.

```
ifstream texts("text.txt");
ofstream crypto("crypto.txt", ios_base::out);
if (!texts.is_open() || !crypto.is_open())
{ cout<<"Error in open file"<<endl;
  exit(1);
}
else{
```

Создаем поток для считывания, связываем его с файлом text.txt, в нем будет храниться исходный текст. Создаем поток для записи, связываем его с файлом crypto.txt, в нем будет храниться зашифрованный текст. Проверяем, связаны ли потоки с соответствующими файлами, если нет, то выводим ошибку и завершаем работу программы иначе:

```
char text[N];
char abc[27]="abcdefghijklmnopqrstuvwxyz";
texts.getline(text, N);
```

Создаем массив символов, в который будет помещен текст, объявляем и инициализируем массив символов, состоящих из букв латинского алфавита. Считываем из потока в массив исходный текст.

```
unsigned int word[N];
int w=0;
while(w<=strlen(text))
{
    for(int i=0;i<26;i++)
        if(text[w]==abc[i])word[w]=i;
    w++;
}
```

Создаем массив целых чисел, в котором будут храниться индексы букв открытого текста, и заполняем его.

```
unsigned int cript[N]={0};
```

```

for(int i=0; i<N;i++)
    cript[i]=0;
for(int k=0; k<N; k++)
    for(int i=0; i<N;i++)
        cript[k]+=key[k][i]*word[i];

```

Создаем массив целых чисел, в котором будет храниться индекс букв шифротекста, и заполняем его.

```

for(int i=0; i<N; i++)
    cript[i]=cript[i] % 26;

```

Делим по модулю 26 элементы массива.

```

for(int i=0;i<N;i++)
    crypto<<abc[cript[i]];

```

Заносим в файл зашифрованный текст.

```
texts.close();
```

```
crypto.close();
```

Закрываем файлы.

```
cout << "runtime = " << clock()/1000.0 <<
```

```
endl;
```

Вычисляем время работы программы в секундах.

Программа, выполненная с использованием Cuda:

```
#include "cuda_runtime.h"
```

```
#include "device_launch_parameters.h"
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <fstream>
```

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;
```

```
#define N 3
```

```

__global__ void MatrVectMul(int *d_c, int
*d_a, int *d_b)

```

```
{
```

```
    int i = blockIdx.x*blockDim.x+threadIdx.x;
```

```
    if(i<N)
```

```
    {
```

```
        d_c[i]=0;
```

```
        for (int k=0;k<N && i<N;k++)
```

```

        d_c[i]+=d_a[i*N+k]*d_b[k];
    }
    if(d_c[i]>0) d_c[i]=d_c[i] % 26;
    else d_c[i]=(-1)*d_c[i] % 26;
}
//Здесь: threadIdx.x - идентификатор потока в
блоке по координате x,
//blockIdx.x - идентификатор блока в гриде по
координате x,
//blockDim.x - количество потоков в одном бло-
ке.

int main()
{

    ifstream texts("text.txt");
    ofstream crypto("crypto.txt", ios_base::out);
    if (!texts.is_open() || !crypto.is_open())
    {
        cout<<"Error in open file"<<endl;
        exit(1);
    }
    else{
        char text[N+1];
        char abc[27]="abcdefghijklmnopqrstuvwxyz";
        texts.getline(text, N+1);
        int *h_a,*h_b,*h_c;
        h_a = new int[N*N];
        h_b = new int[N];
        h_c = new int[N];

        int w=0;

        while(w<strlen(text))
        {
            for(int i=0;i<26;i++)
            {
                if(text[w]==abc[i]) h_b[w]=i;
            }

```

```

        w++;
    }

    for (int i=0;i<N;i++)
        for (int k=0;k<N;k++)
            h_a[i*N+k]=rand() % 26;
    // указатели на массивы в видеопамяти
    int *d_a,*d_b,*d_c;
    // выделение видеопамяти
    cudaMalloc((void **)&d_a, sizeof(int)*N*N);
    cudaMalloc((void **)&d_b, sizeof(int)*N);
    cudaMalloc((void **)&d_c, sizeof(int)*N);
    // копирование из оперативной памяти в ви-
деопамять
    cudaMemcpy(d_a,      h_a,      sizeof(int)*N*N,
cudaMemcpyHostToDevice);
    cudaMemcpy(d_b,      h_b,      sizeof(int)*N,
cudaMemcpyHostToDevice);
    // установка количества блоков
    dim3 grid((N+255)/256, 1, 1);
    // установка количества потоков в блоке
    dim3 threads(256, 1, 1);
    // вызов функции
    MatrVectMul <<< grid, threads >>> (d_c, d_a,
d_b);
    // копирование из видеопамяти в оперативную
память
    cudaMemcpy(h_c,      d_c,      sizeof(int)*N,
cudaMemcpyDeviceToHost);
    // освобождение памяти
    cudaFree(d_a);
    cudaFree(d_b);
    cudaFree(d_c);
    for (int i = 0; i < N; i++) cryp-
to<<abc[h_c[i]];
        delete[] h_a;
    delete[] h_b;
    delete[] h_c;

```

```

        texts.close();
        crypto.close();
        cout << "runtime = " << clock()/1000.0 <<
endl;
        system("pause");
    }
}

```

Что нового появилось в программе? Во-первых, на видеокарте нет ПЗУ, следовательно, и память, подгружаемая на девайс, будет динамической,

```

int *h_a,*h_b,*h_c;
    h_a = new int[N*N];
    h_b = new int[N];
    h_c = new int[N];
int *d_a,*d_b,*d_c;

```

Появились новые функции:

```

cudaMalloc((void **)&d_a, sizeof(int)*N*N);
    cudaMalloc((void **)&d_b, sizeof(int)*N);
    cudaMalloc((void **)&d_c, sizeof(int)*N);

```

которые выделяют динамическую память на девайсе переменным заданного размера:

```

    cudaMemcpy(d_a,      h_a,      sizeof(int)*N*N,
cudaMemcpyHostToDevice);
    cudaMemcpy(d_b,      h_b,      sizeof(int)*N,
cudaMemcpyHostToDevice);

```

которые копируют данные с хоста на девайс.

```

    cudaMemcpy(h_c,      d_c,      sizeof(int)*N,
cudaMemcpyDeviceToHost);

```

С девайса на хост.

```

cudaFree(d_a);
    cudaFree(d_b);
    cudaFree(d_c);

```

высвобождают выделенную на девайсе динамическую память.

```

__global__ void MatrVectMul(int *d_c, int
*d_a, int *d_b)
{
    int i = blockIdx.x*blockDim.x+threadIdx.x;
    if(i<N)

```

```

{
    d_c[i]=0;
    for (int k=0;k<N && i<N;k++)
        d_c[i]+=d_a[i*N+k]*d_b[k];
}
if(d_c[i]>0) d_c[i]=d_c[i] % 26;
else d_c[i]=(-1)*d_c[i] % 26;
}

```

Спецификатор **\_global\_** обозначает ядро, и соответствующая функция должна возвращать значение типа **void**, выполняется на девайсе.

```

cudaEvent_t start, stop;
float gpuTime=0.0f;
cudaEventCreate(&start);
cudaEventCreate(&stop);
cudaEventRecord(start,0);
cudaEventRecord(stop,0);
cudaEventSynchronize(stop);
cudaEventElapsedTime(&gpuTime,start,stop);

```

Для отслеживания выполнения кода на GPU в CUDA используются *event*'ы (аналогичные *fence*' объектам в расширении *NV\_fence*).

### Библиографический список

1. Шифр Хилла [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1346299>
2. CUDA [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA>
3. Параллельные вычисления CUDA [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nvidia.ru/object/cuda-parallel-computing-ru.html>



# УПРАВЛЕНИЕ ПОРУЧЕНИЯМИ В КУЗГТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

**Студент И.В. Плебан**

Кузбасский государственный технический  
университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Данная работа посвящена вопросу управления поручениями в образовательном учреждении. Результатом работы является система управления поручениями в Кузбасском государственном техническом университете им. Т.Ф. Горбачева.

**Ключевые слова:** КузГТУ; система управления поручениями; веб-приложение; контроль работы; поручения; подпоручения.

## KUZSTU TASKS MANAGEMENT USING THE INFORMATION SYSTEM

**Student I.V. Pleban**

Kuzbass State Technical University, Kemerovo

This article is dedicated to educational institution tasks management issue. As a result, tasks management system was created in Kuzbass State Technical University.

**Keywords:** KuzSTU; tasks management system; web application; work control; tasks; subtasks.

Как ни странно, при современном уровне развития информационных технологий и избыточности, в частности, инструментов управления бизнес-процессами различных производителей тема эффективного оперативного управления поручениями или организации совместной работы не потеряла своей актуальности\*. Интересным является то, что серьезные проблемы испытывают даже очень крупные организации, у которых должно быть достаточно ресурсов для приобретения и внедрения любой методики и технологии.

Успешность работы любой организации напрямую зависит от качества и своевременности выполнения задач и поручений, которые ставятся руководством перед ее сотрудниками. Согласования, обсуждения, планерки, уточнение, разъяснение – это лишь малая часть того, что должен сделать руководитель в течение дня. Много времени

---

\* Новое решение для организации совместной работы и управления поручениями (задачами) // Softmart. – URL: <http://www.softmart.ru/ru/nlist/a3712.htm>

уходит на постановку задач и контроль за работой подчиненных. Такое чрезмерное «внимание» к процессу отвлекает от главного – качественного результата работы всей организации.

Так, для продуктивной работы любой организации необходима система отслеживания работы участников этой организации. То же самое можно сказать и о высшем учебном заведении. В настоящий момент в КузГТУ выдача различных поручений производится с участием огромного количества документов в бумажном виде. Это тормозит работу университета, так как много времени уходит на постановку задач и контроль за работой подчиненных, а также вызывает нагромождение документов, приводит к дублированию и потере информации.

Целью работы являлась разработка системы управления поручениями, которая будет обладать необходимым функционалом, простым и понятным интерфейсом, высокой степенью интегрируемости в уже существующее информационное пространство КузГТУ.

На данный момент существует достаточно большое количество систем управления поручениями/заданиями/проектами. Для анализа было рассмотрено только 6 аналогичных программ, таких как JIRA, TeamER, Worksection, Redmine, Claris и MegaПлан. Все предложенные системы управления представляют удобный интерфейс, хорошо продуманную систему и простой контроль доступа, но содержат излишний функционал и многие из них являются дорогостоящими. В связи с этим было принято решение о разработке самостоятельного продукта, учитывающего специфику образовательного учреждения и положительный опыт продуктов-конкурентов.

Разработанный продукт представляет собой веб-приложение, обладающее простым и понятным интерфейсом (рисунок) и необходимым функционалом, а именно:

- регистрация и авторизация с ограничением прав доступа;
- создание новых поручений как одному человеку, так и группе лиц с назначением главного ответственного;
- разбиение поручения на подпоручения, а также перенаправление поручения другому ответственному лицу;
- редактирование и удаление поручений;
- отслеживание уровня выполнения поручений,
- комментирование поручений;
- назначение даты завершения задачи;

- просмотр всех сотрудников организации;
- создание заметок («напоминалок»);
- анализ продуктивности работы вуза;
- отображение актуальных задач пользователя в удобочитаемом виде;
- формирование отчетов за год, квартал и месяц о выполненных и невыполненных поручениях.

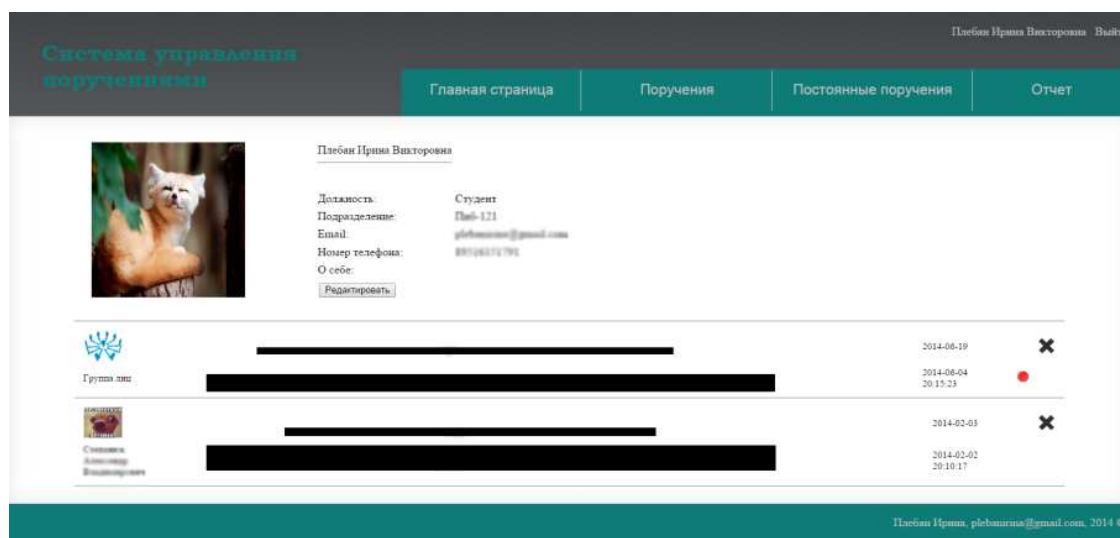


Рис. Главная страница системы управления поручениями

В дальнейшем планируется реализовать функции рассылки важных поручений на электронную почту и мобильный телефон исполнителя.

С этим проектом контроля за работой подчиненных станет намного проще, можно будет узнать на каком уровне выполнения находится интересующее вас поручение, количество бумаг на столах у руководства и сотрудников организации сократится.

В данный момент система проходит тестирование в институте информационных технологий, машиностроения и автотранспорта КузГТУ, после успешного завершения будет идти речь о ее внедрении и применении во всех структурах университета.

# DEVELOPMENT OF SOFTWARE MODULE FOR CONTROL PROGRAM FOR CNC MACHINES FORMING

**A.N. Poliakov, D.A. Poluianov**

Perm National Research Polytechnic University

Each computer numerical controlled machine is founded on programming language usually called as G-code. Programs written on this language fully define sheet material cutting process including instrument technology commands in addition to detail contours. This article describes method of automated formation of control program within Itas Nesting software package. Reviewed algorithms are based on dividing details in sequence of elementary actions – lines and segments. This method guarantees definite cutting order and ease of direct control program creation. Each line of control program in fact is some kind basic action. At the same time it is needed to remember that program includes idle speeds, turning instrument on and off and also working with compensation besides detail contours. Algorithm performs looking through sorted list of actions containing detail contours and adds above described procedures to the list after checking certain conditions. Then algorithm creates string buffer where it writes lines of control program generated while checking actions in action list. Processing in the same way but with different technology features of specific cutting type is assumed in dependence of machine type. It also allows make-over control program rapidly for the same nesting but different machine.

**Keywords:** cutting technology, sheet material, nesting, CNC machines, G-code.

## **Introduction**

Creating of correct control program for CNC machine is one of the most important parts of technological process on sheeted material cutting factory. Incorrect control program may cause violate planned nesting and bring to defections and business balance spoilage [1] as well as other problems that can be acquired while producing process.

So it is required to create G-code program generating module for different types of CNC machines in frames of Itas Nesting software package developed for sheet material nesting.

## **G-code**

G-code – is the common name for the most widely used numerical control programming language. G-code program has strict structure [2]. All of control commands are combined in frames - groups, consists of one or more command. Order of commands is not strictly defined but usually there are preparation commands first (e.g. work plane choose), then moving commands and processing mode selection with technological commands at last [3]. Such a structure gives opportunity to perceive control program easily without technical equipment.

## **Principle description**

Control program generating module is divided into two parts:

- Preprocessor
- Postprocessor

Preprocessor receives ordered array of details, which was clearly formed in nesting module and cutting order module[4]. This array of complex details is needed to be converted into sequence of elementary actions like line or arc. It is required to make control program forming algorithm simpler and make the process more generic for different types of machines.

Special data type called “Action” was created to achieve this goal.

### **Preprocessor**

Preprocessor handles nesting layout marking out own inner program representation (IPR). IPR includes cutting order, position and quantity of tapping points, information about combined cutting, inner and outer detail contours, type, size and thickness of processed material. For this purpose special class called “Action” was created.

IPR is not a complete control program for specific machine. It allows apply extra modules that can affect formed control program. The extra modules are represented below:

- Heat control module that includes cutting instrument movement analysis, thermal energy spread simulation for processed sheet to minimize thermal deformation.

- Idle movement minimization module that optimize detail cutting order by choosing closest to current instrument position tapping point. This algorithm allows reducing idle movements.

- Machine changing without nesting regeneration module that reduces time for control program compilation for similar machines. It also adds opportunity to generate control program for different types of machines using the same nesting layout. It will allow factories using production lines much more effectively in the future.

- Cutting process imitation module. Visual display of all cutting and idle instrument movements, heat control mapping and check parameters computing for current nesting. This module like any other simulator besides visualization could be used as trainer of factory worker who learn how to create control program manually [5].

After IPR generation and applying above mentioned modules program will continue to postprocessor input.

## Action

This data type contains only two fields which can fully describe elementary operation performed by instrument. First field called “type” allows to identify the kind of action. Second field called “attributes” consist of container holding data about action parameters and its names. Table shows comparison of “DetailInfo” which is input for preprocessor and “Action”

Comparison of input and output data types

Attribute type and name	Attribute meaning	Attribute type and name	Attribute meaning
String name	Detail index	ActionType type;	Type of the action
int count	Detail quantity	Map<ActionAttributeKey<?>, Object> attributes	Attributes
float width	Material thickness		
String product	Shipping invoice		
List<Arc> arcs	Drawing arcs		
List<Circle> circles	Drawing circles		
List<Segment> segments	Drawing segments		
List<Polyline> polylines	Drawing polylines		

Field “type” is an ActionType datatype and it can receive only strictly specified values which define cutting shapes and technological processes. Field “attributes” represents “map” collection where attribute names serve as keys and attribute values. Each name is individual for own action type.

## Postprocessor

Postprocessor receives list contains array of clearly defined elementary actions as an input. This is the IPR formed in preprocessor and it is required to build control program using it.

There are multiple variants of postprocessor for different types of machines which can form control program for specified instrument type. There are only postprocessors for waterjet and carbon laser machines at the moment. It is possible to implement machine changing without nesting regeneration module because of it.

However it is needed to take into account that input list contains only actions that describe detail contours. There is no information about idle movements and technological processes like compensations or turning instrument on and off. There is a special algorithm following conditional

branching to extend the action list: If action start point is equal to the current instrument point, then it is required to perform this action. Else it is needed to turn instrument off, perform idle movement to action start point, turn instrument on and perform this action. Algorithm block-scheme presented on Fig. 1. After that postprocessor creates string line which will contain ready-to-use G-code commands.

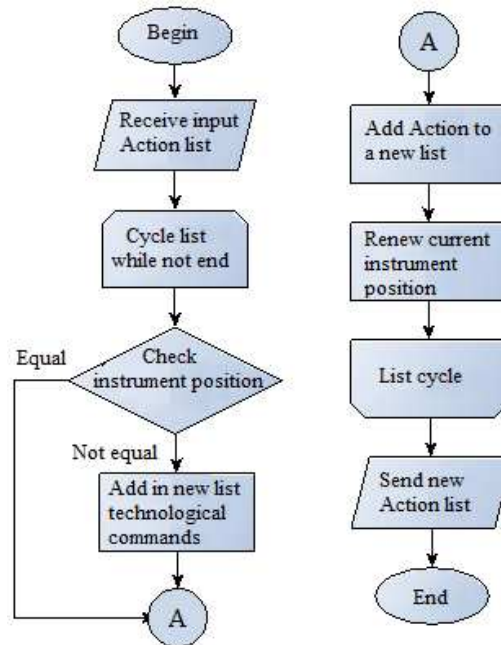


Fig. 1. Action list extension algorithm scheme

## Results

Simple detail was chosen to check system work quality. Detail is presented on Fig. 2.

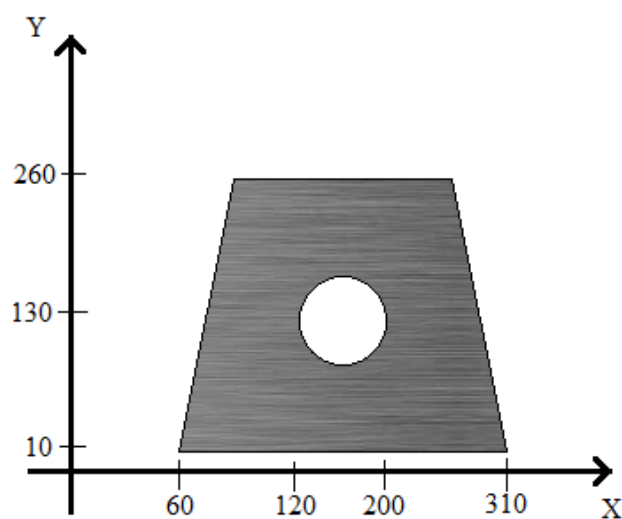


Fig. 2. Test detail

Control program automatically generated with Czech software package WryKrys for waterjet machines, which proven itself in production, was taken as a sample. Fig. 3 represents comparison between control program created with WryKrys and with module considered in this article.

<pre> %1 {[W2D-MC]} N2 ECHO "~~" N4 M192 G64 N6 FMP400 N7 M161 N8 G00 X0 Y0 N35 ECHO " Order= 1 " N40 ECHO " Name of drawing= M049 " N45 G0 X120.009 Y130.001 G41 N50 M193 N55 M191 N60 G3 X200.009 Y130.001 I40 J0 FMP400 M141 N65 G3 X120.009 Y130.001 I-40 J0 N70 M192 M140 N75 G0 X215.009 Y70.001 G40 N80 G0 X310.009 Y10.001 G41 N85 M193 N90 M191 N95 G1 X10.009 Y10.001 FMP400 M141 N100 G1 X60.009 Y260.001 N105 G1 X260.009 Y260.001 N110 G1 X310.009 Y10.001 N115 M192 M140 N120 M30 </pre>	<pre> %1 {[W2D-MC]} N2 ECHO "~~" N4 M192 G64 N6 FMP250 N7 M161 N8 G00 X0 Y0 N40 G00 X120.0 Y130.0 G41 N45 M193 N50 M191 N55 G02 X200.0 Y130.0 I40.0 J0 FPM250 M141 N60 G02 X120.0 Y130.0 I-40.0 J0 N65 M192 M140 N70 G40 N75 G00 X310.0 Y10.0 G41 N80 M193 N85 M191 N90 G01 X10.0 Y10.0 FPM250 M141 N95 G01 X60.0 Y260.0 N100 G01 X260.0 Y260.0 N105 G01 X310.0 Y310.0 N110 M192 M140 N115 M30 </pre>
--	---

Fig. 3. Results comparison. WryKrys control program on the left and module program on the right

## References

1. Investigation of business process of useful remains accounting in sheet material cut / R.A. Faizrakhmanov, R.T. Murzakaev V.S. Shilov, A.V. Burkova // Perm national research polytechnic university Bulletin. Electronics, information technologies, control systems. – 2013. – № 7. – P. 143–148.
2. Kormilitsin S.I. Programmirovaniye obrabotki detalej na stankah s CHPU. Uchebnoe posobie / VolgGTU. – Volgograd, 1999.
3. Lovygin A.A. Sovremennyj stanok s CHPU. CAD-CAM programmirovaniye. Uchebnoe posobie. – M.: EHI'f IPR, 2006.
4. Murzakaev R.T., Shilov V.S. Application of group decoder for solving 1.5-dimentional bin packing problem // Nauka, Tekhnika, Innovacii 2014: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. – 2014. – P. 259–263.
5. Faizrakhmanov R.A., Khabibulin A.F. Designing and developing training complex of portal crane operator // Perm national research polytechnic university Bulletin. Electronics, information technologies, control systems – 2014. – № 9. – P. 80–92.



# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ПРЕДМЕТУ “ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА”» ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Преподаватель В.А. Прошкин**  
Сыктывкарский целлюлозно-бумажный техникум

Программный комплекс «Лабораторный практикум по предмету “Прикладная электроника”» предназначен для подготовки квалифицированных специалистов по профессии «Техник по компьютерным системам». Он включает структурированные учебные материалы (цель работы, теоретические сведения, учебные задания и указания по их выполнению, электронная тетрадь студента и др.) по 14 лабораторным работам, выполняемым в программной среде схемотехнического моделирования и анализа электронных схем NI Multisim 10. Данная учебная разработка соответствует государственному стандарту среднего профессионального образования.

**Ключевые слова:** программный комплекс; электроника; лабораторный практикум; среднее профессиональное образование.

## **APPLICATION OF SOFTWARE PACKAGE «LABORATORY PRACTICUM IN THE APPLIED ELECTRONICS COURSE» FOR THE EDUCATION OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION STUDENTS**

**Educator V.A. Proshkin**  
Syktyvkar Pulp and Paper College

The software package «Laboratory practicum in the Applied Electronics course» is intended for the training of qualified employees in the profession of «Computer Engineering Technician». It includes structured learning materials (aim, theoretical information, practical training and guidance for their implementation, student electronic book and others) on 14 laboratory work performed in the software environment of circuit simulation and electronic circuit analysis NI Multisim 10. This lessons relevant to the Government Standard of Secondary Vocational Education.

**Keywords:** software package; electronics; laboratory practicum; secondary vocational education.

Программный комплекс «Лабораторный практикум по предмету “Прикладная электроника”» предназначен для подготовки квалифицированных специалистов по профессии: «Техник по компьютерным системам» и составлен на основе государственного стандарта среднего профессионального образования. Учебная разработка направлена

на формирование и оценку компетенции 2.1, 1.1, полностью отвечает требованиям к знаниям, умениям и практическому опыту по предмету «Прикладная электроника». Программный комплекс может быть использован для проведения лабораторного практикума как в типовых дисплейных классах, так и дома на персональном компьютере.

В лабораторный комплекс включены структурированные учебные материалы (цель работы, основные теоретические сведения, учебные задания и методические указания к их выполнению, электронная тетрадь студента – отчет по работе, электротехнический калькулятор, тестовые задания и др.) по 14 лабораторным работам по прикладной электронике, выполняемым в программной среде схемотехнического моделирования и анализа электронных средств NI Multisim 10 (MS10).

**Ход работы с использованием программного комплекса.** Пользовательский интерфейс состоит из главного меню, панели инструментов, рабочей области и панели задач (рисунок). Управление программой осуществляется выбором пунктов из меню или посредством щелчка мышью по соответствующим кнопкам панели инструментов.

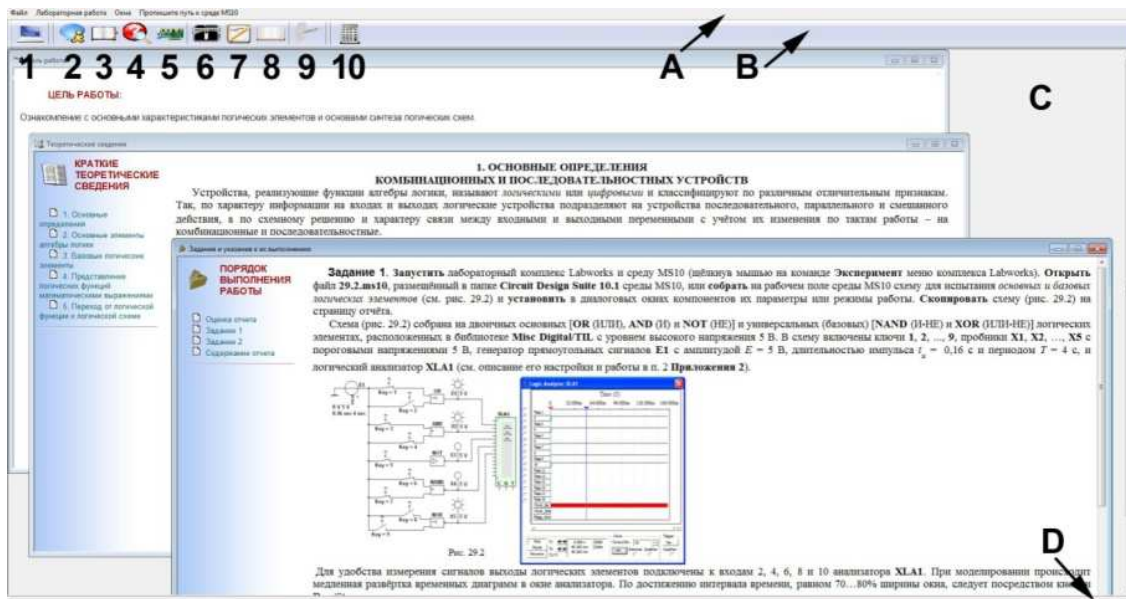


Рис. Пользовательский интерфейс программного комплекса «Учебно-методический лабораторный практикум по предмету “Прикладная электроника”». *A* – главное меню, *B* – панель инструментов, *C* – рабочая область, *D* – панель задач; *1* – «Выбор работы», *2* – «Цель работы», *3* – «Краткие теоритическое сведения», *4* – «Задания и указания к выполнению», *5* – «Схемы для исследования», *6* – «Эксперимент в среде MS10», *7* – «Тестирование», *8* – «Открыть электронную тетрадь», *9* – «Открыть бланк отчета», *10* – «Электронный калькулятор»

Помимо стандартных для Windows-приложений пунктов «Файл» и «Окна» главное меню содержит пункты «Лабораторная работа» и «Пропишите путь к среде MS10», с помощью которых осуществляется выведение сведений о содержании определенной работы и прописывается путь к среде составления электронных схем.

Для начала выполнения лабораторной работы на панели инструментов программного комплекса необходимо выбрать пункт «Выбор работы». После щелчка мышью по кнопке в появившемся окне на названии выбранной лабораторной работы на экран дисплея выводится пользовательский интерфейс УМЛПППЭ с четырьмя окнами: «Цель работы»; «Задания и указания к их выполнению»; «Теоретические сведения»; «Схемы для исследования» (см. рисунок). Из информации, представленной в данных четырех пунктах, студент узнает о целях и задачах работы, получает теоретические сведения для понимания ее сути, знакомится с ходом и деталями дальнейшей практической работы.

Изучив общие сведения о работе и рассчитав параметры схемы, студент переходит к осуществлению эксперимента. Для этого запускается программная среда NI Multisim 10 путем нажатия пункта панели инструментов «Эксперимент в среде MS10», выводится заставка «Задания» с закладками «Эксперименты». Например, в лабораторной работе по теме «Логические элементы и схемы» необходимо выполнить два задания: «Изучение работы основных логических элементов» (Эксперимент 1) и «Исследование работы комбинационных схем» (Эксперимент 2). При щелчке мышью по команде «Эксперимент 1» на рабочее поле среды MS10 выводится схема для испытания схем логических элементов, где студент проводит манипуляции с элементами схемы. Одновременно на экран дисплея поверх рабочего поля среды MS10 выводится «Электронная тетрадь студента».

Результаты экспериментов (таблицы, электрические схемы и осциллограммы) заносятся в электронную тетрадь при выполнении работы с последующим конвертированием и распечаткой отчета в формате MS Word.

**Оценивание работы студента.** Для выставления оценки студенту была разработана система, состоящая из четырех структурных элементов (блоков), каждый из которых направлен на формирование того или иного компонента профессиональных компетенций в области «Прикладной электроники». В качестве параметров системы были

выбраны:  $X_1$  – сформированные знания у студентов;  $X_2$  – сформированные умения у студентов;  $X_3$  – сформированные навыки у студентов;  $X_4$  – опыт самостоятельной деятельности. Общая оценка за работу ставится как средняя арифметическая параметров  $X_1, X_2, X_3, X_4$ .

Были выделены три уровня сформированности профессиональных компетенций:

- высокий уровень сформированности профессиональных компетенций – от 80 до 100 % (оценка 5);
- средний уровень сформированности профессиональных компетенций – от 60 до 80 % (оценка 4);
- низкий уровень сформированности профессиональных компетенций – от 40 до 60 % (оценка 3).

Формирование параметра  $X_1$  происходит следующими программными методами: окно 3 – «Краткие теоритическое сведения», окно 7 – «Тестирование». Процент выставляется по количеству правильных ответов на тест. Формирование параметра  $X_2$  происходит следующими программными методами: окно 4 – «Задания и указания к выполнению», окно 5 – «Схемы для исследования», окно 6 – «Эксперимент в среде MS10». Процент выставляется по количеству правильно собранных схем.

Формирование параметра  $X_3$  происходит следующими программными методами: окно 6 – «Эксперимент в среде MS10», окно 8 – «Открыть электронную тетрадь», окно 10 – «Электронный калькулятор». Процент выставляется по количеству правильно выполненных заданий.

Формирование параметра  $X_4$  происходит следующими программными методами: окно 6 – «Эксперимент в среде MS10», окно 8 – «Открыть электронную тетрадь», окно 10 – «Электронный калькулятор». Процент выставляется по количеству правильно выполненных дополнительных заданий.

# УЧЕТ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ВО ВНУТРЕННИХ КОНТУРАХ В РЕДАКТОРЕ КАРТ РАСКРОЯ

Студент В.А. Рутин,  
канд. техн. наук, доцент Р.Т. Мурзакаев,  
ассистент В.С. Шилов  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье описана реализация перемещения геометрических объектов во внутренние контуры с учетом технологических ограничений. Рассмотрены методы нахождения деталей, содержащихся во внутренних контурах. Предложенные решения реализованы в программном комплексе «*ITAS Nesting*».

**Ключевые слова:** графический редактор; вектор выталкивания; вектор вталкивания; геометрические объекты; внутренние контуры.

## CONSIDERING OF DETAILS PLACEMENT POSSIBILITY IN INTERNAL CIRCUITS IN THE CUTTING CHARTS EDITOR

Student V.A. Rutin,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor R.T. Murzakaev,  
Assistant Lecturer V.S. Shilov  
Perm National Research Polytechnic University

The paper deals with implement moving details into internal circuit compliance with the technological limitations. Methods of finding details containing in internal contours are considered. The proposed solutions are implemented in the software package «*ITAS Nesting*».

**Keywords:** graphic editor; pushing vector; pulling vector; geometrical objects; internal circuit.

Графические редакторы относятся к наиболее популярным и эффективным средствам взаимодействия пользователя с программным продуктом. Особую группу редакторов составляют те, где точность расчетов имеет критически-важное значение. В ходе разработки и дальнейшей технической поддержки такого инструмента возникает множество нетривиальных задач. Одной из таких задач является размещение геометрических объектов во внутренних контурах других геометрических объектов. Размещение должно учитывать технические ограничения [1], быстро работать и помогать пользователю в принятии решений. Решение такой задачи и рассмотрим подробнее на примере графического редактора программного комплекса «*ITAS Nesting*».

Целью данной статьи является разработка методов и алгоритмов, позволяющих размещать геометрические объекты во внутренних контурах других геометрических объектов.

В статье будут рассмотрены следующие задачи:

- организация хранения информации о внутренних контурах объектов раскроя и их потомках;
- выделение детали, ее потомков, связанное перемещение;
- перемещение детали во внутренние контуры других геометрических объектов.

Описание деталей и соответствующих классов. Детали в проекте описываются простейшими геометрическими примитивами и в своей основе содержат один внешний и несколько внутренних контуров [2] (рис. 1). Между деталями должен оставаться технологический зазор – минимальное допустимое расстояние [1].

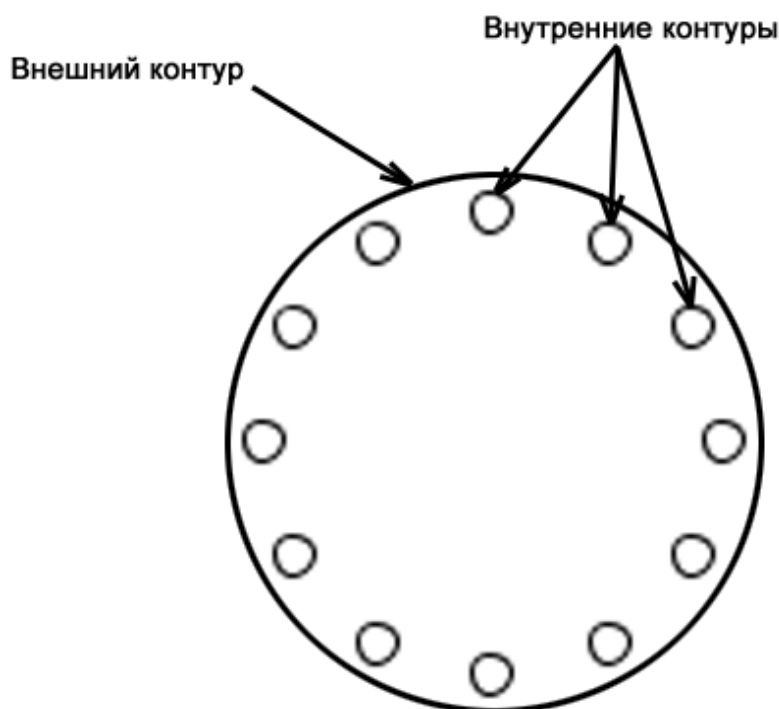


Рис. 1. Чертеж детали, содержащей внутренние контуры

При работе с такими деталями необходимо учитывать не только пересечение внешних контуров и минимальное расстояние между ними, но и возможность полного попадания одного геометрического объекта во внутренний контур другого. Для этого необходимо уметь быстро и эффективно получать информацию обо всех контурах каждой детали на карте раскроя.

Придерживаясь концепции объектно-ориентированного программирования [3], построим *UML*-диаграмму классов (рис. 2).

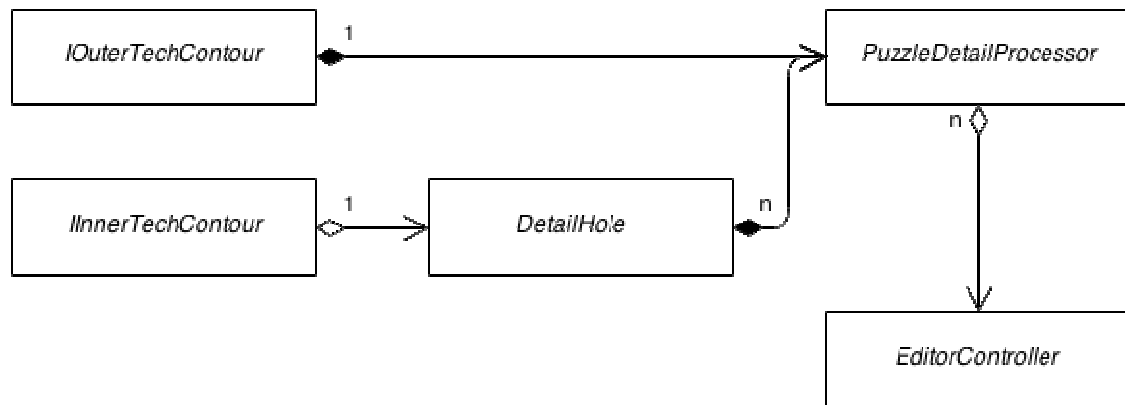


Рис. 2. *UML*-диаграмма, описывающая взаимосвязь классов

Класс *PuzzleDetailProcessor* описывает деталь на карте раскрыя. Каждая деталь включает в себя внешний контур – *IOuterTechContour*, и несколько внутренних – *InnerTechContour*. Стоит отметить, что в целях соблюдения технологического зазора вокруг внешнего контура *IOuterTechContour* строится невидимая пользователю модифицированная копия контура на расстоянии половины технологического зазора. Назовем ее оболочкой. Такая же копия строится и для контура *InnerTechContour*, но внутри него.

Каждый внутренний контур образует «дырку» – геометрическую область, где можно размещать другие объекты раскрыя. За корректное управление такой областью и деталями на ней отвечает класс *DetailHole*. Таким образом, графический редактор, представленный классом *EditorController*, может быстро получить доступ к информации обо всех контурах конкретной детали.

Нахождение деталей, содержащихся во внутреннем контуре. Потомком детали назовем объект, который находится внутри одного из ее внутренних контуров. Задача поиска потомков используется во многих алгоритмах редактора, выделим два способа ее решения для конкретного геометрического объекта раскрыя:

- полный перебор всех деталей с последующей проверкой на принадлежность каждому внутреннему контуру;
- хранение и поддержка списка потомков для каждой детали.

В первом случае полный перебор негативно сказывается на быстродействии программы вследствие того, что его асимптотическая

сложность –  $O(n)$ , а операция проверки вхождения одного геометрического контура в другой ресурсоемка. Отметим, что графический редактор – это в некотором роде система реального времени, где время отклика играет важную роль. Операция получения всех потомков используется в алгоритмах, асимптотическая сложность которых может достигать  $O(n^2)$ , что в совокупности с полным перебором и выбором потомков дает  $O(n^3)$ . Высокая асимптотическая сложность создает проблемы с быстродействием на карте раскроя с большим количеством деталей, соответственно, использовать данный метод нецелесообразно.

Рассмотрим второй метод – использование списка потомков. Получив карту раскроя, рассчитаем и построим список всех потомков для каждой детали. Поскольку операция построения будет вызываться всего один раз, реализовать ее можно простым перебором. Полученная структура данных представляет собой массив указателей на экземпляры *PuzzleDetailProcessor* и хранится в классе *DetailHole*. При перемещении какой-либо детали из внутреннего контура обновим массив указателей, исключив из него выделенную деталь или группу деталей. При перемещении детали во внутренний контур обновим массив указателей, включив в него выделенную деталь или группу деталей. Таким образом, список потомков всегда будет актуальным. Итоговая асимптотика операции считывания всех потомков –  $O(1)$ , поэтому при разработке редактора второй способ доступа к потомкам более предпочтителен, чем первый.

**Выделение деталей и связанное перемещение.** При перемещении детали, содержащей другие детали в своих внутренних контурах, необходимо перемещать как саму деталь, так и ее потомков. Разумнее всего организовать это на этапе выделения.

Операция выделения одного объекта сводится к проверке принадлежности точки к геометрическому контуру [4, 5] и в данной статье не рассматривается. Рассмотрим выделение детали, во внутреннем контуре которой содержится группа других деталей (рис. 3).

Кроме детали будем выделять соответствующие геометрические объекты, содержащиеся в ее внутреннем контуре. Для этого считаем список потомков, содержащийся в классе *DetailHole*, и выделим полученные объекты, а затем вызовемся рекурсивно. Таким образом, при выделении детали будем выделять все геометрические объекты,



содержащиеся в ее внутренних контурах. Перемещая такую группу геометрических объектов, пользователь будет перемещать как саму деталь, так и ее потомков.

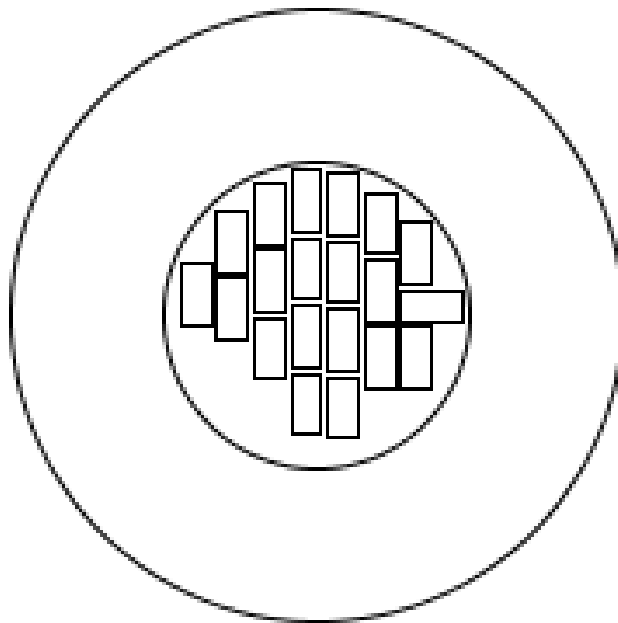


Рис. 3. Чертеж детали, содержащей потомков

**Перемещение деталей во внутренние контуры.** Чтобы корректно перемещать детали, учитывая взаимное непересечение внешних контуров и возможность расположения деталей во внутренних контурах, воспользуемся принципом «выталкивания» [5].

Вектором «выталкивания» назовем вектор, при перемещении по которому (рис. 4, *а*) детали не пересекаются и состыковываются друг с другом (рис. 4, *б*). Вектор «выталкивания» выделен красным цветом.

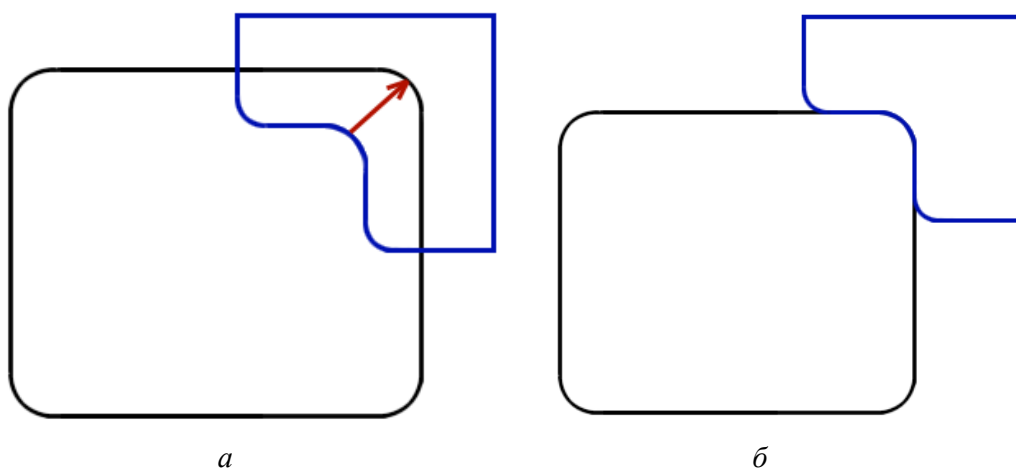


Рис. 4. Вектор «выталкивания», построенный для двух деталей

Вектором «вталкивания» назовем вектор, при перемещении по которому (рис. 5, *a*) одна деталь состыковывается с внутренним контуром другой детали (рис. 5, *б*).

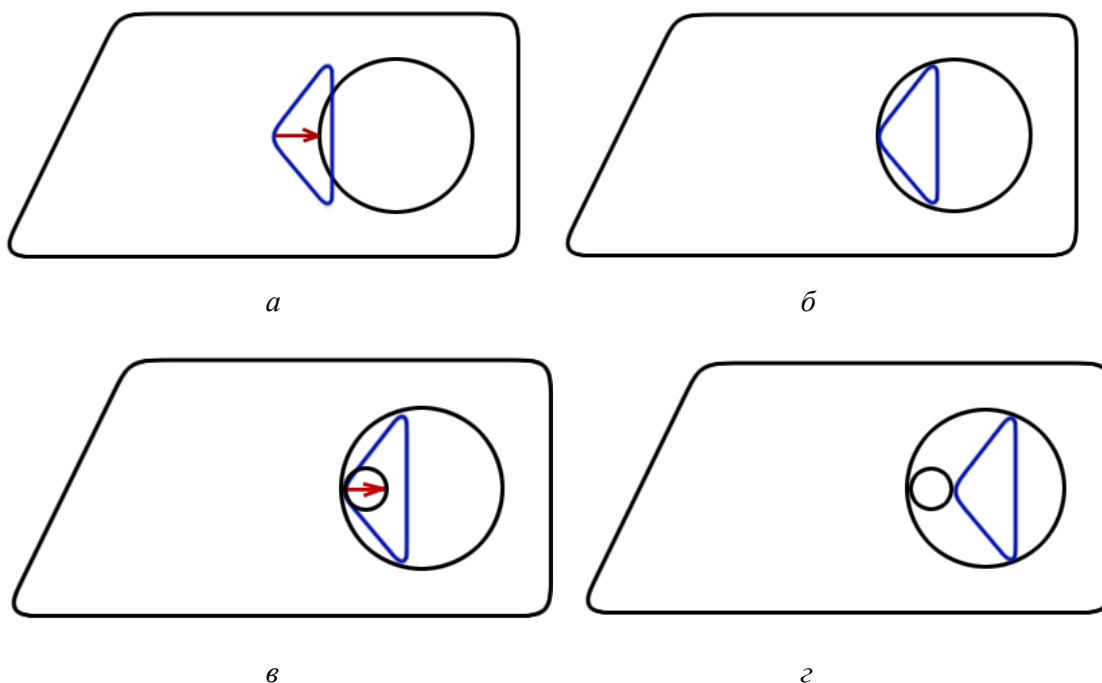


Рис. 5. Вектор «вталкивания», построенный для нескольких деталей

При перемещении детали или группы деталей проверим, пересекается ли она с другой деталью на карте раскроя (см. рис. 5, *a*) [4], [6]. Если такое пересечение обнаружено и пересекаемая деталь содержит внутренние контуры, для каждого контура построим вектор «вталкивания» (см. рис. 5, *б*) и сместим выделенную деталь на данный вектор. Дополнительно проверим пересечение выделенной детали с потомками пересекаемой детали и, если коллизия обнаружена, построим вектор «выталкивания» относительно пересекаемых потомков (рис. 5, *в*) – в данном случае относительно окружности. Далее сместим выделенные объекты по вектору «выталкивания» (рис. 5, *г*). Если в результате данных действий обнаружим, что какие-либо объекты раскроя пересекаются, переместим выделенные детали в первоначальное положение. Далее будем действовать по обычному алгоритму проверки пересечений внешних контуров [5]. Таким образом, выделенная деталь точно состыкуется с потомками пересекаемой детали и/или ее внутренним контуром.

Стоит отметить, что организация перемещения с использованием векторов «выталкивания» и «вталкивания» делает возможным точно

учитывать технологический зазор, для чего необходимо анализировать не сами внешние и внутренние контура, а их оболочки. Кроме того, такая организация значительно упрощает взаимодействие пользователя с редактором.

**Заключение.** Разработаны методы получения информации о потомках деталей, организовано выделение деталей вместе с ее потомками, разработаны алгоритмы перемещения деталей во внутренние контуры геометрических объектов раскроя и анализа столкновений с другими деталями. Методы и алгоритмы использованы в редакторе карт раскроя программного комплекса «ITAS Nesting».

### Библиографический список

1. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 143–148.

2. Мезенцев А.С., Шилов В.С. Интерпретация данных о деталях для алгоритмов решения задач двумерного раскроя-упаковки // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 137–143.

3. Файзрахманов Р.А., Архипов А. В. Проектирование автоматизированных информационных систем на основе объектно ориентированного подхода: учебное пособие / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2009.

4. Шилов В.С. Анализ взаимного расположения примитивов в задаче раскроя-упаковки // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (INNOTECH 2013). – Пермь, 2013. – С. 297–303.

5. Рутин В.А. Алгоритмы функционирования редактора карт раскроя // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (INNOTECH 2013). – Пермь, 2013. – С. 322–328.

6. Брюханова А.А.. Алгоритмы обнаружения и разрешения столкновений // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (INNOTECH 2013). – Пермь, 2013. – С. 290–296.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВИБРОУСТАНОВКИ

**Магистрант М.К. Рыспаева**

Костанайский государственный университет им. Ахмета  
Байтурсынова, г. Костанай, Республика Казахстан

**канд. техн. наук, старший преподаватель К.С. Рыспаев**

Костанайский социально-технический университет  
им. акад. Зулкарнай Алдамжар

В связи с тем, что при получении биогаза на территории Казахстана возникают проблемы при выработке метана, предложено решение этих проблем в виде разработки вибрационной установки. Вибрационная установка предназначена для разделения биомассы на фракции материалов с различными физико-механическими свойствами. В данной статье рассматриваются информационные модели виброустановки для биогазовых установок: описательная и формальная информационные модели.

**Ключевые слова:** виброустановка; информационная модель; описательная информационная модель; биогазовая установка; проблемы биогаза.

## DEVELOPMENT OF INFORMATION MODEL OF VIBRATION MACHINE

**Master student M.K. Ryspayeva**

A. Baitursynov Kostanay State University, Kostanay,  
The Republic of Kazakhstan

**Ph.D. in Technical Sciences, Senior Lecturer K.S. Ryspayev**

Academician Zulkarnay Aldamzhar Kostanay Socio-Technical  
University, Kostanay, The Republic of Kazakhstan

Due to the fact that the production of biogas in Kazakhstan there are problems in the development of methane. The solution to these problems is proposed in the development of a vibration machine. The vibration machine is designed for the separation of biomass into fractions of materials with different physical and mechanical properties. In this article information model of vibration machine are proposed for biogas installations: a descriptive and formal information models.

**Keywords:** vibratory; information model; descriptive information model; biogas installation; biogas problems.

Отрасль по возобновляемым источникам энергии занимает лидирующее место не только в промышленности, но и в научных исследованиях Республики Казахстан.

В мировой структуре энергопотребления возобновляемые источники энергии (ВИЭ) занимают около 7 % [1]. В Казахстане же доля ВИЭ в энергобалансе менее 0,5 %. Классическая триада «солнце–ветер–биогаз» занимает долю энергопотребления на уровне 0,02–0,03 %. Потенциал ВИЭ в Казахстане огромен – около 1 трлн кВт·ч в год (примерно в 10 раз больше потребления электроэнергии в стране). Но реально «зеленой» энергии вырабатывается около 0,4–0,5 млрд кВт·ч в год, т.е. потенциал ВИЭ сегодня реализован на 0,05 %.

Но, несмотря на постепенное развитие возобновляемых источников энергии, возникают проблемы по получению биогаза. Биогазовые установки разрабатываются с учетом характеристик биомассы стран Европы, например, Германии, Великобритании. В связи с этим возникают проблемы по переработке биомассы, так как для стран Европы характерно использование жидкой биомассы, а для России и Казахстана – твердой биомассы.

Проблемы биогазовых установок из-за состава биомассы:

1. Образование корки в верхнем и нижнем слоях. В верхнем слое корка образуется за счет соломы. В нижнем слое – за счет твердых частиц (земля, камни, металл). Из-за наличия в биомассе твердых частиц измельчение биомассы не происходит полностью, и поэтому уменьшается выработка метана.

2. Образование «мертвой» зоны между двумя мешалками и по высоте лопастей – 1,6 м. В результате уменьшается зона брожения биомассы.

Существуют различные методы разрушения плавающей корки, но в основном методы применяются уже в самих реакторах биогазовой установки. Например, быстро вращающийся пропеллер, полностью погружающийся в биомассу; оборудование купола реактора ротором, запускающимся при образовании корки; различные виды мешалок (винтовые, гидравлические).

Как правило, биомассу в резервуаре перемешивают по несколько раз в день с целью достижения таких эффектов, как [2]:

- перемешивание свежей биомассы с перегноем с целью переселения и размножения в новом материале активных бактерий;
- распределение тепла с целью удержания насколько возможно равномерного распределения температуры в ферментаторе;
- избегание образования или разрушение образовавшейся корки или осадка;

– улучшение обмена веществ у бактерий через выведение пузырьков биогаза и подачу новых питательных веществ.

Также без установления мешалок в резервуаре происходит определенное перемешивание благодаря термическим конвекционным течениям и пузырькам газа, которые поднимаются. Такого пассивного перемешивания, однако, достаточно лишь для очень текучих, однородных субстратов – сточных вод, которые очень редко встречаются в сельском хозяйстве, не характерных для Казахстана.

К сожалению, все виды мешалок не дают эффекта полного разрушения плавающей корки.

Проанализировав данные, предлагается другой метод, который будет предотвращать образование плавающей корки на начальной стадии загрузки биомассы в реактор.

Предлагаемый метод заключается в фильтрации биомассы на фракции материалов с различными физико-механическими свойствами. Поисковыми опытами установлено, что среди механических устройств для разделения биомассы на фракции наиболее эффективными являются вибрационные установки [3].

Информационная модель – совокупность информации, характеризующей существенные свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром.

Информационные модели делятся на описательные и формальные. Описательные информационные модели – это модели, созданные на естественном языке (английском, русском, китайском, мальтийском и т. п.) в устной или письменной форме.

Формальные информационные модели – это модели, созданные на формальном языке (т.е. научном, профессиональном или специализированном). Примеры формальных моделей: все виды формул, таблицы, графы, карты, схемы и т.д. В статье будет рассмотрена формальная информационная модель в виде схемы.

**Описательная информационная модель.** В январе 2014 г. подана заявка на патент в Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Национальный институт интеллектуальной собственности» Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. Номер заявки №2014/0101.1, «Вибросито». Вибрационная установка относится к средствам разделения смесей на твердую и жидкую фазы по фракциям с помощью подвижных просеивающих поверхностей.

Вибрационная установка состоит из рамы, неподвижного решета, подвижного решета с регулировочным винтом, пружинных амортизаторов, вибропривода.

Вибросито представляет собой просеивающую поверхность в виде неподвижного решета, на его поверхности установлено подвижное решето в виде прямых пластин, которое приводится в движение регулировочным винтом с целью изменения размеров ячеек решета. Решета установлены на раме, которая опирается на пружинные амортизаторы. На раме устанавливается вибропривод.

Вибросито работает следующим образом. Органический материал с примесями (биомасса) помещают на вибросито, после чего рама приводится в колебательное движение дебалансным виброприводом. Колебания через неподвижное и подвижное решето, пружинные амортизаторы передаются материалу на поверхности решета, и происходит разделение на фракции. В зависимости от вязкости органического материала (биомассы) подвижным решетом изменяется размер ячеек неподвижного решета с помощью регулировочного винта, тем самым достигается эффективность процесса разделения.

Задачей вибрационной установки является повышение эффективности разделения на фракции материалов с различными физико-механическими свойствами.

**Формальная информационная модель.** На рис. 1 изображена схема вибрационной установки.

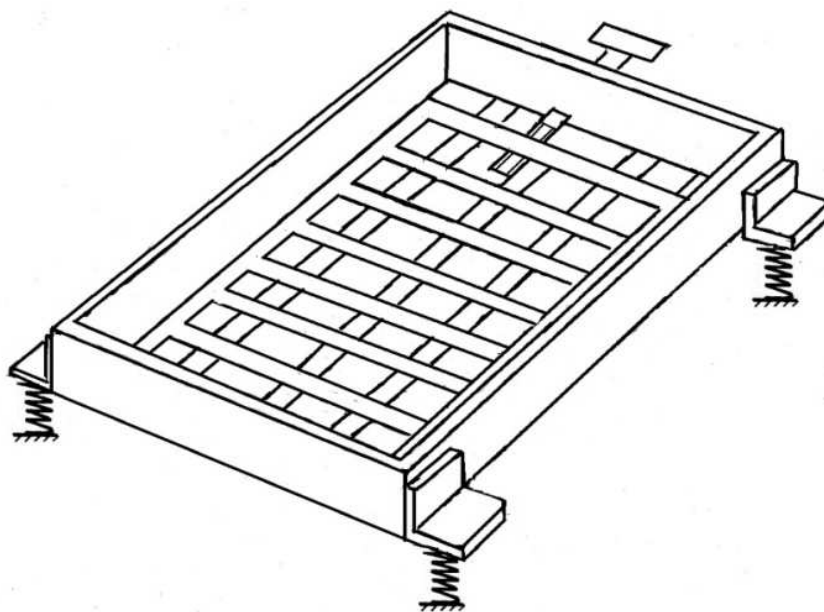


Рис. 1. Схема виброустановки

На рис. 2 изображена вибрационная установка с неподвижным решетом, а на рис. 3 изображено отдельное подвижное решето.

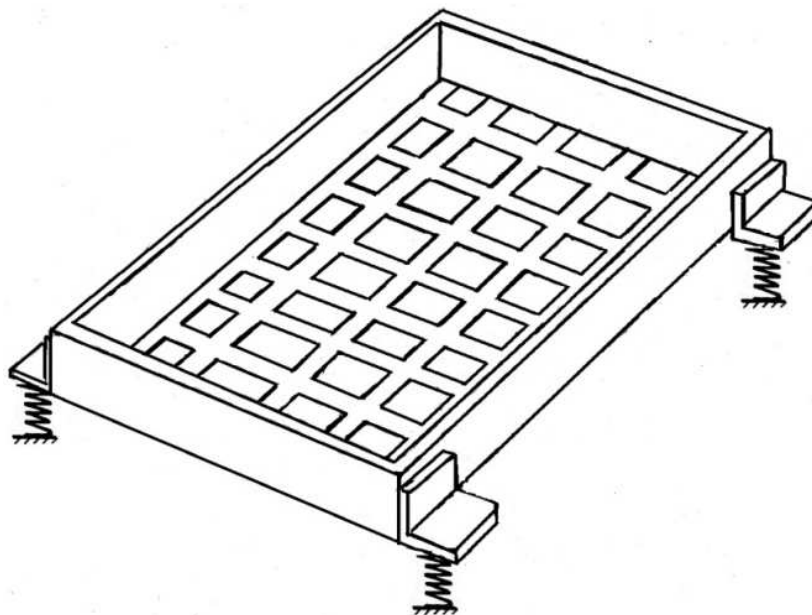


Рис. 2. Вибраустановка с неподвижным решетом

Подвижное решето позволит в процессе проведения экспериментов регулировать ширину ячеек для фильтрации биомассы.

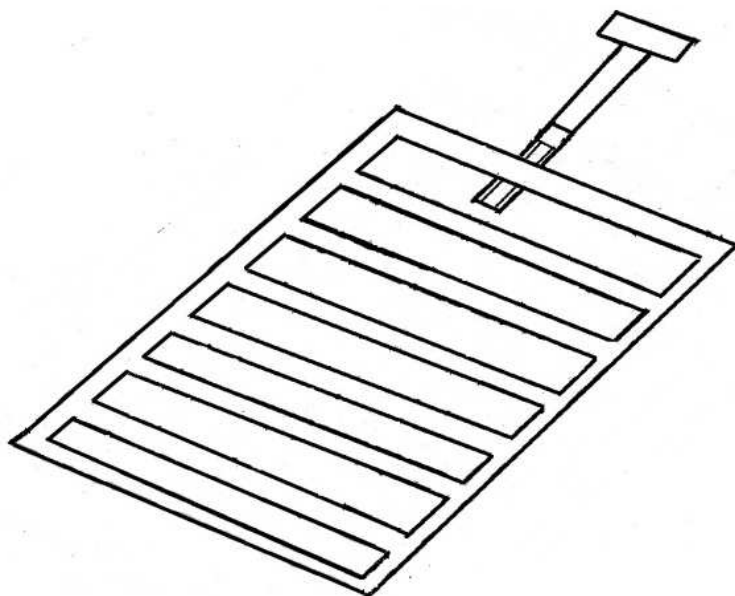


Рис. 3. Подвижное решето

Данная вибрационная установка позволит решить вышеперечисленные проблемы биогазовых установок на территории России и Казахстана на стадии загрузки биомассы в реактор.



**Выводы:** для решения таких проблем биогазовых установок, как образование плавающей корки и «мертвой» зоны между двумя мешалками и по высоте лопастей – 1,6 м, предложен новый метод фильтрации биомассы по физико-химическим свойствам с помощью вибрационной установки. В связи с этим рассмотрены две информационные модели виброустановки – описательная и формальная. Описаны вибрационная установка и ее составные части, а также изображена схема самой виброустановки. В дальнейшей исследовательской работе будут изучены правильные размеры просеивающей поверхности для гарантии работы, а также такие переменные, как удар, частота, ускорение, живое сечение решет и их влияние на эффективность вибрации, собственная частота, форма колебаний, статические и динамические воздействия и их влияние на структурное проектирование [4].

### **Библиографический список**

1. Казахстанская альтернатива // EnergyLand.info. – URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-60582> (дата обращения: 09.11.2014).
2. Смесительная техника в биогазовых установках // РосБиогаз. – URL: <http://www.rosbiogas.ru/literatura/biogazovie-ustanovki-prakticheskoe-posobie/smesitelnaya-texnika-v-biogazovix-ustanovkax.html> (дата обращения: 14.11.2014).
3. Дудка А.А. Обоснование технологического процесса и параметров вибрационного фильтра для разделения навоза на фракции: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Харьков, 1983.
4. Classification of vibrators / М.К. Ryspayeva, К.С. Ryspayev, S.Z. Rahatov [etc.] // Life Science Journal. – July 25, 2014. – Vol. 11. – Special Issue 7 (Supplement 1107s).

# ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА ЧАСТИЦ К ЗАДАЧЕ СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ КАДРОВ

**Аспирант И.Р. Сайфудинов,  
доцент В.В. Мокшин**

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Статья посвящена методам слежения за объектами в видеопоследовательности на основе фильтрации частиц. Рассмотрены особенности алгоритма и приведены результаты его применения в пакете Matlab R2012b.

**Ключевые слова:** фильтр частиц; видеослежение; распознавание образов.

## APPLYING FILTERS PARTICLES TO MAINTENANCE TASKS IN A VIDEO SEQUENCE VEHICLE FRAME

**Graduate student I.R. Saifudinov  
Associate Professor V.V. Mokshin**

Kazan National Research Technical University Tupolev

This article focuses on methods for tracking objects in video sequences based on particle filtering. The features of the algorithm and the results of its application in the package Matlab R2012

**Keywords:** particle filter; video tracking; image recognition.

Отслеживание визуальных объектов является сложной проблемой, но в последние годы трекеры объектов на основе фильтра частиц оказались очень эффективными. Концептуально трекер на основе фильтра частиц поддерживает распределение вероятностей по отслеживанию состояния (место, масштаб и т.д.) объекта. Фильтры представляют это распределение в виде набора взвешенных выборок или частиц. Каждая частица представляет собой возможный экземпляр состояния объекта. Другими словами, каждая частица – это предположение, представляющее один из возможных местоположений объекта отслеживания. Множество частиц содержит больший вес в тех местах, где отслеживаемый объект, скорее всего, будет находиться. Это взвешенное распределение распространяется через время, используя систему уравнений, известных как байесовские уравнения фильтрации, и мы можем определить траекторию объекта, взяв час-

тицу с наибольшим весом или средневзвешенное частицы, установленное на каждом шаге по времени.

Для некоторых практических задач, чтобы получить более точную оценку состояния системы, необходимо уйти от предположения, что шум имеет гауссово распределение [1]. В этом случае вводится понятие мультимодального распределения<sup>1</sup> шума, а для моделирования подобных систем используются фильтры частиц. Фильтры частиц являются более общим подходом к решению задачи сопровождения с применением вероятностных методов.

Алгоритм воспроизведения условной плотности (CONDitional DENSity propAGATION, CONDENSATION) [2, 3] – базовый алгоритм фильтрации частиц, на основании которого строится большинство алгоритмов данной группы, применяемых в компьютерном зрении. Поэтому остановимся более детально на рассмотрении схемы работы именно этого алгоритма.

Предполагая, что система может находиться в состояниях  $X_t = \{x_1, x_2, \dots, x_t\}$ , в момент времени  $t$  получим плотность распределения вероятности. Так же, как и для фильтра Кальмана, последовательность наблюдений будем обозначать  $Z_t = \{z_1, z_2, \dots, z_t\}$ . Наряду с этим введем предположение о том, что состояние  $x_t$  зависит только от предыдущего состояния – условие марковской цепи. Таким образом, получаем систему с независимым набором наблюдений. Техники фильтрации частиц представляют распределение вероятности в виде коллекции взвешенных выборок – частиц, появление которых регулируется посредством введения весов. Тогда множество  $S_t$  (1) определяет функцию плотности вероятности для состояния  $x_t$  при заданном наборе наблюдений  $Z_t$ .  $S_t$  задает приближенное распределение  $p(x_t|Z_t)$ .

$$S_t = \{(s_i^t, \pi_i^t), i = \overline{1, N}, \sum_{i=1}^N \pi_i^t = 1\}. \quad (1)$$

Задача состоит в том, чтобы построить метод восстановления множества  $S_t$  на основании  $S_{t-1}$ . Формально алгоритм можно представить в виде последовательности этапов:

1. Пусть коллекция взвешенных выборок в момент времени построена.

$$S_{t-1} = \{(s_i^{t-1}, \pi_i^{t-1}), i = \overline{1, N}, \sum_{i=1}^N \pi_i^{t-1} = 1\}. \quad (2)$$

---

<sup>1</sup> Мультимодальным распределением называется распределение, имеющее несколько мод или локальных максимумов. Мультимодальное распределение зачастую представляется смесью нескольких распределений.

Дополнительно вычислим интегральные веса:

$$c_i = c_{i-1} + \pi_i^{t-1}, i = \overline{1, N}, c_0 = 0. \quad (3)$$

2. Определим  $n$ -й экземпляр выборки  $S_t$ . Для этого случайным образом выберем число  $r$  из отрезка  $[0, 1]$  и вычислим  $j = \arg \min_i \{c_i > r\}$ . Отсюда получаем текущую оценку состояния  $s_j^{t-1}$ .

3. Выполним предсказание следующего состояния:

$$s_n^t = F_{t-1} s_j^{t-1} + w_{t-1}, \quad (4)$$

выполняется аналогично фильтру Кальмана  $x_{k+1} = F_k x_k + w_k$ , разница лишь в том, что нет ограничений, связанных с линейностью системы и видом распределения шума.

4. Выполним коррекцию. Используя текущее наблюдение  $z_t$  и его распределение, необходимо установить вес полученного экземпляра:

$$\pi_n^t = p(z_t | x_t = s_n^t). \quad (5)$$

5. Построим множество частиц  $S_t$ , повторив  $N$  раз шаги 2 – 4.

6. Нормализуем последовательность весов  $\pi_i^t$  так, чтобы  $\sum_{i=1}^N \pi_i^t = 1$ .

7. Вычислим наилучшую оценку для состояния  $x_t$ , например, как линейную свертку полученного набора экземпляров выборки  $x_t = \sum_{i=1}^N \pi_i^t s_i^t$ . Таким образом, фактически определим некоторую среднюю частицу.

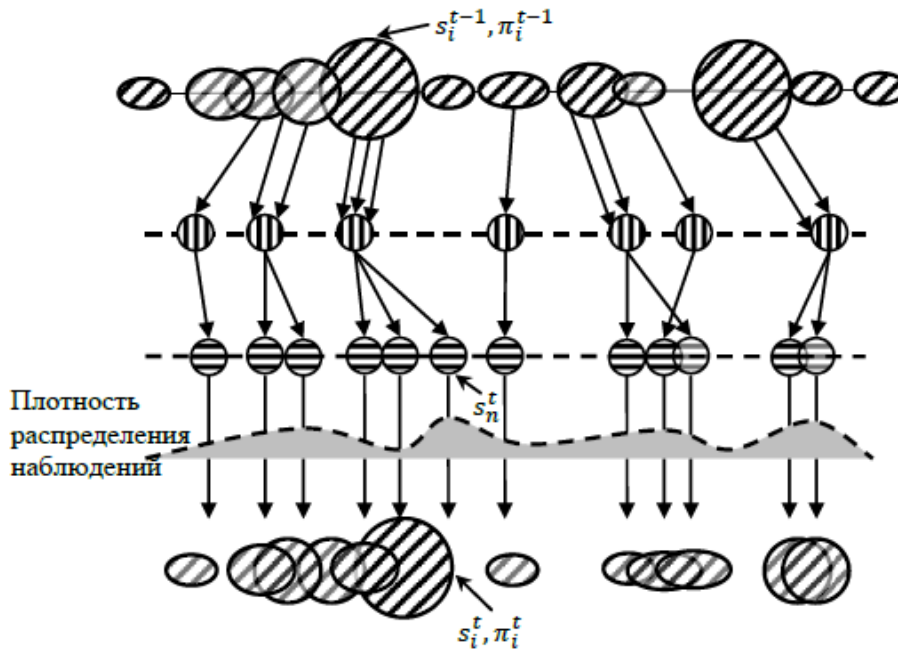


Рис. 1. Итерация алгоритма воспроизведения условной плотности

Описанный процесс можно проинтерпретировать графически (рис. 1) с использованием понятия частицы.

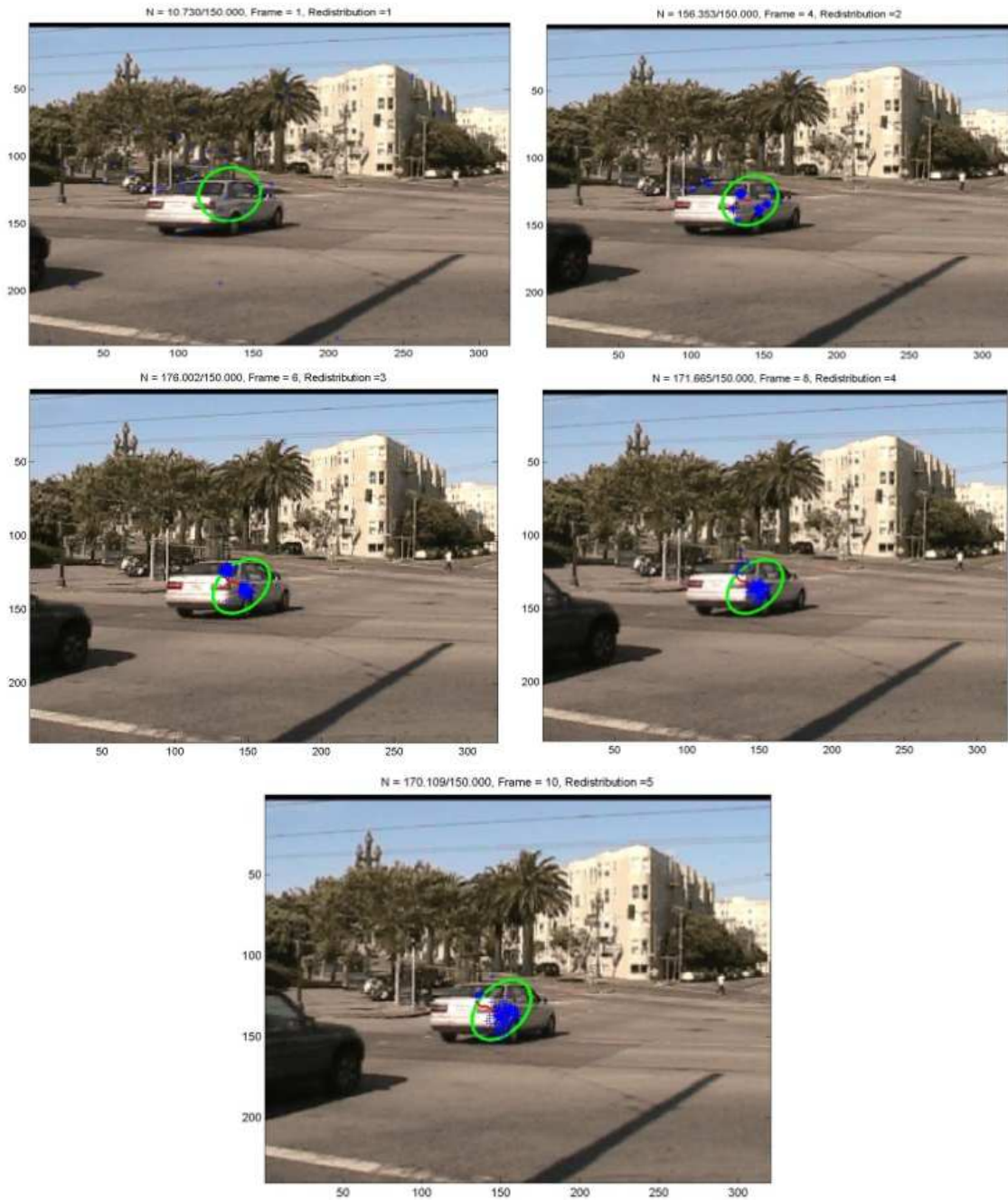


Рис. 2. Результаты отслеживания объекта

На входе итерации алгоритма имеется множество частиц  $\{(s_i^{t-1}, \pi_i^{t-1})\}$  (верхний уровень диаграммы). В результате  $N$ -кратного случайного выбора частиц из  $S_{t-1}$  получается некоторый набор экземпляров (2-й уровень сверху). Применение шага предсказания приводит к формированию множества оценочных состояний частиц

(3-й уровень), затем для каждой оценки выполняется коррекция на основании имеющихся наблюдений. Как следствие, создается множество частиц  $\{(s_i^t, \pi_i^t)\}$  в следующий момент времени (последний уровень диаграммы). На основе описанного алгоритма было разработано программное обеспечение, отслеживающее объект в течение последовательности кадров. Основное преимущество данного алгоритма: работа в режиме реального времени, недостаток в том, что необходимо задавать первоначальные координаты объекта (рис. 2).

### **Библиографический список**

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. – Springer, 2010. – 979 p.
2. Isard M., Blake A. Condensation – conditional density propagation for visual tracking // Int. J. Comput. Vision. 1998. – Vol. 29. – № 1. – P. 5–28.
3. Isard M., Blake A. Condensation – conditional density propagation for visual tracking. – URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?DOI:10.1.1.36.8357>.

# АЛГОРИТМЫ ДЕТЕКЦИИ ПРОСТЕЙШИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

**Магистрант С.Н. Свирский**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

В данной статье рассмотрены различные алгоритмы детекции простейших геометрических фигур, а также их применение в области детекции дорожных знаков. Также здесь приводятся результаты тестирования различных вариантов использования алгоритмов Canny-Hough.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение; обнаружение дорожных знаков; оператор Канни; алгоритм Хафа.

## DETECTION ALGORITHMS OF SIMPLE GEOMETRIC SHAPES

**Undergraduate S.N. Svirsky**

Belarusian State University of Informatics  
and Radioelectronics, Minsk

This article describes various algorithms for detecting simple geometric shapes, as well as their use in the detection of traffic signs. Also here the results of testing various uses algorithms Canny-Hough.

**Keywords:** computer vision; traffic sign detection; operator Canny; algorithm Hough.

Компьютерное зрение – одна из развивающихся областей современных компьютерных технологий. Данная область подразумевает поиск различных алгоритмов для распознавания фигур, объектов, а также выбор наиболее оптимальных алгоритмов, которые можно применить для тех или иных задач. К примеру, можно выделить такие сферы компьютерного зрения, как распознавание лиц и распознавание дорожных знаков в видеопотоке [1].

В качестве темы своей текущей работы была выбрана тема – алгоритмы детекции простейших геометрических фигур в видеопотоке. Под простейшими геометрическими фигурами следует понимать круг, прямоугольник и треугольник. Данная тема может найти применение в более частных задачах, к примеру, обнаружение дорожных знаков в видеопотоке. Таким образом, было решено использовать видео с авторегистратора для проведения экспериментов и тестов.

Для проведения серий экспериментов было написано приложение, которое позволяет с легкостью менять и комбинировать различные стадии предобработки изображения и постобработку результатов. Формально оно реализовано в виде конвейера, приведенного на рис. 1.

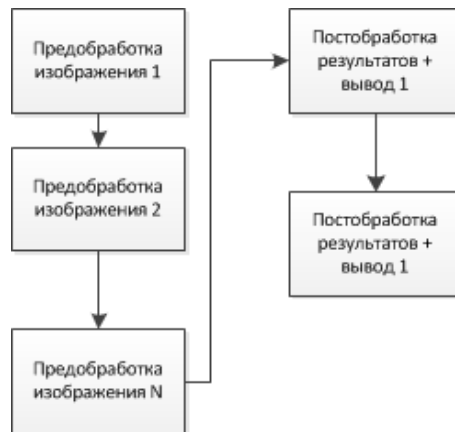


Рис. 1. Упрощенная блок-схема приложения

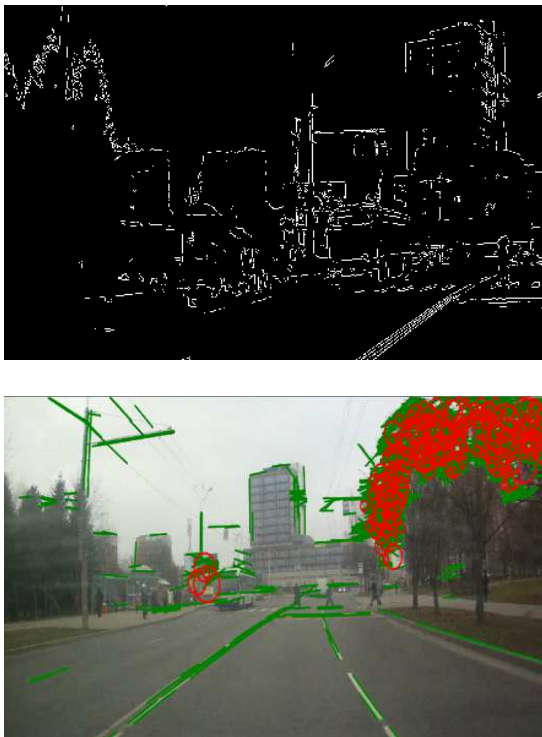


В качестве основы для работы алгоритма было решено использовать такие алгоритмы, как Canny и Hough. Были проведены различные эксперименты, результаты которых приведены в таблице.

### Результаты проведенных экспериментов

№ теста	Описание эксперимента (стадии)	Результат	Пример работы
1	2	3	4
1	Value канал – Gaussian Blur 9×9 – Canny – Hough	Очень много ложных срабатываний. Такие объекты, как деревья, дают очень много помех. Найдено 60 % круглых знаков. Границы прямоугольных знаков нечеткие, состоят из серии прямых линий.	



Продолжение таблицы

1	2	3	4
2	Value – Blur 3×3 – Canny – Hough	Количество ложных срабатываний увеличилось. Вызвано тем, что результат работы Canny представляет собой множество коротких линий.	
3	Value – Gaussian Blur 9×9 – Linear Contrast – Canny – Hough	Количество ложных срабатываний визуально меньше, чем в предыдущем эксперименте, но остается довольно высоким по сравнению с результатами 1-го эксперимента. Качество обнаруживаемых линий улучшилось	
4	Saturation – Gaussian Blur 9×9 – Canny – Hough	Количество ложных срабатываний уменьшилось. Однако данная модель имеет ряд иных недостатков: находит только знаки с насыщенными цветами. (Белые и черные знаки не обнаруживаются).	

1	2	3	4
5	Value – Gaussian Blur 9×9 – Posterization – Canny – Hough	Появляются новые помехи (уменьшение количества цветов создает новые границы).	

В случае экспериментов были использовано Full HD-видео.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Алгоритмы Canny-Hough требуют входное изображение/видео очень хорошего качества, снятое при хороших погодных условиях днем. В случае проведенных экспериментов незначительная помеха была также внесена алгоритмами сжатия видео.

2. Улучшить работу Canny-Hough алгоритмов можно одним из следующих способов: постеризация на основе классов цветов, поиск дополнительных методов предобработки изображения, которые позволят улучшить качество работы алгоритма Canny.

В настоящее время существуют уже готовые решения для систем обнаружения знаков. К примеру, в одной из существующих систем используется следующий алгоритм [2]:

1. Преобразование RGB в HSV.
2. Извлечения saturation-канала.

3. Бинарная сегментация изображения, исходя из заданного критерия. На выходе получается бинарное изображение с выделенными зонами, соответствующими определенным цветам (синий или красный). Шаги 2,3 вносят свои особенности в алгоритм. Таким образом, алгоритм не поддерживает черные и белые знаки, а также на алгоритм влияют объекты того же цвета, что и цвета искомым знаков.

4. Постобработка изображения. На данном этапе удаляется шум применением медианного фильтра и математической морфологии (операции наращивания и эрозии).

5. Подсветка объектов, исходя из заданных критериев (размер области).

6. Операция восстановления деформированных знаков. На выходе формируется массив контурных точек.

7. Извлечение контура на основе контурных точек.

8. Коррекция искажения (применяется в том случае, если знак повернут к нам боком).

9. Оптимизация центра масс. Данный шаг позволяет найти примерный радиус дорожного знака.

10. Реконструкция знака. На данном этапе используется алгоритм Левенберга – Марквардта.

Данный алгоритм показывает довольно неплохие результаты, несмотря на имеющиеся недостатки, такие как отсутствие поддержки черных и белых знаков, влияние объектов того же цвета, что и дорожные знаки. Поскольку пороговые значения для 3-го шага заданы статически, на данный алгоритм могут влиять внешние факторы: освещение, погодные условия и качество видео с видеорегистратора (требуется предварительная конфигурация перед использованием с данным видеорегистратором).

Существует ряд и других алгоритмов. Одним из них можно назвать алгоритм многомасштабных сверточных нейронных сетей. Несмотря на высокую степень эффективности, данные алгоритмы требуют обучения и являются узкоспециализированными.

### **Библиографический список**

1. Компьютерное зрение [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное\\_зрение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение) (дата обращения: 13.10.2014).

2. Road Sign Detection and Shape Reconstruction using Gielis Curves [Электронный ресурс]. – URL: <https://sites.google.com/site/mcvibot2011sep/> (дата обращения: 13.10.2014).

# ВЫЧИСЛЕНИЕ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ

**Магистрант И.А. Селиванов**  
**Канд. техн. наук, доцент П.Ю. Бранцевич**  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники, г. Минск

В статье рассматриваются способы вычисления кинематики движения на основе данных, снятых с датчиков движения, закрепленных на спортсменах, животных или оборудовании во время проведения спортивных мероприятий. В частности, приводится пример анализа прыжков лошади через препятствия в конном виде спорта «конкур».

**Ключевые слова:** сенсоры; кинематика; спорт.

## MOTION KINEMATICS CALCULATION BASED ON SENSORY DATA

**Master student I.A. Selivanov**  
**Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor P.Yu. Brantsevich**  
Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Minsk

Different approaches for motion kinematics calculation based on sensory data are described in this article. Sensory data is received from movement sensors. They could be fasten on sportsmen, animals or some equipment during sport events. Particularly, we make the example of analysis of horse jumping through the obstacles in horse show jumping.

**Keywords:** sensors; kinematics; sport.

В современном мире сенсоры и программные продукты, основанные на их использовании, приобретают все большую популярность. Активно развивается направление мобильных сенсорных устройств, используемых в повседневной жизни обычными пользователями. Одним из наиболее перспективных направлений в использовании сенсоров является спорт. Вычисление и сбор различной спортивной статистики с помощью сенсоров находятся среди приоритетных направлений в разработке сенсорного программного обеспечения.

Вычисление кинематики движения является одним из ключевых моментов во всем процессе обработки сенсорных данных, так как это является практически конечным продуктом вычислений. На этом этапе возникают сложности в выборе способов вычисления необходимых

параметров, а также фильтрации сенсорных данных. Кроме определения общих кинематических данных, как то ускорения, скорости и перемещения за промежуток времени, во многих видах спорта возникают необходимость и сопутствующая сложность в вычислении специфических параметров.

Для вычисления всех необходимых параметров сначала нужно определить нужные отрезки сенсорных данных, которые наиболее интересны, так называемые активности, так как при непрерывном вычислении погрешность вычислений совокупности каждой точки данных накапливается, и, таким образом, уже через довольно короткий промежуток времени вычисления дают неверный результат. Активности определяются на основе увеличения и уменьшения ускорения. После определения активности в каждой точке данных, кроме имеющегося ускорения, вычисляются скорость и перемещение – через интегрирование ускорения. При этом в вычислении участвуют предыдущие точки.

Рассмотрим вычисление кинематики движения лошадиных прыжков в конном виде спорта «конкур». С помощью данных сенсора, закрепленного на седле лошади, определяются сами прыжки лошади через препятствия, далее происходит вычисление необходимых данных для конкретного прыжка. Кроме расчета ускорения, скорости и перемещения, вычисляются специфические параметры – ускорения при взлете и спуске, угол взлета, высота прыжка и время нахождения в воздухе. В основе всех вычислений лежит ускорение в мировой системе координат, вычисляемое с помощью ускорения в локальной системе координат сенсора и кватерниона вращения [2]. Эти данные определяются и отдаются сенсором с акселерометра и магнитометра соответственно.

Перед определением моментов активностей данные нужно сначала сгладить, чтобы избавиться от ненужных шумов, которые будут мешать правильно определить границы активностей. Для этого применяется фильтр средней скользящей с размером буфера 11 точек [1].

Для определения взлета и спуска в прыжке можно использовать два способа. Первый основан на анализе перемещения по оси  $Z$ . В промежутке прыжка вычисляются отрезки, где компонента  $Z$  перемещения резко увеличивается – это взлет, и где компонента  $Z$  резко уменьшается – это спуск (рис. 1). Второй способ основан на определении пиков

модуля угловой скорости. Внутри прыжка таких пиков должно быть три, взлетом является первый пик, полетом – второй, спуском – последний (рис. 2).

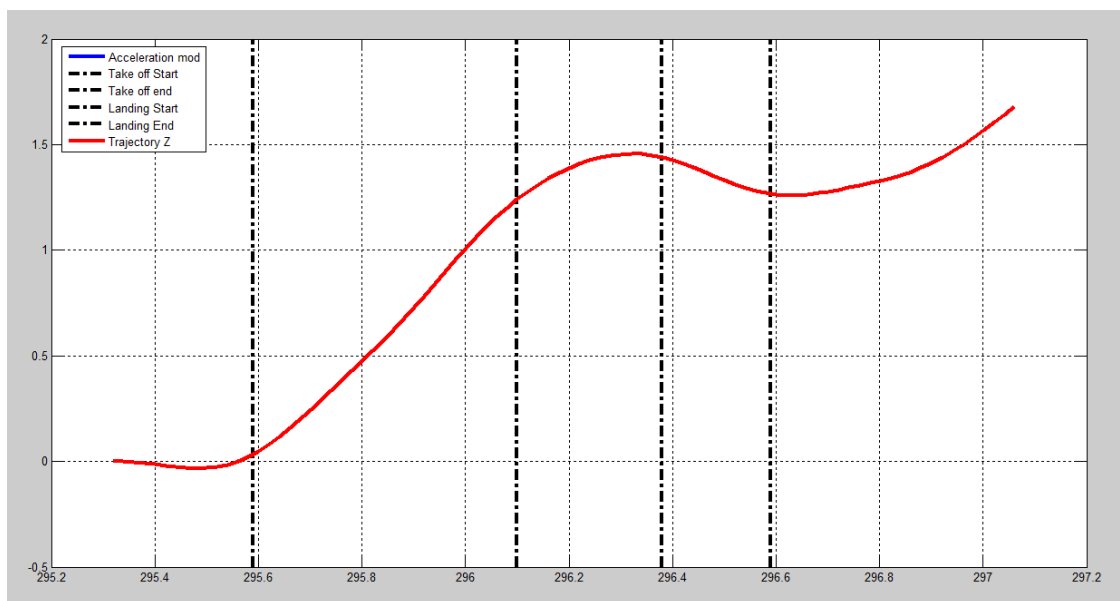


Рис. 1. График перемещения по оси Z во время прыжка лошади

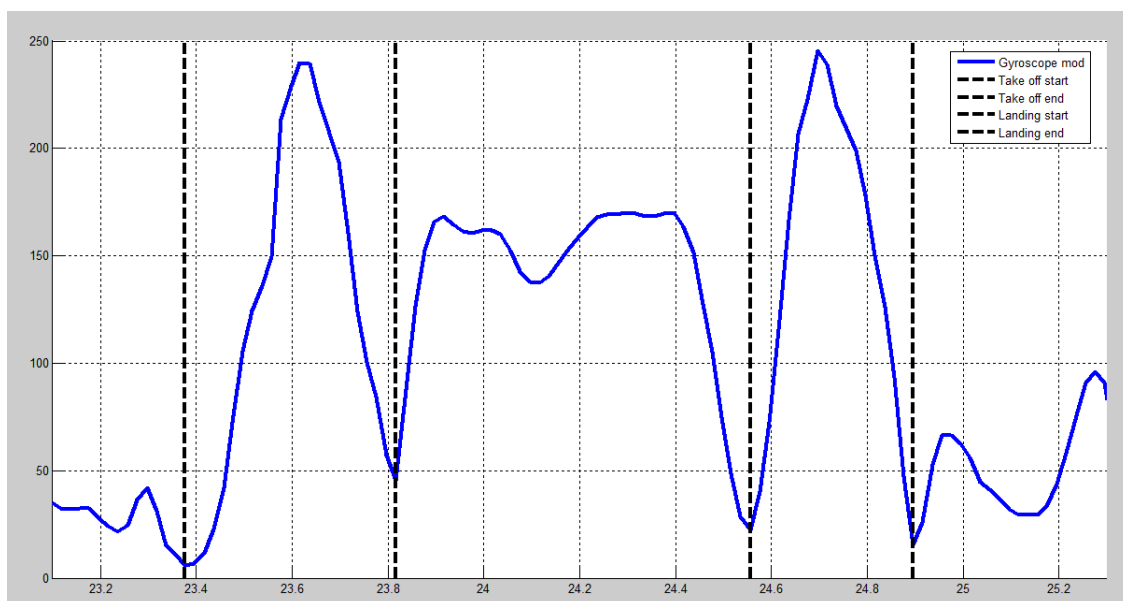


Рис. 2. График модуля угловой скорости во время прыжка лошади

После определения отрезков взлета и спуска вычисляется время в воздухе – это время между конечной точкой взлета и начальной точкой спуска. Скорость и перемещение вычисляются с помощью интегрирования полученного ускорения в мировой системе координат [3]. Угол взлета в каждой точке сенсорных данных вычисляется как отношение

перемещения по оси  $Z$  к модулю перемещения по осям  $X$  и  $Y$ , а итоговый угол взлета – это их среднее арифметическое. Высота прыжка вычисляется как разница между минимальной и максимальной точками перемещения по оси  $Z$ .

Данные вычисления разработаны в рамках программного обеспечения для сбора спортивной статистики в различных видах спорта. Решаемыми на данный момент проблемами являются фильтрация и поиск других способов вычисления кинематики движения.

### **Библиографический список**

1. Бранцевич П. Применение цифровой обработки сигналов в системах вибрационного контроля // Электроника инфо. – 1999. – 239 с.
2. Кватернион – Википедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кватернион>
3. Савельев И. Курс общей физики. Т. I. – М.: Наука, 1970. – 508 с.

# НЕВЕРБАЛЬНЫЙ СКРИНИНГ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ СИСТЕМАМИ

**Старший преподаватель Ю.А. Слаутин**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассматриваются вопросы проведения исследований при создании моделей анализа и сравнения с установленным набором специальных качеств для обработки программами специализированных тестов по подбору как профессиональных, так и врожденных и наследуемых качеств индивидов, планирующих участвовать в командном управлении техногенными процессами.

**Ключевые слова:** концепт, тест, модель, эгрегор.

## NONVERBAL SCREENING WHEN FORMING COMMANDS TECHNOLOGICAL SYSTEMS

**Senior Lecturer Yu.A. Slautin**

Perm National Research Polytechnic University

The article discusses research with the creation of models of analysis and comparison with an established set of special qualities for processing programs specialized tests for the selection of both professional and congenital and inherited qualities of individuals who are planning to participate in team management tehnogennnymi processes.

**Keywords:** concept, test, model, egregore.

Анализ несчастных случаев, аварий и травматизма на производстве, и в первую очередь – на транспорте, в России показывает, что почти 90 % из них (!) в той или иной степени обусловлены «человеческим фактором».

Для создания прогнозного варианта аналитической модели кадрового состава команды (экипажа) будет использован метод стохастического моделирования, где неявные возмущающие свойства индивида можно подвергать средствам математического моделирования и включать с явными переменными величинами.

На основе нового программного средства с элементами моделирования контролер, формирующий кадровый состав, подберет коллектив подразделения с наибольшей степенью вероятности.



Применение математических методов обработки неявных возмущающих факторов («возможно имеет место») показывает, что для прогнозирования состава коллектива можно и нужно использовать более расширенную трактовку как тестовых профессиональных требований, так и генетические, психофизиологические факторы индивида, позволяющие прогнозировать как ротацию кадров, так и назначение, и отбор кадров на ключевые должности на основе состава специальных кадровых карт-моделей каждого индивида, работающего или являющегося кандидатом на ключевую должность. Рассмотрим далее практические аспекты данной инновации:

### **1. Пример текста личностного опросника EPQ**

Инструкция: Вам предлагается ответить на вопросы, касающиеся Вашего обычного способа поведения. Постарайтесь представить типичные ситуации и дайте первый «естественный» ответ, который придет Вам в голову. Если Вы согласны с утверждением, рядом с его номером поставьте «+» («да»), если нет – знак «-» («нет»). Отвечайте быстро и точно. Помните, что нет «хороших» или «плохих» ответов.

1. У Вас много различных хобби?
2. Вы обдумываете предварительно то, что собираетесь сделать?
3. У Вас часто бывают спады и подъемы настроения?
4. Вы претендовали когда-нибудь на похвалу за то, что в действительности сделал другой человек?
5. Вы разговорчивый человек?
6. Вас беспокоило бы то, что Вы залезли в долги?
7. Вам приходилось чувствовать себя несчастным человеком без особых на то причин?
8. Вам случалось когда-нибудь пожадничать, чтобы получить больше, чем Вам полагалось?
9. Вы тщательно запираете дверь на ночь?
10. Вы считаете себя жизнерадостным человеком?
11. Увидев, как страдает ребенок, животное, Вы бы сильно расстроились?
12. Вы часто переживаете из-за того, что сделали или сказали что-то, чего не следовало бы делать или говорить?
13. Вы всегда исполняете свои обещания, даже если лично Вам это очень неудобно?

14. Вы получили бы удовольствие, прыгая с парашютом?
15. Способны ли Вы дать волю чувствам и от души повеселиться в шумной компании?
16. Вы раздражительны?
17. Вы когда-нибудь обвиняли кого-нибудь в том, в чем на самом деле были виноваты Вы сами?
18. Вам нравится знакомиться с новыми людьми?
19. Вы верите в пользу страхования?
20. Легко ли Вас обидеть?
21. Все ли Ваши привычки хороши и желательны?
22. Вы стараетесь быть в тени, находясь в обществе?
23. Стали бы Вы принимать средства, которые могут привести Вас в необычное или опасное состояние (алкоголь, наркотики)?

Модуль «TestClient» обеспечивает тестирование кандидата на должность для определения его качеств и последующей обработки результатов тестирования с помощью модуля «Диаграмма принятия решений».

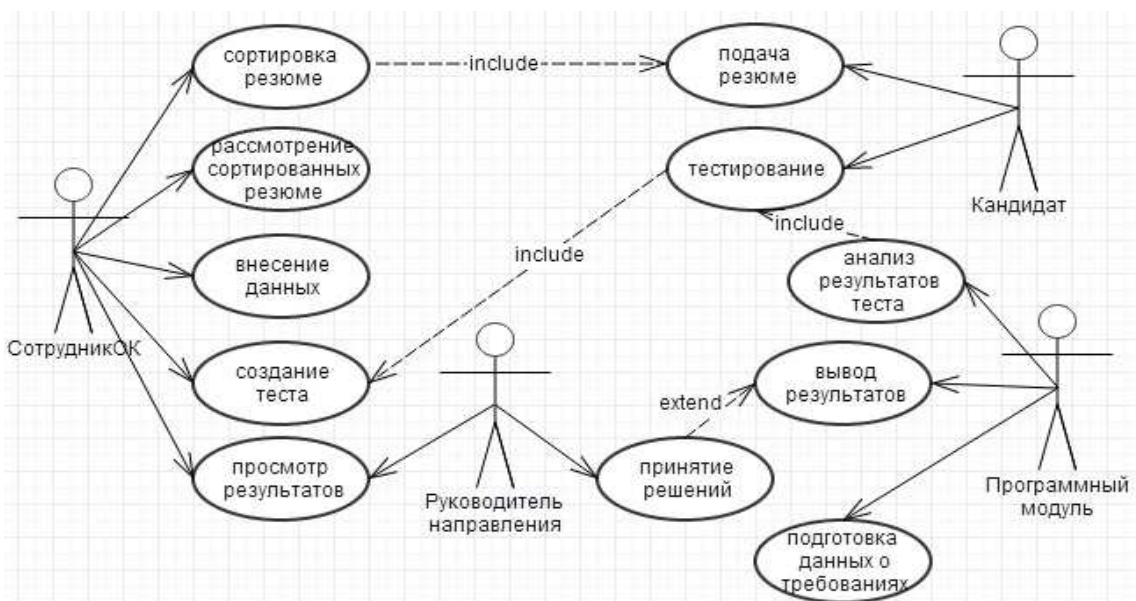


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования для принятия кадровых решений

## 2. Пример рассмотрения результатов теста на программе

Модуль тестирования, являющийся частью «клиент-серверного» приложения, также реализованный на языке C++ в среде разработки Qt 5.3, представляет собой программу, с помощью которой кандидат

на должность проходит тестирование для определения его качеств и последующей обработки результатов тестирования.

Из описания видно, что система разделена на независимые модули, и имеется возможность наращивания функциональности каждого из модулей.

Таким образом, возможно сделать вывод о том, что система отвечает требованиям, описанным выше, таким как модульность и масштабируемость. При запуске модуля происходит подключение к базе данных, после чего в таблицу заносятся данные, полученные из нее. Если же база данных не подключена, то происходит повторное соединение. При правильном заполнении ряда таблицы данные из нее собираются для подсчета площади многоугольников, которые используются для построения диаграммы. При неверном заполнении рядов требуется повторное заполнение. После подсчета площади многоугольников строится круговая (паутинная) диаграмма. Далее происходит сохранение результатов.

Суть метода заключается в следующем: имеются  $n$  кандидатов, из которых необходимо по определенным критериям  $m_i$  выбрать один или несколько кандидатов, удовлетворяющих критериям.

Для каждого кандидата указывается, каким весом обладает каждый критерий, т.е. чтобы сумма весов одного критерия у всех кандидатов равнялась единице:

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1.$$

Составляется таблица, в строки которой, записываются веса одного критерия для каждого кандидата. На основании данных таблиц составляется диаграмма. Лучи диаграммы соответствуют критериям. На лучах откладываются веса, соответствующие критериям кандидатов. Затем точки на весах соединяются в многоугольники, представляющие собой кандидатов. В зависимости от размеров многоугольников и их формы принимается решение о выборе необходимого кандидата. Кроме того, можно наглядно оценить, как соотносятся кандидаты между собой как по частным критериям, так и по всем критериям в целом.

**3. Примеры работы программного модуля «Диаграмма принятия решений» представлены на рис. 2 и 3**

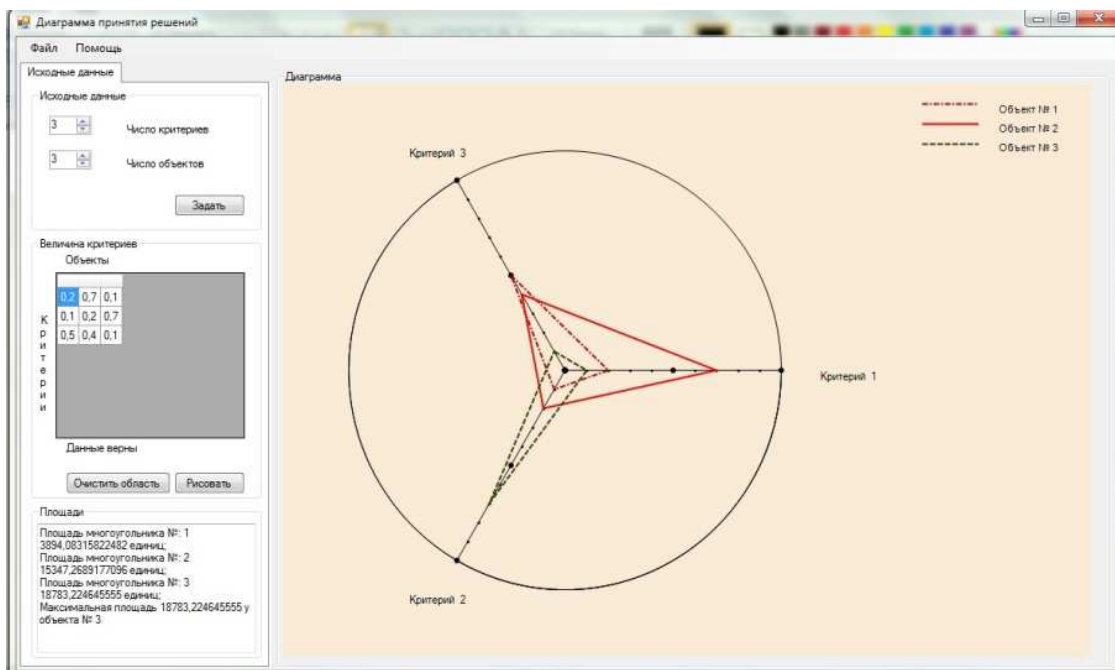


Рис. 2. Результат работы программного модуля «Диаграмма принятия решений» при ручном вводе данных

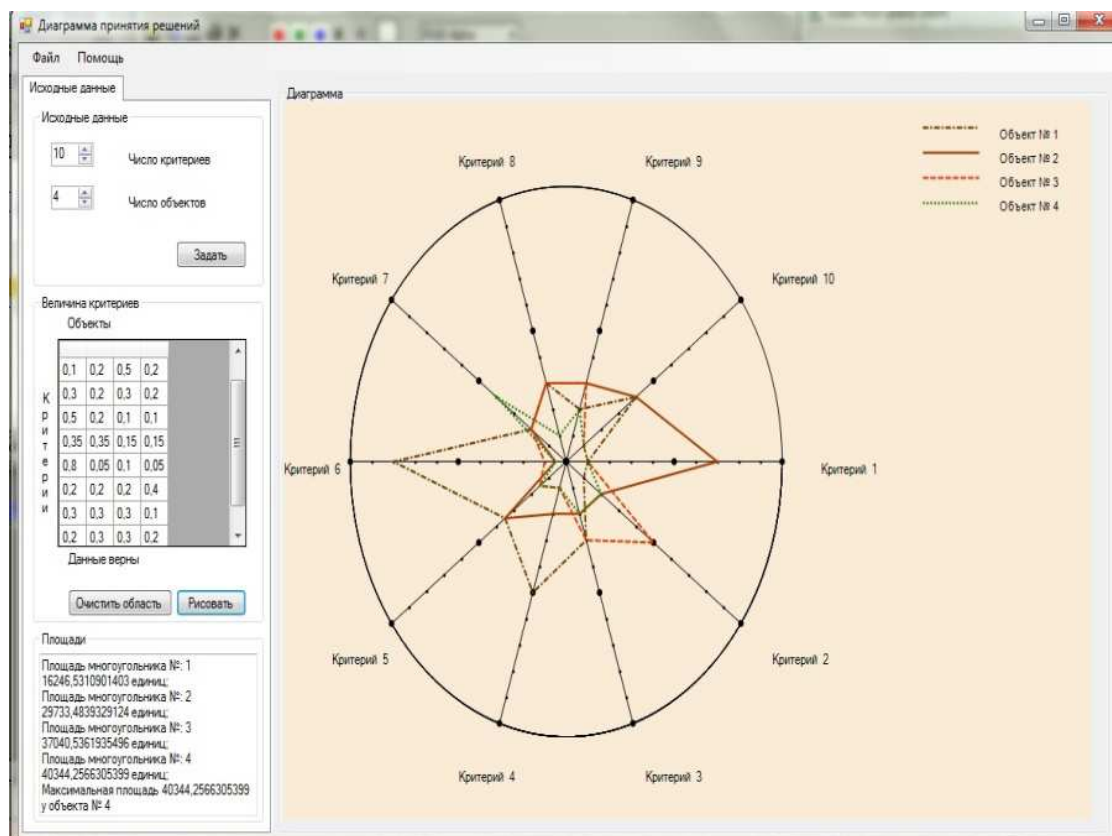


Рис. 3. Результат работы программного модуля «Диаграмма принятия решений» при использовании считанных данных

Выполнение поставленных задач в дальнейшем позволит реализовать актуальный, системный и эффективный реинжиниринг кадровых решений для назначения, перемещения и увольнения ответственных сотрудников и основных специалистов предприятия.

Область применения – подбор кандидатов в команды управления стратегическими объектами: крупными коммерческими структурами, административными объектами, техногенными процессами и опасными транспортными средствами.

### **Библиографический список**

1. Мерлин В.С. Отличительные признаки темперамента. Очерк о теории темперамента. – М., 1964. – С. 3–18.

2. Ковалев А.Г. Личность воспитывает себя: монография. – М.: Политиздат, 1983.

3. Психология управления персоналом / под ред. А.В. Батаршева, А.О. Лукьянова. – М.: Психотерапия, 2007. – 624 с.

4. Гузаиров М.Б., Ильясов Б.Г., Герасимова И.Б. Системный подход к анализу сложных систем и процессов на основе триад // Проблемы управления. – 2007. – № 5.

5. Герасимова И.Б. Когнитивная модель структуры личности, как участника работы над научным проектом // Вестник УГАТУ. – 2010. – Т. 14. – № 2 (37).

6. Моделирование неявных возмущающих факторов при формировании команды управления сложными системами / Р.А. Файзрахманов, Ю.А. Слаутин, Е.А. Ивашкевич, В.А. Прохоров, А.А. Мальгота // Актуальные проблемы транспортной медицины: медицинский научный журнал. – 2013. – № 1(31). (Нац. АН Украины).

# КОМПЛЕКСНАЯ ДОБЫЧА ДАННЫХ О ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ОФСЕТНОЙ ТИПОГРАФИИ

**Аспирант И.С. Степаненко**

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

Работа содержит ряд новых полезных результатов по организации системы комплексной добычи данных о производстве изделия. В данной статье приведено описание данной технологии, а также ее реализация применительно к офсетной типографии с использованием технологической платформы 1С: Предприятие 7.7. Полученные с ее помощью данные в дальнейшем используются в процессе принятия текущих управленческих решений, а также могут быть проанализированы с использованием таких технологий, как OLAP и Data Mining.

**Ключевые слова:** добыча данных; производство изделия; управленческий учет; оперативное планирование.

## COMPLEX COLLECTION OF PRODUCT MANUFACTURING DATA, IN RELATION TO OFFSET PRINTING HOUSE

**Postgraduate student I.S. Stepanenko**

The Yanka Kupala Grodno State University

The article contains a number of new results about the organization of complex collection of product manufacturing data. The overview of this technology, along with its implementation, in relation to offset printing house, using 1С: Enterprise 7.7 platform is provided. The data, obtained with this technology, can be used during decision-making process or can be analyzed by OLAP and Data Mining technologies.

**Keywords:** data mining; product manufacturing; cost accounting; operational planning.

При автоматизации любого бизнес-процесса на производстве в качестве средств для анализа и поддержки процесса принятия решений традиционно применяются такие инструменты, как хранилища данных (Data Warehouses) и построенные на их основе системы бизнес-анализа данных (Business Intelligence). В научной литературе они более известны как информационно-аналитические системы или системы поддержки принятия решений. Фундаментом средств бизнес-аналитики являются технологии OLAP и Data Mining [1, 2].

Data Mining позволяет проводить интеллектуальный анализ данных, выявлять шаблоны в поведении потребителей и использовать обширные базы данных, которые при проведении традиционного анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия являются бесполезными.

Кроме того, средства Data Mining позволяют определять, в каких отраслях и какие методы должны быть использованы, какие аналитические технологии, а для понимания общей картины функционирования предприятия используются опросы и исследования участников рынка. Как правило, наиболее популярными методами для решения задач аналитического характера считаются деревья решений, регрессия и кластеризация.

Бесспорным преимуществом применения средств Data Mining являются следующие:

- анализируемые данные имеют неограниченный объем;
- возможность обработки и анализа разнородных данных;
- простота использования данного инструментария.

Традиционными сферами применения вышеперечисленных технологий является анализ экономической (финансовой) информации. В то же время растет интерес к BI-системам, технологиям OLAP и Data Mining в социальной сфере (образование, медицина, государственное управление и т.д.), а также в промышленности [2–4].

Однако методы Data Mining имеет смысл применять только для больших объемов данных. Как уже было изложено выше, в технологии Data Mining традиционно применяются так называемые хранилища данных. В отличие от ранее использовавшихся реляционных баз данных с их языком SQL, которые хорошо приспособлены для ведения оперативного учета на предприятии, хранилища данных изначально проектируются для выполнения анализа содержащихся в них данных, а не операций по сбору, подготовке и загрузке данных.

Таким образом, если предприятие хочет проводить анализ производственных данных в реальном времени, оно должно обладать также системой добычи этих самых данных. Реализация такой системы может производиться на различных технологических платформах. Описанное в данной статье решение использует в качестве основы платформу 1С: Предприятие 7.7. Основанием для этого выбора стало то, что платформа 1С: Предприятие 7.7 является универсальной системой автоматизации деятельности предприятия, поэтому может быть использована для автоматизации самых разных участков экономической деятельности предприятия: учета товарных и материальных средств, взаиморасчетов с контрагентами, расчета заработной платы, расчета амортизации основных средств, бухгалтерского учета по любым разделам и т.д. Также фактором, повлиявшим на выбор

платформы, стало то, что предприятие на момент внедрения программного продукта уже имело у себя систему ведения бухгалтерского учета, основанного на той же платформе. Таким образом, отпадала необходимость развертывания дополнительных программных и аппаратных средств, а пользователи уже были знакомы с основами работы на данной платформе [5–7].

В качестве примера реализации такой системы можно привести систему «Управлеческий учет», разработанную автором для полиграфического предприятия города Гродно<sup>2\*</sup>. Далее в статье опишем структуру предлагаемой системы.

Справочник «Материалы» предназначен для хранения списка материалов, которые имеются на складе, имелись там ранее или в скором времени поступят туда. Каждый элемент справочника содержит в себе как общие для всех материалов данные: наименование, вид материала, единицы измерения и другие, так и особенные данные, которые присутствуют только у определенной группы материалов: размеры, плотность, форма хранения и т.д. Причем для удобства использования все свойства разделены на группы, каждая из которых находится на своей вкладке. Таким образом, уменьшается количество информации, находящейся на экране, в каждый конкретный момент, что способствует более качественному восприятию пользователем этой информации.

Справочник «Номенклатура» предназначен для хранения списка продукции, которая когда-либо выпускалась на предприятии. Каждый элемент справочника содержит в себе данные о производимом продукте: размеры, цветность, цена и т.д. Таким образом, работник отдела маркетинга может сократить время ввода нового заказа, создав копию аналогичного заказа, выполнявшегося ранее. Ввиду того, что часть производимых товаров требует сборки уже после непосредственного производства, для таких случаев и существует справочник «Комплекующие», содержащий в себе данные о составных частях готовой продукции: необходимые операции, количество на единицу и т.д.

Справочник «Оборудование» содержит в себе данные обо всех производственных процессах: единицы измерения, стоимость часа работы, скорость выполнения данной работы и т.д. Список необхо-

---

\* Данная система успешно внедрена на предприятии ООО «Мастерпринт».



димых для ввода данных разнится для каждого вида оборудования (печатная машина, высечной пресс и т.д.). Там же хранятся данные о работах, которые ранее выполнялись, но по каким-то причинам перестали быть актуальными.

Документ «Наряд» предназначен для ввода в систему поступившего на предприятие заказа. На один заказ может быть выписан только один «Наряд». Именно этот документ в последующем станет основанием для отгрузки готовой продукции. Большая часть данных в этом документе берется из справочника «Номенклатура», как только пользователь выбирает соответствующий продукт. Вручную вводятся данные о тираже, цене в случае, если она изменилась, типе упаковки и дате, к которой необходимо завершить производство. Вторая вкладка становится доступна в том случае, если для производства продукции необходима сборка. Она состоит из таблицы, которая содержит все данные о комплектующих, необходимых для сборки этой продукции. Данные для нее берутся автоматически из справочника «Комплектующие».

Документ «Технологическая карта» служит для ввода в систему требований, предъявляемых к производству определенного заказа. Весь документ разделен на несколько вкладок, каждая из которых отвечает за определенную часть производства: список нарядов, данные о бумаге, список технологических операций, список материалов, список списанных по данному документу материалов и полученной готовой продукции. Каждая вкладка появляется только после того, как была заполнена предыдущая. Эта система позволяет избежать проблем с тем, что пользователь пропускает заполнение каких-либо данных. Также система вкладок позволяет зрительно разгрузить рабочее пространство от излишнего объема информации (рис. 1).

На один заказ может быть составлено несколько технологических карт, так как печать этого заказа может происходить в несколько этапов или по каким-то иным причинам. В случае если часть тиража, требуемого заказчиком, уже была произведена, программа сообщит об этом пользователю во время выбора наряда.

При выборе пользователем бумаги программа предложит вариант раскрытия на готовые изделия, пользователь может согласиться с ним или вручную указать количество получаемой готовой продукции с одного листа. После этого программа автоматически определит

получающиеся обрезки бумаги и в зависимости от их качества скорректирует себестоимость заказа.

Технологическая Карта - 3138

Наряды | Бумага | Тек.Операции | Бланк.Заказа | Материалы | ДополнительныеМатериалы | Производство | Закрыт

Технологическая карта № 3138 от 04.04.12 Автор: Экономист. Дата создания: 04.04.12 11:26:0  
Последнее изменение: 12.04.12 15:44:10

Бумага	Грам.	Гор.разм.	Верт.разм.	Кол.лист	Вес лист	Пл.лист
Бумага Этикеточная 80г. 86x61	80	61.0	86.0	1514.0000	63.5396	794.2444

Размер печатного листа: 61.0 x 43.0  
 Размер изображения: 60.3 x 41.5  
 Цветность: 4 + 0  
 Количество форт: 4  
 Тип упаковки: Сложность: Сложная  
 Кол-во шт. в упак.: 0

Машина печати: Печатная маши  
 Макс. лист - 66 x 47  
 Макс. печ. - 65 x 45  
 Мин. лист - 29.7 x 20  
 Мин. тираж - 500 п/л

Листы:  
 Потребность на тираж: 2778  
 на приладку пл: 100  
 приладка на печать пл: 150  
 Итого общее кол-во пл: 3028

Номер	Заказ	Тираж	Количество	Гор.разм.	Верт.разм.	Подчистка
Наряд 10955	Эт. Горчица "Душистая" 180г	50000	18	12.40	4.30	0.60
Наряд 10956	Эт. Горчица "с хреном" 180г	50000	18	12.40	4.30	0.60

Отходы	Грам.	Гор.разм.	Верт.разм.	Кол.лист	Цена ед.	Цена общ.

Статистика  
 Наряды: 10955 / 10956 /  
 Общий тираж: 100000  
 Машина печати: Печатная машина Sakurai

Цветность: 4x0  
 Бумага: Бумага Этикеточная 80г. 86x61 /

OK | Закрыть | Печать | Доп. мат. | Бланк заказа | Комментарий | Следующий этап

Рис. 1. Документ «Технологическая карта»

Именно на основании данных из этого документа будут взяты со склада материалы и осуществлено производство.

Документ «Расчетная технологическая карта» используется для калькулирования цены продукции, выставяемой заказчику. Данный документ в целом повторяет обычную «Технологическую карту» с той лишь разницей, что из него были убраны некоторые элементы для упрощения процесса расчета. Например, выбор материалов в этом документе производится, исходя не из того материала, который есть в наличии, а исходя из технических возможностей производства и того, что материал можно будет заказать дополнительно перед производством. Также убраны данные об отходах производства, и часть технологических операций объединена вместе с целью упростить ввод документа. В документ были добавлены некоторые элементы, не связанные с производством, но связанные с формированием цены, например, транспортные расходы, расходы на покупку оборудования (клише, штампы и т.д.), отсрочки платежей или, наоборот, – предоплаты.

Обработка «Планирование» служит для отражения в системе текущей загруженности производственных мощностей, одновременно с этим играя роль системы оперативного планирования на производстве (рис. 2).

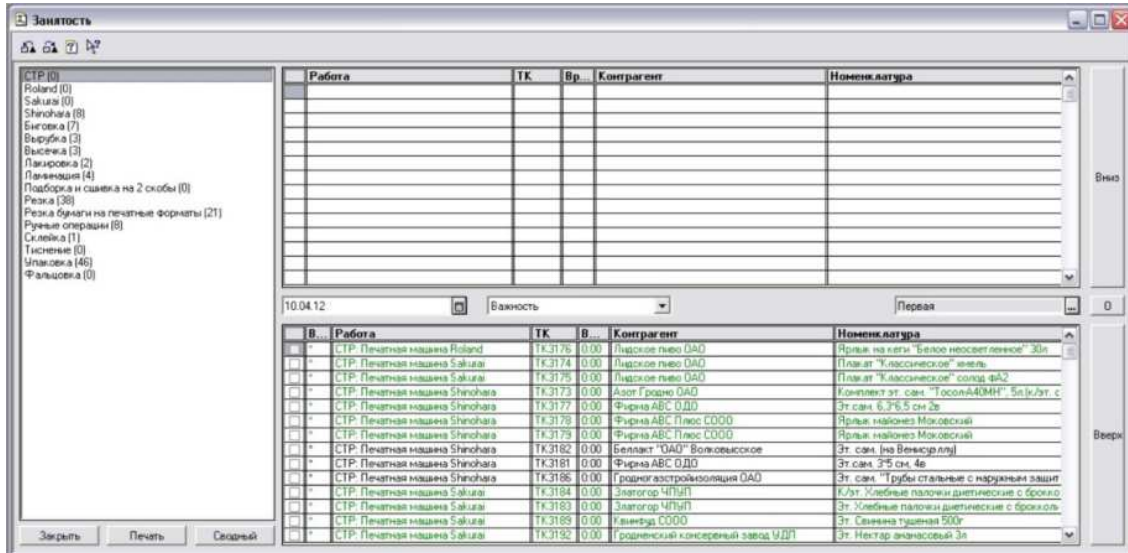


Рис. 2. Обработка «Планирование»

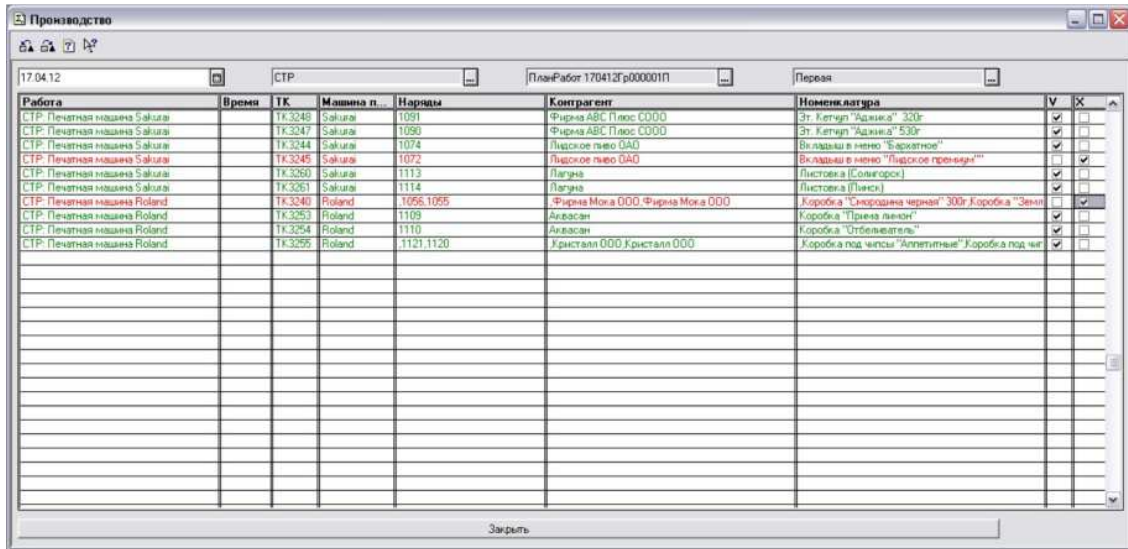


Рис. 3. Обработка «Производство»

У каждого начальника отдела есть доступ к просмотру всех отделов, однако редактировать он может только расписание своего отдела. Каждая работа имеет цветовую индикацию, основанную на приоритете этого заказа. Изначально все работы попадают в верхнюю часть таблицы – список ожидания, где находятся, пока их не

поставят в очередь на производство, перетащив их из верхней таблицы в нижнюю.

Добавление новой работы в список ожидания сопровождается появлением на экране сообщения, содержащего данные о работе: номер заказа, заказчик, срочность и т.д.

С помощью обработки «Производство» осуществляется обратная связь между начальниками отделов и рабочими в системе оперативного планирования (рис. 3).

С помощью данной обработки сотрудник отдела видит список работ на смену, а также может ставить отметки о выполнении или невозможности выполнения работы с указанием причин.

Таким образом, при успешном внедрении системы на офсетном предприятии в течение нескольких лет мы получим электронную базу данных, охватывающих весь цикл производства заказов для офсетного предприятия. Наличие такой базы данных позволит в полной мере приступить к ее интеллектуальному анализу.

### **Библиографический список**

1. Макленнен Дж., Танг Чж., Криват Б. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных / пер. с англ. А. Лашкевича. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 720 с.

2. Чубукова И.А. Data Mining. – 2-е изд., испр. – М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 382 с.

3. Feldman R., Curry G.G. Manufacturing Systems Modeling and Analysis. – Berlin: Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. – 335 p.

4. Wang Jun. Computational Intelligence in Manufacturing Handbook. – Boca Raton: CRC Press LLC, 2001. – 560 p.

5. 1С:Предприятие 7.7. Конфигурирование и администрирование. Ч. 1 / Группа разработки документации и программ: В. Байдаков [и др.]. – М.: Фирма «1С», 1999. – 400 с.

6. 1С:Предприятие 7.7. Конфигурирование и администрирование. Ч. 2 / Группа разработки документации и программ: В. Байдаков [и др.]. – М.: Фирма «1С», 1999. – 387 с.

7. Экономико-математические методы и модели в управлении производством / сост. А.С, Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 248 с.

# ПОСТРОЕНИЕ ОЦЕНОК СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ В СИСТЕМЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ «MATHEMATICA»

**Магистрантка А.И. Сурмач**

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

В статье рассмотрен метод оценки различных данных с помощью спектрального анализа в системе компьютерной алгебры (СКА) «Mathematica».

**Ключевые слова:** спектральная плотность, состоятельная оценка.

## THE CONSTRUCTION OF ESTIMATES OF THE SPECTRAL DENSITY IN THE COMPUTER ALGEBRA SYSTEM «MATHEMATICA»

**Master student A.I. Surmach**

The Yanka Kupala Grodno State University

In this article describes the method of assessing various data using spectral analysis in the computer algebra system «Mathematica».

**Keywords:** spectral density, consistent estimate of.

При построении оценок спектральных плотностей обычно применяются периодограммные методы, в основе которых лежит квадрат модуля преобразования Фурье конечной реализации исследуемого процесса. Для получения состоятельных оценок спектральных плотностей, как правило, используется метод сглаживания периодограмм спектральными окнами. Обработка случайного процесса с помощью функций окна просмотра данных и спектрального окна применяется для улучшения статических свойств оценок его спектральной плотности. При этом основное назначение окна просмотра данных – уменьшить величину смещения, в то время как спектрального окна – уменьшить дисперсию в периодограммных спектральных оценках. Одна из основных проблем классического спектрального оценивания связана с выбором указанных функций. Таким образом, возникает необходимость проведения сравнительного анализа известных классических оценок спектральных плотностей в зависимости от используемых окон просмотра данных и спектральных окон.

В современных условиях хозяйственной независимости промышленных и торговых предприятий в Республике Беларусь для

многих из них является актуальной задача прогнозирования. Сейчас, когда предприятия вынуждены работать по рыночным законам, менеджеры хотят знать перспективы развития своего предприятия, чтобы предугадать последствия тех или иных решений.

Данная статья посвящена разработке алгоритма построения состоятельных классических оценок спектральных плотностей и практическому применению для обработки реальных экономических и финансовых данных пакета компьютерной алгебры «Mathematica».

Для того чтобы построить состоятельную классическую оценку спектральной плотности, были смоделированы нормально распределенные случайные величины (с помощью генератора случайных чисел в пакете Excel).

Далее, используя полученные реализации случайных величин, по формулам (1) и (2) моделировались процессы AR(p) и MA(q):

$$X(t) = \sum_{j=1}^p \beta_j X(t-j) + \varepsilon(t), \quad (1)$$

$$X(t) = \sum_{k=0}^q \alpha_k \varepsilon(t-k), \quad \alpha_0 = 1. \quad (2)$$

Формула (1) – последовательность авторегрессии порядка  $p$ . Обозначается AR(p). При этом предполагается, что  $\varepsilon(t)$  есть последовательность некоррелированных и одинаково распределенных случайных величин.

Для смоделированных процессов в СКА Mathematica построена расширенная периодограмма по формуле (3) с различными окнами просмотра данных:

$$I_T^{(h)}(\lambda) = \frac{1}{2\pi H_2^{(T)}(0)} d_T(\lambda) d_T(-\lambda), \quad (3)$$

где

$$d_T(\lambda) = \sum_{t=0}^{T-1} h_T(t) X(t) e^{-i\lambda t}, \quad H_2^{(T)}(\lambda) = \sum_{t=0}^{T-1} (h_T(t))^k e^{-i\lambda t},$$

функция  $h_T(t) = h\left(\frac{t}{T}\right)$ ,  $h: [0,1] \rightarrow \mathbf{R}$  – функция окна просмотра данных,  $k \in \mathbf{N}$ ,  $T \in \mathbf{N}$  [1].

В качестве состоятельной оценки спектральной плотности  $f(\lambda), \lambda \in \Pi$  в точке  $\lambda = \lambda_j = \frac{2\pi j}{T}$  рассмотрим оценку, построенную путем осреднения расширенной периодограммы  $I_T^{(h)}(\lambda_{j+k})$ , т.е. статистику вида:

$$\hat{f}_T(\lambda_j) = \sum_{k=-\left[\frac{T}{2}\right]+1}^{\left[\frac{T}{2}\right]} \phi_T(k) I_T^{(h)}(\lambda_{j+k}), \quad (4)$$

где  $j = -\left[\frac{T}{2}\right]+1, \left[\frac{T}{2}\right]$ , а  $\phi_T(k), k \in Z$  – произвольная, не зависящая от наблюдений четная целочисленная функция, называемая спектральным окном,  $\phi_T(k) = 0$  для  $k \notin \left(-\left[\frac{T}{2}\right]+1, \left[\frac{T}{2}\right]\right)$  [1].

Таким образом, получены практические результаты в области спектрального анализа случайных процессов, которые решают задачу построения состоятельных оценок спектральных плотностей стационарных случайных процессов с дискретным временем [2].

Данный метод был апробирован на реальных данных. Для анализа при помощи алгоритма построения состоятельных классических оценок спектральных плотностей были выбраны данные листооттисков офсетной типографии с 18.07.2011 по 15.07.2013 г. Данные получены за каждый рабочий день. Печатный листооттиск является единицей измерения количества печати. За учетную единицу печатного листа-оттиска принят оттиск, отпечатанный одной краской на одной стороне бумажного листа форматом 60×90 см.

Получили временной ряд из 504 значений. Для проверки ряда на стационарность провели ряд различных тестов при помощи эконометрического пакета Eviews 5.5: тест Дики–Фуллера, анализ остатков при помощи статистики Жака–Бера, Q-статистики, анализ ЧАКФ и АКФ. Сделан вывод, что данный временной ряд является стационарным, и поэтому его можно использовать для реализации алгоритма.

Вывод по построенным оценкам для временного ряда из 504 значений листооттиска сложно сделать, так как временной ряд охватывает много значений в разные периоды времени, и, возможно, что он

описывается в разные периоды разными процессами. Поэтому был проведен анализ для разных периодов времени. На рис. 1–3 приведен анализ для первых 256 значений листооттиска.

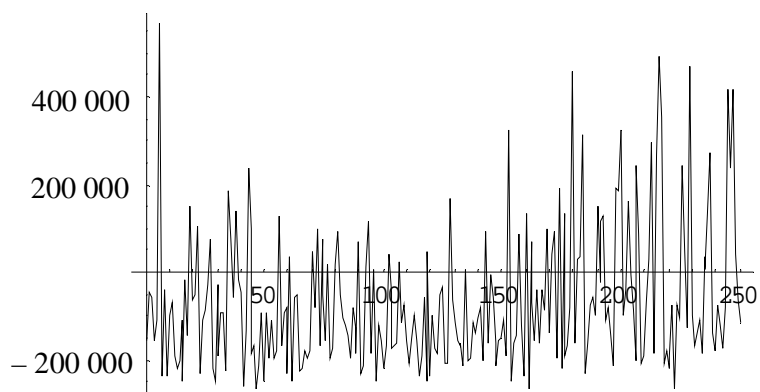


Рис. 1. Реализация процесса для первых 256 значений

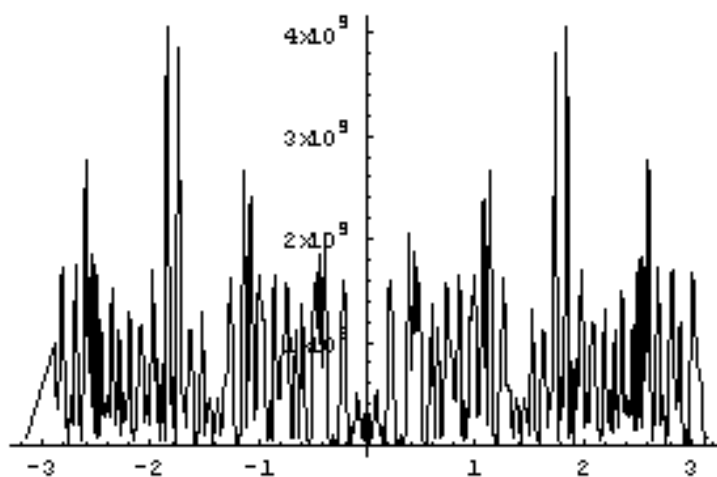


Рис. 2. Расширенная периодограмма с окном просмотра данных Рисса, Бохнера, Парзена

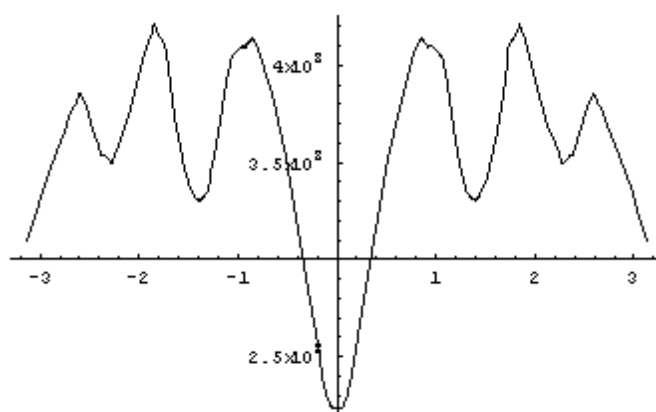


Рис. 3. Состоятельная классическая оценка спектральной плотности



По результатам построения оценок можно сделать вывод, что этот процесс изменяется в соответствии с AR(4) [2].

Следует отметить, что в случае  $\alpha \in (0,1]$  не принципиален выбор окна просмотра данных. Но из практических соображений лучше использовать то окно, которое имеет более простой вид. При  $T \leq 1000$  мы получили, что лучше использовать окно Де ла Вале-Пуссена, Джексона, Парзена и окно Тьюки. А также выбор спектрального окна практически не влияет на величину смещения оценки спектральной плотности. Однако использование спектральных окон целесообразно в связи с уменьшением дисперсии сглаженных оценок по сравнению с обычной периодограммой.

Таким образом, в статье была описана и реализована в системе компьютерной алгебры Mathematica технология анализа данных с помощью состоятельных оценок спектральных плотностей, а также апробирована на примере реальных данных офсетной типографии. Также следует отметить, что выбор спектрального окна практически не влияет на величину смещения оценки спектральной плотности, но их использование целесообразно в связи с уменьшением дисперсии сглаженных оценок по сравнению с обычной периодограммой.

### **Библиографический список**

1. Спектральный анализ стационарных случайных процессов // И.Г. Журбенко, Н.Н. Труш // Вестник БГУ. Сер. 1: Физика. Математика. Механика. – 1981. – № 1. – 425 с.
2. Труш Н.Н., Мирская Е.И. Случайные процессы. Преобразование Фурье наблюдений: учеб. пособие. – Минск: Изд-во БГУ, 2000. – 60 с.

# РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ САМООБУЧАЕМОЙ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛЫМ ПРОСТРАНСТВОМ «УМНЫЙ ДОМ»

**Студент М.А. Тагиров**  
**Канд. техн. наук, доцент В.В. Мокшин**  
Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева

В работе рассмотрена возможность создания автоматизированной системы «Умный дом». В работе приведены возможные программные и технические решения данной задачи, новые предложения относительно пользовательского интерфейса и доводы в пользу актуальности разработки данной системы.

**Ключевые слова:** автоматизация; умный дом; энергоэффективность; самообучение.

## DEVELOPMENT OF INNOVATIVE SELF-STUDYING AND ENERGY-EFFICIENT AUTOMATED SYSTEM CONTROL OF LIVING SPACE "SMART HOME"

**Student M.A. Tagirov**  
**Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor V.V. Mokshin**  
Kazan National Research Technical University  
named after A.N. Tupolev

This treatise discusses the possibility of creating an automated system «Smart Home». The treatise presents the possible software and hardware solution of this problem, a new proposal for the user interface and arguments for development of this system.

**Keywords:** automation; smart home; energy-efficient; self-studying.

Начиная с 70-х гг. прошлого столетия, все шире распространяется система «Умный дом» – система по автоматизации жилого пространства. На сегодняшний день функционал таких систем предоставляет большое число весьма удобных возможностей по управлению жилыми коммуникациями (свет, отопление, мультимедиа, защита от протечек, безопасность и т.д.). Для того чтобы система вела себя максимально комфортно для пользователя и была наиболее эффективной, необходимо, чтобы система могла самообучаться. Анализ и изучение жизнедеятельности пользователя с дальнейшей корректировкой определенных параметров позволят системе подстроиться под наиболее актуальные потребности пользователя.

Еще одной актуальной проблемой является то, что в мире тратится огромное количество энергии на промышленные, бытовые и транспортные нужды, из-за чего очень остро стоит проблема энергосбережения и энергоэффективности. В России по объемам энергопотребления в стране первое место занимает обрабатывающая промышленность, на втором месте – жилищный сектор, около 25 % объем потребления каждого. Исходя из этого, можно говорить об актуальности создания энергоэффективной автоматизированной системы «Умный дом».

Основная цель данной работы – создание автоматизированной системы «Умный дом», способной обучаться и подстраиваться под жизнедеятельность пользователя, которая будет осуществлять энергоэффективное управление жилым пространством и иметь достаточно удобный пользовательский интерфейс. В данной работе рассмотрим автоматизацию управления светом и отоплением.

Одной из проблем в существующей системе «Умный дом», с которой сталкиваются пользователи, – это единый пульт дистанционного управления, который постоянно нужно носить с собой и который периодически теряется. Такой пульт может стоить от 10 000 до 250 000 рублей, что делает потерю такого пульта или приход его в негодность весьма существенной затратой для пользователя.

В современном мире практически каждый имеет смартфон и ежедневно пользуется им. Поэтому хорошим аналогом для пульта является приложение для смартфона, предоставляющее пользователю на выбор несколько способов управления «умным домом». Пользователь может использовать либо графические переключатели, либо текстовое сообщение, содержащее управляющую команду, либо речевую команду. Пользователь может пользоваться как стандартной управляющей командой, так и сам создать удобную ему команду или макрокоманду. Макрокоманда – это команда, которая запускает совокупность управляющих команд.

При использовании приложения для смартфона сразу же возникает вопрос безопасности и защиты «умного дома» от несанкционированного управления извне. Для решения данной проблемы достаточно ввести два слоя защиты. Внешний слой – это использование стандартного защищенного протокола SSL для передачи сообщения. Внутренний слой – это многоуровневое криптографическое шифрование с использованием специального ключа, уникального для

каждого «умного дома». Если при получении и дешифрации сообщения контрольные значения не совпадают, то данная команда игнорируется системой, что предотвращает исполнение несанкционированных команд.

После получения управляющей команды система должна распознать зону, из которой поступила команда, проверить возможность выполнения данной команды и, если она выполнима, послать управляющий сигнал на соответствующее устройство. Зона автоматизации – это достаточно крупный по размеру объем помещений, для которого имеет смысл осуществлять централизованное управление процессами и системами.

Когда система получает адрес зоны автоматизации, то по этому адресу определяется управляющее устройство, которое должно выполнить полученную команду. После этого должен быть сформирован управляющий сигнал на определенное устройство (реле). Для формирования и доведения управляющего сигнала необходимо использовать технологии и устройства ввода/вывода (контроллер, GPIO, Z-Wave).

Основной задачей в самообучении системы является получение информации с последующей ее систематизацией. В результате систематизации формируется база знаний, отражающая важные для системы факторы жизнедеятельности пользователя, на основе которой будут приниматься решения и формироваться параметры для выполнения команды. Методом приобретения знаний в данной системе является приобретение знаний из примеров.

Сбор информации происходит каждый раз при получении команды от пользователя. Необходимой информацией будут являться параметры команды, такие как вид команды, зона выполнения команды, время вызова команды, температура, процент освещения и т.д.

Систематизация информации проводится с помощью статистических методов, целью которых является выделение наиболее общих и постоянных данных, характеризующих управление пользователем системой. На основе этих выводов будут скорректированы параметры выполнения команды, например, если при включении освещения пользователь постоянно корректирует процент освещенности до 80 %, то система автоматически ставит 80 % освещения как значение по умолчанию при включении освещения. Также проводится анализ на выявление систематических действий пользователя. На основе данного анализа формируется предложение для пользователя сделать

эту команду автоматической в данное время. Например, система выявила, что пользователь по будням включает теплые полы в 18,30, на основе чего можно сделать вывод, что в это время он возвращается с работы, формируется предложение – каждый будний день включать теплые полы в 18,30 или в 18,00, чтобы к приезду пользователя пол успел нагреться. После подтверждения пользователем предложения вносится очередная задача на автоматическое выполнение.

Энергоэффективность управления в данной системе может быть осуществлена путем введения автоматических элементов.

Энергоэффективность освещения может быть увеличена за счет управления светом через датчики присутствия в помещениях, пребывание в которых непродолжительно, например коридор или кладовка. Эта автоматическая часть системы позволяет выключить человека из принятия решения о включении/выключении света, тем самым исключив человеческий фактор, например, если человек забыл выключить свет в кладовке.

Энергоэффективность в управлении отоплением можно повысить путем предоставления пользователю созданного графика пребывания в доме. Иначе говоря, пользователь может задать временные промежутки для каждого дня, в которые он будет находиться дома. Зная этот график, система может автоматически регулировать температуру, когда пользователь находится дома, и экономить энергию в его отсутствие.

Достичь экономии энергии позволит использование современных технологий коммутации, таких как системная шина управления и мониторинга. Данные по экономии энергии приведены на рисунке.



Рис. Данные по экономии энергии

Эффективность и эргономичность такой системы достаточно высоки за счет использования смартфона для управления системой, а обучаемость данной системы позволит увеличить комфорт жизнедеятельности.

Реализация данной системы позволит осуществлять энергетически эффективное и эргономичное управление жилым пространством, сделать более доступной возможность автоматизации жилого дома или квартиры.

### **Библиографический список**

1. Генцлер И.В., Петрова Е.Ф., Сиваев С.Б. Энергосбережение в многоквартирном доме. – Тверь: Научная книга, 2009. – 130 с.
2. URL: <http://www.knx.org>

## УЧЕТ ПРОЖИВАЮЩИХ В ОБЩЕЖИТИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

**Студент С.С. Щедрин**

Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Статья посвящена вопросу автоматизации учета проживающих в общежитиях образовательного учреждения. Результатом работы является информационная система для учета проживающих в общежитиях Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева.

**Ключевые слова:** автоматизация; общежитие; образовательное учреждение; информационная система.

## EDUCATIONAL INSTITUTION DORMITORIES RESIDENTS ACCOUNTING

**Student S.S. Shchedrin**

Kuzbass State Technical University name T.F. Gorbachev, Kemerovo

This article is dedicated to educational institution dormitories residents accounting process automation issue. As a result, informational system for Kuzbass state technical university dormitories residents accounting will be created.

**Keywords:** automation; dormitory; educational institution; informational system.

Процесс учета проживающих очень важен для любой организации, в состав которой входят общежития. От продуманности этого процесса зависят объем временных ресурсов сотрудников, расходуемый на процедуры заселения/выселения, а также эффективность работы данного подразделения в целом. Качество же организации работы общежитий в высшем учебном заведении может сильно влиять на имидж учебного заведения и его привлекательность для абитуриентов.

В настоящий момент основная часть информации, касающаяся проживающих в общежитиях КузГТУ, хранится в бумажных журналах учета и карточках комнат, что затрудняет учет студентов в комнатах и увеличивает объем работы, необходимой для заселения/выселения и учета проживающих. Зачастую такой подход порождает появление несоответствий информации в карточках комнат и журналах учета. Огромный объем ручной работы при таком методе учета обуславливает отсутствие гибкости системы учета, низкую скорость составления отчетов, дублирование и/или отсутствие полной информации [1].

Целью работы являлась разработка простой, понятной, но в то же время функциональной информационной системы, которая позволила бы автоматизировать и оптимизировать процесс учета студентов и сотрудников университета, проживающих в общежитиях КузГТУ. Необходимо, чтобы она обладала следующими возможностями: поиск по нескольким полям, заселение/выселение студентов и сотрудников вуза, работа со студенческим имуществом и имуществом, привязанным к комнатам общежития, назначение служебных комнат.

Перед созданием собственной информационной системы были рассмотрены аналогичные программы, осуществляющие учет проживающих в общежитиях, а именно: БИТ.Общежитие [2], ОВИОНТ-Студгородок [3], АИС «Общежитие» [4], Электронное общежитие [5] и 1С-Предприятие [6]. Данные продукты направлены на автоматизацию процесса учета проживающих в общежитиях и для формирования документов на оплату услуг, но ни одно из них не обладает простым и понятным интерфейсом, возможностью интеграции в уже существующее информационное пространство университета. По этим причинам и из-за высокой стоимости аналогов было решено разрабатывать собственную систему.

Информационная система для учета проживающих в общежитиях КузГТУ была разработана средствами языка программирования C# пакета Visual Studio 2012. В качестве СУБД была использована MS SQL Server 2012.

Разработанный продукт – приложение клиент-серверной архитектуры, обладающее следующим основным функционалом: заселение/выселение студентов; регистрация нового имущества и удаление записей об уже существующем; поиск по нескольким полям среди проживающих и комнат общежитий; отслеживание загруженности комнат, их статуса.

Предложенная в разработанной программе архитектура обладает рядом серьезных преимуществ, в том числе соответствие принципу модульности, безопасность, быстрое действие.

Разработанное приложение включает в себя несколько окон:

- окно авторизации;
- основное окно (рисунок) приложения (работа с проживающими и комнатами);
- окно добавления нового имущества (работа со студенческим имуществом и имуществом общежития);
- окно заселения/выселения студента или сотрудника.



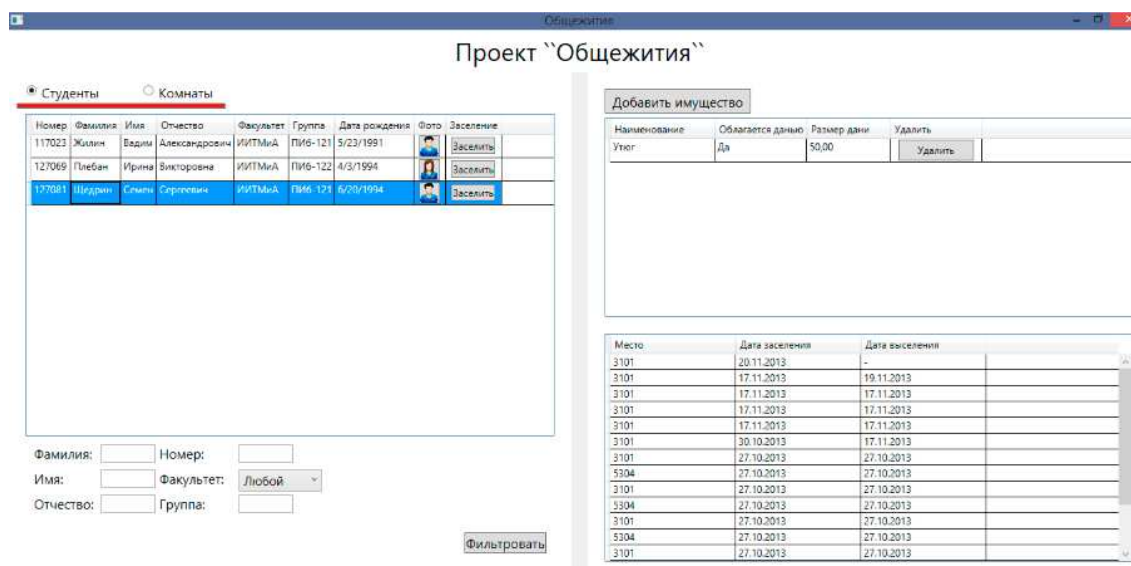


Рис. Основное окно системы

В последующем планируется развитие данной системы в виде веб-приложения, что позволит существенно упростить работу пользователей [7], доработка системы автоматического распределения студентов по комнатам в общежитии в зависимости от их предпочтений и загруженности комнат общежития в конкретный момент времени. В систему будут добавлены возможности формирования отчетов.

### Библиографический список

1. Дороганов В.С., Трофимов И.Е. Автоматизация документооборота Профсоюзного комитета студентов Кузбасского государственного технического университета // SWorld: сб. науч. тр. – Т. 3: Технические науки. – Одесса, 2010. – С. 3–4.
2. БИТ.Общежитие 8 // ПервыйБИТ. – URL: [http://novosibirsk.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION\\_ID=1992](http://novosibirsk.1cbit.ru/1csoft/index.php?SECTION_ID=1992).
3. Программный комплекс «ОВИОНТ-Студгородок» // ОВИОНТ. – URL: [http://www.oviont.com/soft/is\\_vuz/studgorodok/](http://www.oviont.com/soft/is_vuz/studgorodok/).
4. АИС "Общежитие" // СпецАвтоматика-Спектр. – URL: <http://www.ca-c.ru/dormitory>.
5. Электронное общежитие // allsoft.ru. – URL: <http://allsoft.ru/software/vendors/pomoshch-obrazovaniyu/elektronnoe-obshchezhitie/>
6. 1С: Предприятие 8 // 1С. – URL: <http://v8.1c.ru/>.
7. Прокопенко Е.В., Сарапулова Т.В. Разработка веб-приложений для поддержки стратегического управления // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – № 5. – С. 114–116.

# УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Аспирант К.А. Халитов,  
канд. техн. наук, доцент О.И. Седяров**  
Московский государственный университет  
дизайна и технологии

В статье рассмотрена новая методика для построения универсального графического интерфейса пользователя клиентской прикладной программы и серверного веб-приложения на примере программного модуля визуализации данных системы акустического мониторинга.

**Ключевые слова:** универсальный GUI; программное обеспечение; прикладная программа; веб-приложение; мониторинговые системы.

## AN UNIVERSAL GRAPHICAL USER INTERFACE OF THE EXAMPLE OF AN ACOUSTIC MONITORING SYSTEM

**Graduate Student K.A. Khalitov**  
**Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor O.I. Sedlyarov**  
Moscow State University of Design and Technology

This article is devoted to the new method of an implementation of an universal graphical user interface of a client application and a server web-application of the example of a software visualisation module of an acoustic monitoring system.

**Keywords:** universal GUI; software; application; web-application; monitoring systems.

В настоящее время любая современная мониторинговая система включает в себя прикладное программное обеспечение (ПО) для визуализации данных. Как правило, запуск этого ПО предполагает наличие рекомендуемой операционной системы (ОС), в большинстве своих случаев ОС компании Microsoft. Однако сейчас наблюдается тенденция использования кроссплатформенных средств для разработки ПО. В результате этого появляется возможность запуска готового программного продукта на разных ОС, включая и мобильные ОС.

Кроме того, в связи с бурным распространением Интернета популярным направлением разработки ПО стала разработка веб-приложений или веб-сервисов. Веб-приложение является полезным дополнением

к клиентской прикладной программе (приложению). Обычно веб-приложение дает возможность удаленного использования мониторинговой системы. Это означает, что пользователь не привязан к месту расположения аппаратной части мониторинговой системы и может использовать ее из любой точки мира, где есть рекомендуемое интернет-соединение. Важно заметить, что разработка веб-приложений в значительной степени отличается от разработки клиентских приложений, и это, в свою очередь, создает некоторые проблемы. В частности, это проблема создания универсального графического интерфейса пользователя (GUI). Чтобы клиентское приложение и веб-приложение были реализованы в едином графическом стиле, необходимо приложить достаточно усилий как разработчику интерфейса клиентского приложения, так и разработчику интерфейса веб-приложения. В конечном счете величина усилий одного или другого разработчика будет зависеть от того, интерфейс какого приложения будет задавать общий стиль.

Рассмотрим наиболее популярные в настоящий момент способы построения интерфейсов клиентских приложений на языке C++ как наиболее используемом для разработки ПО, для ОС Microsoft Windows (MS Windows) и ОС Linux. Главным средством разработки ПО для MS Windows является MS Visual Studio [1]. Эта интегрированная среда разработки (IDE) позволяет разрабатывать ПО на разных языках программирования, но основными языками, конечно, являются C++ и C#. Для разработки интерфейса приложения имеются два основных средства – Windows Forms (WinForms) и Windows Presentation Foundation (WPF). Большая часть существующих приложений для MS Windows разработана с использованием WinForms, однако с появлением более современных версий ОС (MS Windows 7, 8) система WPF становится более популярной. Кроме того, последние версии MS Visual Studio позволяют использовать язык разметки HTML5 для построения интерфейсов, близких по стилю к нативным веб-приложениям. Однако стоит заметить, что коммерческая лицензия MS Visual Studio является платной, как и лицензия MS Windows, что, несомненно, является недостатком для низкобюджетных проектов.

Если говорить о низкобюджетных проектах, то тут наиболее подходящим вариантом является ОС Linux. Помимо того, что большинство дистрибутивов этой ОС является абсолютно бесплатным, в том числе и для коммерческого использования, также имеется ряд бесплатных средств для разработки качественного ПО для ОС Linux.

Самым распространенным средством для разработки ПО на языке C++ является кроссплатформенный инструментарий Qt [2]. Важно подчеркнуть, что Qt позволяет разрабатывать приложения не только для ОС Linux, но и для MS Windows, Mac OS X, Android и других UNIX-подобных ОС. Разработчики Qt предлагают как бесплатную для коммерческого использования, так и платную лицензию с дополнительными возможностями. Но, исходя из современной практики разработки ПО с помощью этого инструментария, бесплатной лицензии оказывается больше чем достаточно.

Если проводить аналогию с MS Visual Studio, то в Qt мы имеем IDE Qt Creator. Здесь альтернативой WinForms являются так называемые виджеты (Qt Widgets), а альтернатива для WPF – Qt Quick. Также в Qt Creator имеется возможность создания интерфейсов на основе HTML5. Но наиболее интересным модулем инструментария является встраиваемый веб-движок WebKit, который лежит в основе всех современных веб-браузеров. Подобный модуль имеется и в MS Visual Studio, но он имеет ряд ограничений, и тем более нас больше интересуют низкобюджетные средства, которые позволяют уменьшить издержки при создании программного продукта. Веб-движок – это ядро браузера, он отвечает за правильное отображение веб-страниц. Модуль Qt WebKit позволяет создавать интерфейс клиентского приложения с использованием техники разработки интерфейсов веб-приложений. В основе создания интерфейса веб-приложения лежит устоявшийся стек технологий. Он включает язык разметки HTML (HTML 4, 5), каскадные таблицы стилей (CSS 2, 3) и скриптовый язык JavaScript с богатым выбором дополнительных библиотек (каркасов). Отдельного внимания заслуживает тот факт, что скорость появления новых полезных каркасов для языка JavaScript стремительно растет, а это делает разработку насыщенных функционалом приложений более быстрой и удобной.

Теперь решение проблемы создания универсального GUI лежит на поверхности, но это только на первый взгляд. Рассмотрим традиционный способ создания универсального GUI с помощью модуля Qt WebKit на примере модуля визуализации данных системы акустического мониторинга, разрабатываемой в рамках кандидатской диссертационной работы [3]. Под системой акустического мониторинга подразумевается система, включающая аппаратную и программную части. Аппаратная часть системы состоит из сенсорной сети акустических

датчиков, данные с которых обрабатываются на микроконтроллере и отправляются по какому-либо интерфейсу (UART, IEEE 802.X и др.) на персональный компьютер (ПК). Программная часть состоит из набора прикладных программ, работающих как на локальном ПК (клиентское ПО), так и на удаленном сервере (серверное ПО).

Традиционный метод подразумевает использование межпроцессного взаимодействия посредством встроенного механизма *Qt*. Здесь подразумевается взаимодействие между основной логикой клиентского приложения, изображенной на рис. 1 как *Обработчик данных*, и *GUI*-элементом.

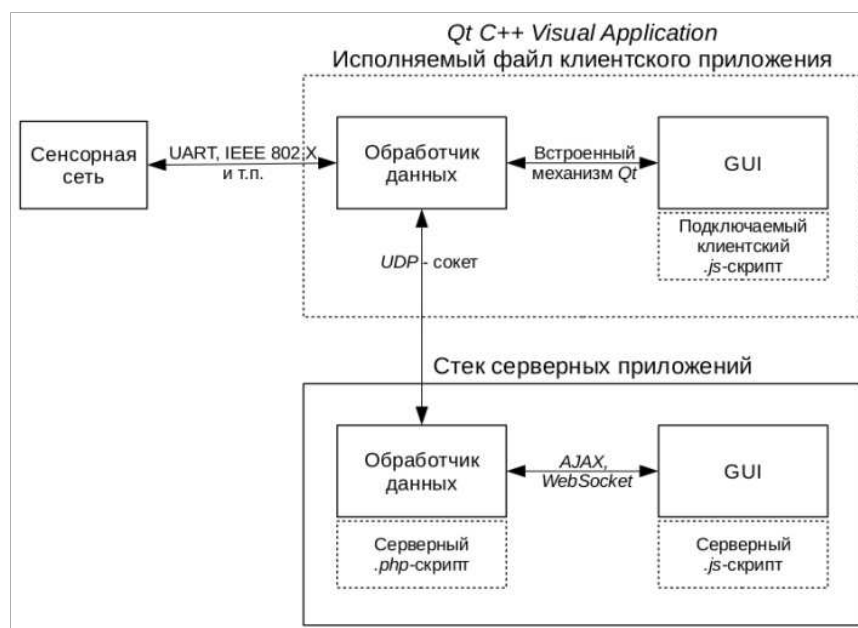


Рис. 1. Традиционный метод реализации универсального GUI

Одним из недостатков такого подхода является то, что код для реализации GUI на языке JavaScript будет иметь специфические функции, которые будут актуальны только для клиентского *Qt*-приложения. Для серверного приложения, отвечающего за GUI, нужен будет другой, специфичный для серверной реализации, код. Например, в случае использования *PHP*-скрипта для реализации основной логики серверного приложения понадобится реализация межпроцессного взаимодействия с помощью какой-либо другой технологии (*AJAX* или *WebSocket*). Отсюда следует еще один недостаток, а именно использование дополнительного языка программирования для реализации основной логики серверного приложения и разработка нового алгоритма межпроцессного взаимодействия. Для решения

этих проблем предлагается новый метод, основанный на использовании упомянутой выше технологии *WebSocket*. Суть метода заключается в том, чтобы унифицировать метод межпроцессного взаимодействия между основной логикой приложения и GUI как на клиентской стороне, так и на серверной. В этом случае появляется возможность использования JavaScript-кода для реализации универсального для обеих сторон GUI. На рис. 2 видно, что теперь для межпроцессного взаимодействия как для клиентской, так и для серверной части используется технология *WebSocket*. Следовательно, теперь мы имеем один универсальный JavaScript-код для разных приложений.

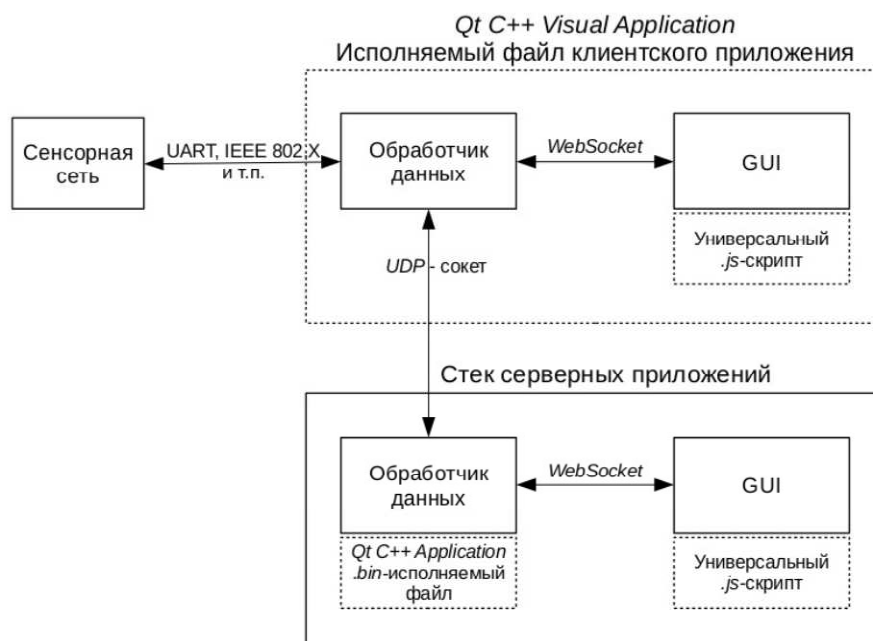


Рис. 2. Новый метод реализации универсального GUI

В этом случае необходимым условием является серверное приложение, основная логика которого реализована с помощью Qt, на не совсем привычном для веб-разработчиков языке C++. С одной стороны, такой подход к реализации серверного приложения усложняет задачу для узкоспециализированного веб-разработчика. Но, с другой стороны, мы имеем универсальные части кода, которые позволяют нам сэкономить время на дублировании одних и тех же по смыслу алгоритмов на разных языках. Важно также подчеркнуть, что для использования технологии *WebSocket* необходима дополнительная библиотека, которая имеется в интернете в свободном доступе или включается по умолчанию в более поздние версии *Qt*.

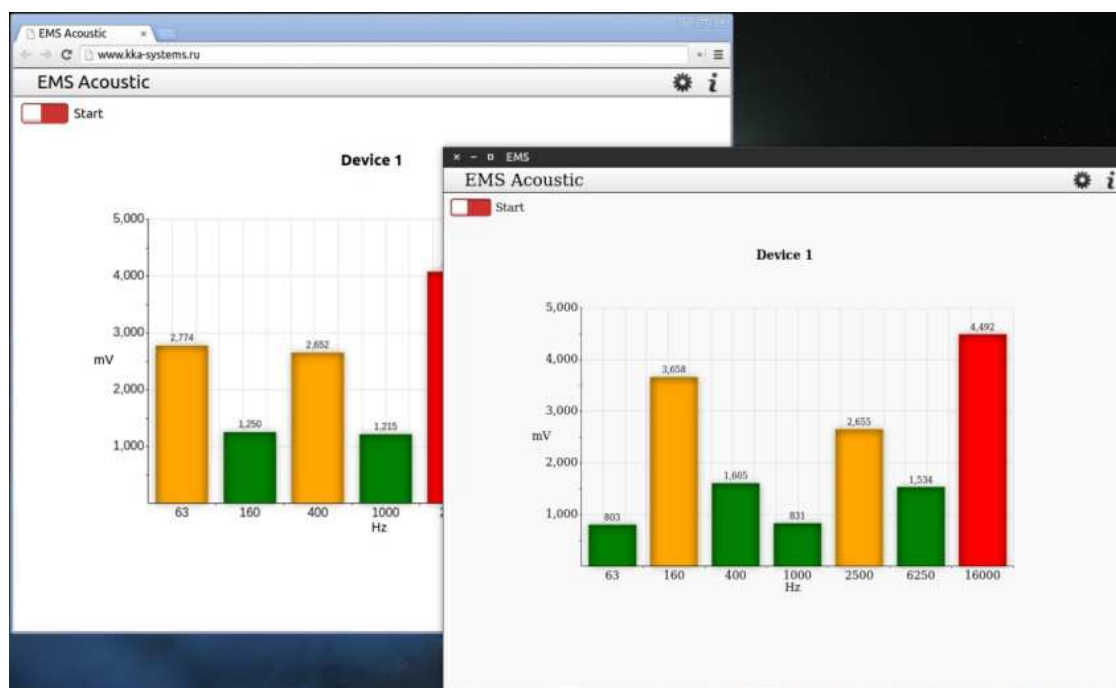


Рис. 3. Локальное (справа) и серверное (слева) приложения, запущенные на ОС Ubuntu 14.04

На рис. 3 приведен пример реализации нового метода создания универсального GUI для ОС *Ubuntu 14.04*. Как видно на рисунке, в конечном итоге мы получаем универсальный интерфейс как для локального приложения, запущенного в качестве исполняемого файла ОС, так и для серверного приложения, запущенного в современном веб-браузере. Так как для разработки ПО используются кросс-платформенные инструменты, это позволяет говорить о простой переносимости программного продукта на другие ОС в будущем.

### Библиографический список

1. Qt Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <http://qt-project.org/doc/>
2. Visual Studio Library [Электронный ресурс]. – URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/vstudio>
3. Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК–2014): сб. матер. межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. Ч. 2. – Иваново: Изд-во Иванов. гос. политехн. ун-та, 2014. – С. 25 [Электронный ресурс]. – URL: [http://ti.ivgpu.com/poisk/file/part\\_2.pdf](http://ti.ivgpu.com/poisk/file/part_2.pdf)

# РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ФИГУРНОГО РАСКРОЯ МАТЕРИАЛА С ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Студент А.В. Чёрный,  
канд. техн. наук, доцент Р.Т. Мурзакаев  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В работе рассматривается разработка алгоритма интеграции программного комплекса фигурного раскроя листового материала «*Itas Nesting*» с системой управления инженерными данными и жизненным циклом изделия «Лощман: *PLM*» на языке программирования *Java* с использованием библиотеки *Jawin* и средств *API* «Лощман: *PLM*».

**Ключевые слова:** фигурный раскрой; программный комплекс; интеграция; *API*; Лощман: *PLM*; алгоритм.

## DEVELOPMENT OF THE INTEGRATION MECHANISM SOFTWARE PACKAGE FOR SHAPED MATERIAL NESTING WITH ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS

Student A.V.Chernyi,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor R.T. Murzakaev  
Perm National Research Polytechnic University

The paper describes development of the integration mechanism software package for shaped material «*Itas Nesting*» with system engineering data management and product lifecycle «*Loodsman: PLM*» on *Java* programming language using *Jawin* library and tools *API* «*Loodsman:PLM*».

**Keywords:** shape nesting; software package; integration; *API*; *Loodsman:PLM*; algorithm.

Сегодня каждая компания, будь то маленькая фирма или большое промышленное предприятие, сталкиваются с проблемой передачи и обработки данных, поскольку для автоматизации своей деятельности используют множество разнородных программных продуктов. Эти программы начинают функционировать независимо друг от друга, с отдельными, часто несопоставимыми данными. Результатом такой информационной среды являются низкая эффективность работы ее составляющих и снижение производительности труда.



В данной статье представлен способ интеграции программного комплекса «*Itas Nesting*» с системой «Лоцман: *PLM*». Данные системы функционируют независимо друг от друга. И пользователь вынужден вручную переносить необходимые данные из системы «Лоцман: *PLM*» в «*Itas Nesting*».

«Лоцман: *PLM*» представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую управление информацией об изделии. Относится к классу *PDM/PLM* систем (англ. *Product Data Management (PDM)* – система управления данными об изделии; англ. *Product Lifecycle Management (PLM)* – жизненный цикл изделия) [1]. Она аккумулирует всю информацию, необходимую для конструкторско-технологической подготовки производства продукции предприятия, получает конструкторские и технологические данные и по мере их поступления наполняет ими состав изделия.

В программном комплексе «*Itas Nesting*» формируются карты раскроя на основе набора чертежей и сортамента листов. После чего на основе выбранных карт раскроя формируется управляющая программа резки, которая передается на станок с ЧПУ для выпуска готовой продукции [2, 3].

Система «Лоцман: *PLM*» предоставляет большой набор функций *API* для прямого доступа к функциональным возможностям системы, данный набор функций можно использовать для обновления информации об изделиях, находящихся в базе данных программного комплекса «*Itas Nesting*», или для формирования карт раскроя, извлекая чертежи и сборки деталей из «Лоцман: *PLM*» [4].

Рассмотрим средства и технологии, с помощью которых реализовывался алгоритм интеграции программного комплекса «*Itas Nesting*» и системы «Лоцман: *PLM*»

Технология *SOM+* – это совокупность программных средств, обеспечивающих разработку, распространение и функционирование распределенных приложений для сетей Интернета и интранета.

Стандартная программная модель приложений, использующих *SOM+*, представляет собой трехзвенную архитектуру распределенных приложений, состоящую из серверов, клиентов и ПО промежуточного уровня. При этом бизнес-логика приложения сконцентрирована в объектах транзакций, а ПО промежуточного уровня, управляющее этими объектами, построено с использованием компонентной модели [5].

Таким образом, имея сервер приложений «Лоцман: *PLM*», реализованный по технологии *COM+*, можно напрямую использовать функциональные возможности этой системы с помощью встроенного *API*.

*API* (англ. *application programming interface*, *API* – интерфейс программирования приложений) – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) для использования во внешних программных продуктах. *API* позволяет разработчику программного обеспечения работать с компонентами сервера приложений. В нашем случае с компонентами сервера приложений «Лоцман: *PLM*».

Изучив документацию по *API* сервера приложений «Лоцман: *PLM*», были выявлены методы, с помощью которых решается задача получения файлов различных типов из системы «Лоцман: *PLM*».

Рассмотрим найденные методы:

1) *GetDBList* – возвращает общий список зарегистрированных баз данных.

2) *ConnectToDBEx* – производит подключение к базе данных, используя аутентификацию *SQL*-сервера.

3) *SetFormat* – устанавливает текущий формат возврата наборов данных.

4) *FindObjects* – производит поиск объектов в базе данных

5) *GetInfoAboutVersion* – возвращает информацию о версии объекта.

6) *ExtractFile* – извлекает файл из базы данных (для просмотра) и копирует файл в зарезервированную временную папку пользователя [6].

Составим алгоритм, в котором последовательно будут вызываться рассмотренные выше методы.

На рис. 1 схематически показан алгоритм интеграции «*Itas Nesting*» с «Лоцман: *PLM*».

Действие «Открыть соединение с сервером приложений» создает *COM*-объект для работы с его методами. Затем в действии «Получить список всех баз данных» выполняется вызов метода *GetDBList*, который возвращает общий список зарегистрированных баз данных. Пользователь вводит логин и пароль для подключения к базе данных, выбранной из списка. После чего в действии «Подключиться к базе данных» производится подключение к базе данных с помощью метода *ConnectToDBEx*. Далее в действии «Определить формат данных» вызывается метод *SetFormat*, который устанавливает текущий формат

возврата наборов данных. Например, *XML* или бинарный. Затем для поиска нужных объектов вводятся ключевые слова и задаются параметры поиска, и в действии «Провести поиск по базе данных» вызывается метод *FindObjects*. Затем среди результатов поиска выбирается искомый объект, для которого в действии «Получить список файлов текущего документа» с помощью метода *GetInfoAboutVersion* возвращается список прикрепленных файлов. После чего в действии «Извлечь файл» выбранный из полученного списка файл извлекается с помощью метода *ExtractFile*.

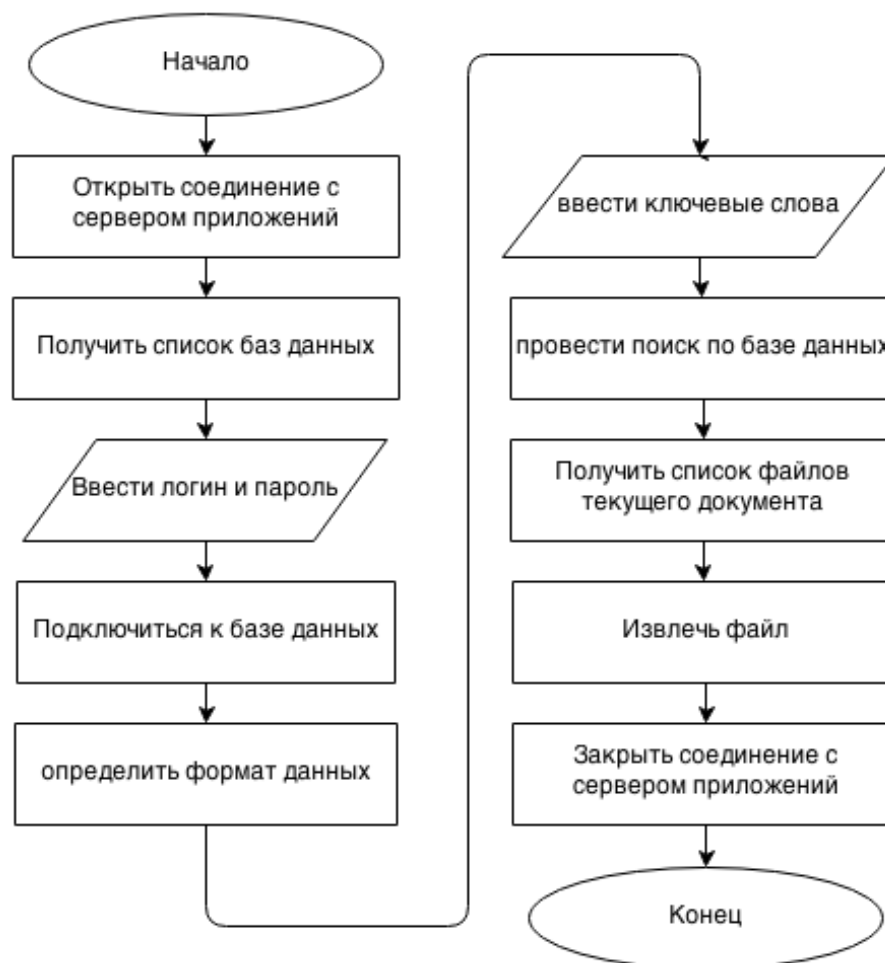


Рис. 1. Алгоритм интеграции «*Itas Nesting*» с «*Лоцман: PLM*»

По окончании работы выполняется действие «Закрыть соединение с сервером приложений», которое закрывает соединение с сервером приложений.

Для реализации алгоритма на языке *Java* необходимо использовать сторонние библиотеки, предназначенные для взаимодействия *Java* с *COM*-объектами. Одной из таких библиотек является *Jawin*.

Библиотека *Jawin* выбрана ввиду следующих причин:

- 1) бесплатная;
- 2) имеет архитектуру с открытым исходным кодом;
- 3) обладает большим количеством классов и методов с подробным описанием;
- 4) имеются руководства и инструкции.

Ниже приведены примеры кода, разработанного алгоритма.

Создание объекта класса *DispatchPtr*, используя имя соответствующей COM-компоненты:

```
app=new DispatchPtr("LoodsmanServerApplication.MainSystem");
```

где *LoodsmanServerApplication.MainSystem* – наименование COM-компоненты.

Подключение к базе данных *DBName*, используя логин *login* и пароль *pass*:

```
Integer bd
```

```
= (Integer)Win1.app.invokeN("ConnectToDBEx", new Object[] {DBName, login, pass, outLRetCode, outLErrMsg});
```

где *ConnectToDBEx* – наименование метода API для подключения к базе данных.

Поиск объектов в базе данных с типом *stTypeName*, наименованием *stProductName*, версией *stVersionNumber*, состоянием *stStateName* и атрибутами *stAttrCondition*:

```
res1=Win1.app.invokeN("FindObjects",  
new Object[] {stTypeName, stProductName+"%",  
stVersionNumber, stStateName, stAttrCondition, "", ""},  
outLRetCode, outLErrMsg);
```

где *FindObjects* – наименование метода API для поиска объектов в базе данных.

Извлечение из базы данных файла с наименованием *XmlStFileName*:

```
Object extractFile=Win1.app.invokeN("ExtractFile",  
new Object[] {XmlStTypeName, XmlStProductName,  
XmlStVersionNumber, 0, XmlStFileName, XmlStFullPath, 0,  
outLRetCode, outLErrMsg});
```

где *ExtractFile* – наименование метода API для извлечения файла из базы данных.

Алгоритм может получать файлы, прикрепленные к документам разных типов, например, 3D-модель детали, 3D-модель сборки и чертеж детали. Ниже приведен пример результата работы алгоритма.

Запрос состоял в том, чтобы получить список всех документов, тип которых имеет значение, или «3D-модель сборки», или «Чертеж детали», или «3D-модель детали». Результат представлен на рис. 2.

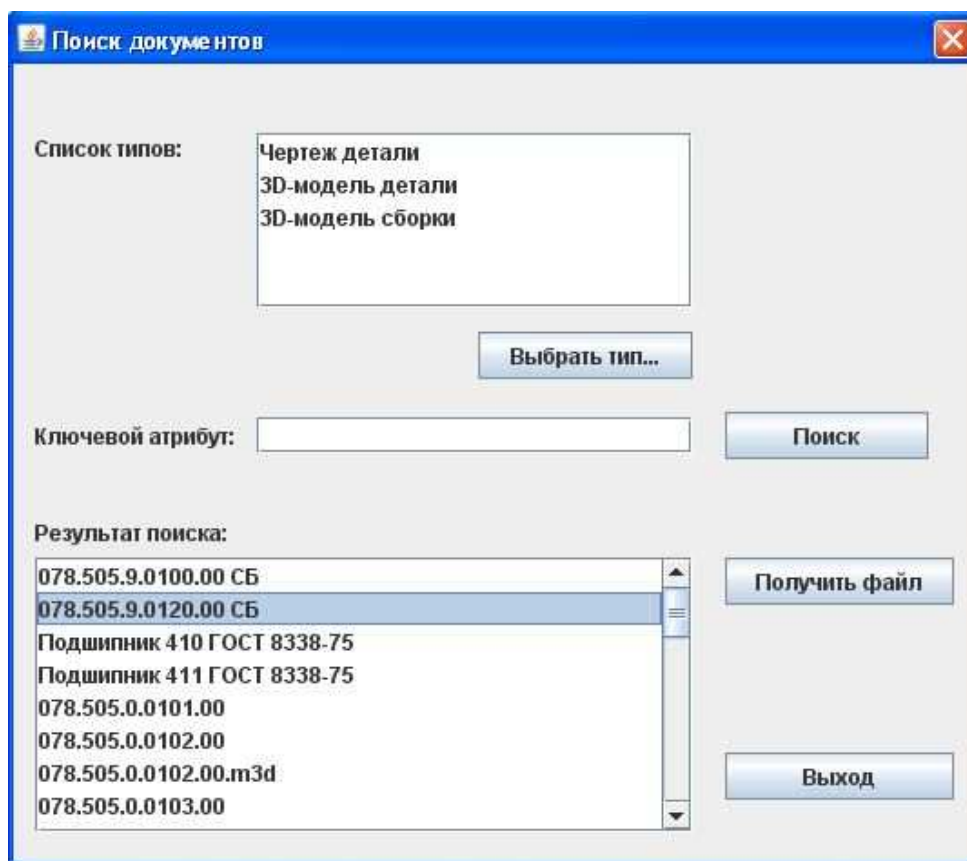


Рис. 2. Результат запроса по нескольким типам документов

По данному запросу было найдено 34 документа, для каждого из них может быть получен соответствующий прикрепленный файл. На рис. 3 представлен пример полученного файла для документа «078.505.9.0.120.00 СБ».



Рис. 3. Результат получения файла, прикрепленного к документу «078.505.9.0.120.00 СБ»

В результате проведенной работы был разработан алгоритм интеграции программного комплекса фигурного раскроя листового материала «*Itas Nesting*» с системой управления инженерными данными и жизненным циклом изделия «Лоцман: *PLM*». Особенность метода в том, что его реализация на языке программирования *Java* проводится с использованием встроенного *API* «Лоцман: *PLM*», построенного по технологии *COM+*, а взаимодействие между *Java* и *COM*-объектами осуществляется с помощью библиотеки *Jawin*. Разработанный метод позволил программному комплексу «*Itas Nesting*» получать файлы различных типов из «Лоцман: *PLM*». Полученные файлы могут быть применены для обновления информации об изделиях, находящихся в базе данных программного комплекса «*Itas Nesting*», или для формирования карт раскроя.

### Библиографический список

1. Программа обучения «Лоцман: *PLM*» / СГТИ (Технический университет). – СПб., 2007.
2. Шилов В.С., Клементьева А.Н., Мурзакаев Р.Т. Проектирование автоматизированной системы фигурного раскроя листового материала // *InnoTech 2012: материалы конф.* – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012.
3. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления.* – 2013. – № 7. – С. 143–148.
4. Лоцман: *PLM* [Электронный ресурс] // Материалы сайта <http://machinery.ascon.ru>. – URL: <http://www.uecs.ru/marketing/item/411-2011-04-25-10-08-37> (дата обращения: 01.06.2014).
5. Технология *COM+* (Microsoft Transaction Server) [Электронный ресурс] // Материалы сайта <http://citforum.ru/> – URL: <http://citforum.ru/gazeta/11/> (дата обращения: 14.09.2014).
6. Лоцман *API* [Файл справки] // Документация АСКОН Лоцман: *PLM*. – URL: [ascon.ru/download/documentation/items/](http://ascon.ru/download/documentation/items/)

# **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АДМИНИСТРАТОРА КОСМЕТИЧЕСКОГО САЛОНА СРЕДСТВАМИ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.2»**

**Канд. физ.-мат. наук, доцент Н.В. Чиганова**  
Стерлитамакский филиал Башкирского  
государственного университета

В статье описывается разработанная автоматизированная система для предприятия «Салон красоты». Данная система позволит повысить оперативность работы с клиентами и обеспечит возможность оказания услуг большему числу клиентов.

**Ключевые слова:** автоматизированная информационная система, предприятие, справочник, подсистемы, процедуры обработки.

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM FOR THE ADMINISTRATOR BEAUTY SALON MEANS «1С: ENTERPRISE 8.2»**

**Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences,**  
**Associate Professor N.V. Chiganova**  
Sterlitamakskij Bashkir Branch State University

This paper describes an automated system designed for enterprise "beauty salon." this system will improve the efficiency of customer service and will provide services to more customers.

**Keywords:** automated information system, enterprise directory, subsystem processing procedure.

Современный бизнес требует гораздо более широкого применения информационных технологий в управлении предприятием. Для принятия любого грамотного управленческого решения в условиях неопределенности и риска необходимо постоянно держать под контролем различные аспекты финансово-хозяйственной деятельности, будь то торговля, производство или предоставление каких-либо услуг. Поэтому современный подход к управлению предполагает вложение средств в информационные технологии.

«1С: Предприятие» является системой программ для автоматизации различных областей экономической деятельности.

Автоматизированная информационная система (АИС) «Салон красоты» предназначена для комплексного – аналитического обеспечения

салона в части исполнения следующих процессов: фиксирование оказываемой услуги в БД; фиксирование затраченных материалов; занесение данных о клиентах.

Интерфейс разработанной АИС представлен на рис. 1. При разработке АИС для салона красоты необходима следующая информация: Салон: название салона, телефон, адрес; Сотрудники: код сотрудника, фамилия, имя, стаж работы, вид услуги; Номинал: код номинала, материал, товары для продажи, услуги; Документация: номер, отчеты, договоры, сметы; Клиентская база: код клиента, фамилия, имя, телефон.

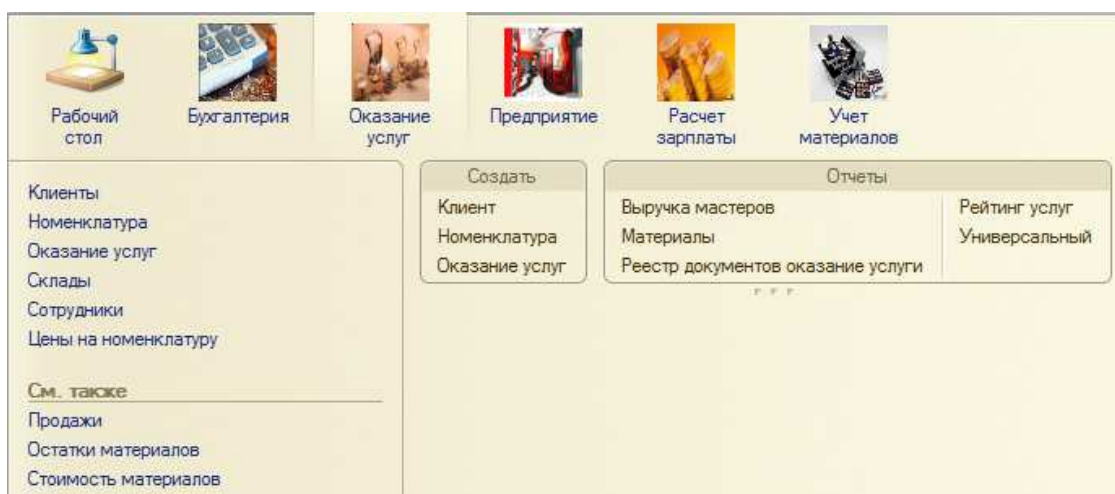


Рис. 1. Интерфейс системы

Основные цели создания АИС «Салон красоты»:

- замещение существующей информационной системы на полностью автоматизированную значительно упростит затраты времени и сил администратора салона;
- АИС позволит повысить оперативность работы с клиентами и обеспечит возможность оказания услуг большему числу клиентов;
- повысит качество работы с клиентами, уменьшит риск ошибок при редактировании и добавлении информации об услугах и клиентах;
- наглядность и структурность данных обеспечат удобство в работе с информацией.

Для реализации поставленных целей система должна решать такие задачи, как: ввод информации; ведение баз данных; обработка входящей и исходящей документации; контроль исполнительской деятельности.



АИС предназначена для обработки данных о сотрудниках, клиентах и оказываемых услугах. Система должна выдавать отчеты по запросам администратора. Составим следующее описание деятельности рассматриваемых подразделений.

Перед приемом в салоне проводится встреча мастера с клиентом. Мастер сообщает администратору об ожидаемом приеме клиента и оказываемой услуге. Клиент может посетить салон более чем один раз, но если клиент ранее не посещал салон, то ему присваивается регистрационный номер и записываются его данные (фамилия, имя, номер телефона). Администратор должен зафиксировать в системе имя клиента, оказываемую услугу или продажу товара.

Объекты конфигурации Подсистема позволяют выделить в конфигурации функциональные части, на которые логически разбивается создаваемое прикладное решение [6, с. 36]. В АИС «Салон красоты» разработаны подсистемы Бухгалтерия, Оказание услуг, Учет материалов. Для справочника сотрудников элементом является сотрудник, для справочника товаров – товар и т.д. Пользователь, в данном случае администратор салона, может самостоятельно добавить новые элементы в справочник: добавить новых сотрудников, создать новый вид услуг или внести нового клиента. В базе данных каждый элемент справочника представляет собой отдельную запись в основной таблице, хранящей информацию из этого справочника. Каждый элемент справочника содержит информацию, которая описывает элемент справочника, для описания такого набора используются реквизиты объекта конфигурации Справочник, которые также, в свою очередь, являются объектами конфигурации.

Поскольку салон оказывает различные услуги, очевидно, что для введения учета требуется хранить некоторую списочную информацию. Также требуются список сотрудников, клиентов, материалов и перечень услуг, оказываемых данным салоном. Для хранения и работы с данной информацией были созданы такие справочники, как Сотрудники, Должность, Клиенты, Номенклатура, Склады. Для описания информации о совершенных хозяйственных операциях или событиях, произошедших в жизни организации, реализованы следующие документы: Прием на работу, Увольнение, Приходная накладная, Оказание услуг. В документе «Прием на работу» создаем реквизит «ФИО», остальные реквизиты и указываем для каждого из них правильный тип: реквизит Должность – тип «СправочникСсылка.Должности»; реквизит

Оклад – тип Число, длина 10, точность 2; реквизит ДатаПриема – тип Дата. С помощью этого документа позволяет вводиться данные о новом сотруднике (в режиме 1С:Предприятие) (рис. 2).

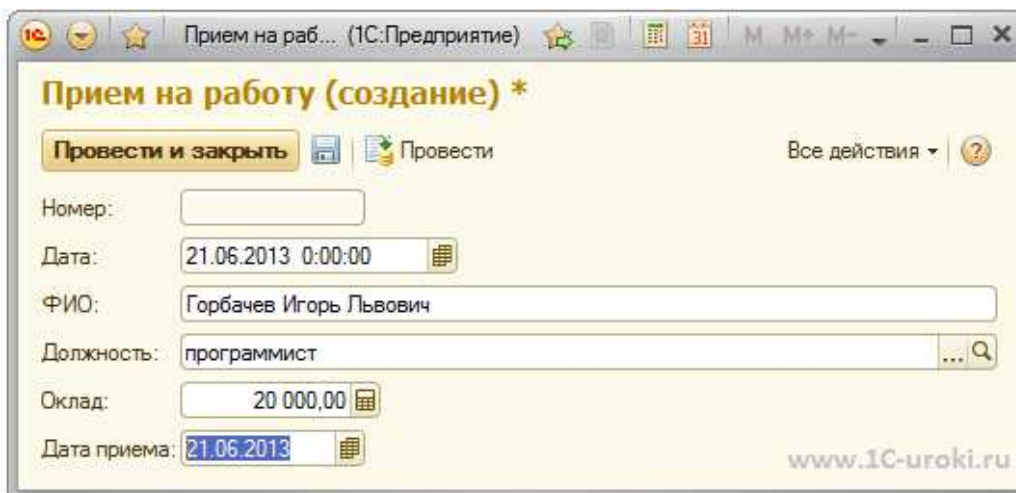


Рис. 2. Документ «Прием на работу» в режиме «1С.Предприятие»

При проведении выполнится предопределенная процедура ОбработкаПроведения().

*Процедура ОбработкаПроведения(Отказ, РежимПроведения)*

*СпрСотр = Справочники.Сотрудники.СоздатьЭлемент();*

*СпрСотр.Наименование = ФИО;*

*СпрСотр.Должность = Должность;*

*СпрСотр.Оклад = Оклад;*

*СпрСотр.ДатаПриема = ДатаПриема;*

*СпрСотр.Записать();*

*КонецПроцедуры*

В Конфигураторе документ «Увольнение» содержит реквизиты «Сотрудник» тип «СправочникСсылка.Сотрудники» и «ДатаУвольнения» тип Дата. Для реализации удаления записи с базы данных необходимо организовать в модуле процедуру ОбработкаПроведения():

*СпрСотр=Сотрудник.ПолучитьОбъект();*

*СпрСотр.ДатаУвольнения=ДатаУвольнения;*

*СпрСотр.Записать();*

Документ Приходная накладная содержит реквизит Склад тип данных СправочникСсылка.Склады и табличную часть Материалы. Созданы реквизиты табличной части Материалы: Материал, тип СправочникСсылка.Номенклатура; Количество, тип число, длина 15, точность 3, неотрицательное; Цена, тип число. Длина 15, точ-

ность 2, неотрицательное; Сумма, тип число, длина 15, точность 2, неотрицательное.

В модуле Работы с документами были описаны такие процедуры, как:

- рассчитать сумму() необходима для подсчета общей суммы оказанных услуг или приобретенных товаров;
- материалы Количество При Изменении() необходима для подсчета общей суммы оказанных услуг или приобретенных товаров.
- материалы Цена При Изменении() необходима для фиксации определенной цены на материал при изменении в какой-либо период времени;
- процедура Обработка Проведения.

Документ Оказание услуг содержит реквизиты: Склад, тип Справочник Ссылка.Склады; Клиент, тип Справочник Ссылка.Клиенты; Мастер. Тип Справочник Ссылка.Сотрудники. Создана табличная часть этого документа Перечень Номенклатуры с реквизитами: Номенклатура. Тип Справочник Ссылка.Номенклатура; Количество, тип число, длина 15, точность 3; Цена, тип число, длина 15, точность 2; Сумма, тип число, длина 15, точность 2. Эти данные нам необходимы для того, чтобы проследить количество оказанных услуг клиентам мастерами, расход материала, стоимость или прибыль от тех или иных услуг.

Отчет Материалы фиксирует приход, расход и остатки материалов. После настройки и формирования отчет примет вид (рис. 3).

**Материалы**

Вариант отчета:

Параметры: Начало периода:  
Конец периода:

Склад	Материал	Количество Начальный остаток	Количество Приход	Количество Расход	Количество Конечный остаток
Основной	маски для лица		5,000		5,000
	лак для волос		3,000		3,000
	ультрофиолетовая лампа		7,000		7,000
	маски для лица		3,000		3,000

Рис. 3. Отчет Материалы

Отчет Реестр документов оказание услуг выводит список оказанных услуг за определенное время. Также выводит, каким мастером и какому клиенту была оказана данная услуга. После настроек формирует отчет вида (рис. 4).

Документ	Склад	Мастер	Клиент
Оказание услуг 000000003 от 25.03.2014 20:20:34	Основной	Каримова Галина Сергеевна	Манаева Регина
Оказание услуг 000000002 от 25.03.2014 20:12:40	Основной	Каримова Галина Сергеевна	Макеева Екатерина
Оказание услуг 000000001 от 25.03.2014 20:17:33	Основной	Каримова Галина Сергеевна	Белова Ольга
Оказание услуг 000000004 от 03.04.2014 23:45:01	Основной	Петрова Татьяна Александровна	Макеева Екатерина
Оказание услуг 000000005 от 02.04.2014 12:00:00	Основной	Сидорова Анастасия	Макеева Екатерина
Оказание услуг 000000006 от 03.04.2014 23:54:01	Основной	Сидорова Анастасия	Макеева Екатерина
Оказание услуг 000000007 от 24.04.2014 15:56:04	Основной	Сидорова Анастасия	Манаева Регина
Оказание услуг 000000008 от 24.04.2014 22:08:55		Петрова Татьяна Александровна	Манаева Регина

Рис. 4. Отчет Оказание услуг

Отчет Рейтинг услуг содержит информацию о том, выполнение каких услуг принесло Салону наибольшую прибыль в указанном периоде. Отчет Выручка мастеров позволяет получить информацию о том, какая выручка была получена Салоном благодаря работе каждого из мастеров с детализацией по всем дням в выбранном периоде и разворотом по клиентам, обслуженным в каждый из дней. Этот отчет также будет использован для расчета заработной платы мастеров. После настройки и формирования отчет примет вид (рис. 5).

Мастер	Период	Клиент	Выручка
Итого			4 500,00
Каримова Галина Сергеевна			4 500,00
	01.03.2014 0:00:00		
	02.03.2014 0:00:00		
	03.03.2014 0:00:00		
	04.03.2014 0:00:00		
	05.03.2014 0:00:00		
	06.03.2014 0:00:00		
	07.03.2014 0:00:00		
	08.03.2014 0:00:00		
	09.03.2014 0:00:00		
	10.03.2014 0:00:00		
	11.03.2014 0:00:00		
	12.03.2014 0:00:00		
	13.03.2014 0:00:00		
	14.03.2014 0:00:00		
	15.03.2014 0:00:00		
	16.03.2014 0:00:00		
	17.03.2014 0:00:00		
	18.03.2014 0:00:00		
	19.03.2014 0:00:00		
	20.03.2014 0:00:00		
	21.03.2014 0:00:00		
	22.03.2014 0:00:00		
	23.03.2014 0:00:00		
	24.03.2014 0:00:00		
	25.03.2014 0:00:00		4 500,00

Рис. 5. Отчет выручка мастеров

С помощью макета печатной формы мы можно вывести все необходимые отчеты и документы на печать (рис. 6).

№	Номенклатура	Количество	Цена	Сумма
1	покраска		350,000	

Всего

Рис. 6. Печатная форма

Данная АИС была внедрена в работу предприятия «Салон красоты» и является средством для реализации экономико-управленческой деятельности предприятия.

### Библиографический список

1. Балдин К.В., Уткин В.Б. Информационные системы в экономике: учебное пособие. – М.: Дашков и Ко, 2005. – 395 с.
2. Гвоздева В.А., Лаврентьева И.Ю. Основы построения автоматизированных информационных систем: ученик. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 320 с.
3. Емельянова Н.З., Партыка Т.Л., Попов И.И. Основы построения автоматизированных информационных систем: учебное пособие. – М., 2008. – 416 с.
4. Проектирование экономических информационных систем: учебное пособие / Г.Н. Смирнова, В.П. Романов, Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка. – М.: Экзамен, 2005. – 256 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОРТОГОНАЛЬНОГО РАСКРОЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ЛИСТАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

**Ассистент В.С. Шилов**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Работа посвящена разработке методики применения алгоритмов ортогонального раскроя для размещения деталей на листах сложной формы. Для этого в работе решены две подзадачи: анализ формы листа и учет сложных границ листа в алгоритмах раскроя.

**Ключевые слова:** ортогональный раскрой-упаковка; деловой остаток; лист сложной формы.

## USAGE OF ORTHOGONAL CUTTING ALGORITHMS TO PLACE DETAILS ON SHEETS OF COMPLEX SHAPE

**Assistant Lecturer V.S. Shilov**

Perm National Research Polytechnic University

The paper deals with methods of usage of orthogonal cutting algorithms to place details on sheets of complex shape development. Two subtasks were solved to achieve this goal: sheet shape analysis, accounting of sheet complex shape in cutting algorithm

**Keywords:** orthogonal cutting-packing; useful remains; sheet of complex shape.

Раскрой-упаковка представляет собой широкий класс задач [1]. Данные задачи имеют как большую практическую значимость, так и огромный научный интерес. Одной из задач, относящихся к данному классу, является задача размещения геометрических объектов в области произвольной формы [2]. Такой областью могут быть как отверстия в деталях, так и листы делового остатка.

Наиболее часто на практике при раскрое материала встречаются геометрические объекты прямоугольной формы, а также геометрические объекты формы, близкой к прямоугольной, которые могут быть описаны прямоугольником без значительных потерь в качестве раскроя. Таким образом, целью статьи является разработка методики применения алгоритмов ортогонального раскроя [3] для размещения деталей на листах сложной формы.

Можно выделить две основные подзадачи, возникающие при размещении деталей на листах сложной формы:

1. Анализ формы листа.
2. Учет границ листа при размещении деталей.

Для удобства учета формы листа при размещении деталей необходимо сформировать два массива, описывающих левую и правую границы листа. Каждый массив должен содержать  $x$ -координаты границы в точках с целочисленной  $y$ -координатой.

Алгоритм построения границ листа сложной формы имеет следующий вид:

1. Выбираем верхнюю точку контура. Если контур имеет бесконечное множество верхних точек, то выбрать ту, которая лежит в центре. Обозначим  $y$ -координату найденной точки *currentHeight*.

2. Будем рассматривать значения *currentRight* и *currentLeft* – координаты левой и правой границ делового остатка, имеющие координату *currentHeight*. В начальный момент времени они будут равны  $x$ -координате точки, найденной на шаге 1.

3. Уменьшаем *currentHeight* на 1.

4. Рассчитываем значения *currentLeft'* и *currentRight'*

- 4.1. Рассчитываем *currentLeft'* как  $x$ -координату самой правой точки контура на высоте *currentHeight*, которая меньше *currentRight*.

- 4.2. Рассчитываем *currentRight'* как  $x$ -координату самой левой точки контура на высоте *currentHeight*, которая меньше *currentLeft*.

5. Если на шаге 4 не было найдено ни одной точки на высоте *currentHeight*, завершить алгоритм.

6. Если  $currentLeft' > currentRight'$ , то выполняем проверки:

- 6.1. Если  $currentRight' - currentLeft' \geq currentLeft' - currentRight'$ , пересчитать значение *currentLeft'* в соответствии с шагом 4, приняв за *currentRight* значение *currentLeft'*.

- 6.2. Если  $currentRight' - currentLeft' < currentLeft' - currentRight'$ , пересчитать значение *currentRight'* в соответствии с шагом 4, приняв за *currentLeft* значение *currentRight'*.

7. Принять  $currentLeft = currentLeft'$ ,  $currentRight = currentRight'$  и запомнить эти значения, как значения, описывающие левую и правую границы контура делового остатка.

8. Перейти к шагу 3.

Популярной группой алгоритмов для размещения деталей на листах прямоугольной формы являются декодеры. Они же могут быть применены и для размещения деталей на листах сложной

формы. Для учета сложной левой границы достаточно считать, что укладка начинается не с первого шага алгоритма и на листе уже имеются детали, описанные левой границей листа.

Наличие сложной правой границы влечет единственную существенную модификацию в алгоритме размещения: теперь усложняется проверка того, вмещается ли деталь в лист по ширине. Для этого из всех значений, описывающих правую границу листа и имеющих индексы, соответствующие потенциальному положению детали, необходимо выбирать минимум. Опишем это на следующем примере: предположим, что мы хотим разместить деталь шириной  $w$  и высотой  $h$  в точке с координатами  $(x, y)$ . Чтобы определить, помещается ли она в лист, необходимо из всех значений массива, описывающих правую границу и имеющих индексы, принадлежащие отрезку  $[y, y + h]$ , выбрать минимум  $m$ . Выполнение неравенства  $x + w \leq m$  свидетельствует о том, что деталь можно поместить на лист.

Существует несколько подходов к выбору минимального элемента на отрезке:

- каждый раз перебирать все значения и выбирать минимум (без использования структур данных);
- заранее создать матрицу для всех пар индексов и хранить в ней минимальные значения;
- использовать структуры данных, предназначенные для выполнения запросов на подпоследовательностях, такие как разреженная таблица, дерево отрезков или *sqrt*-декомпозиция.

В таблице приведено сравнение этих подходов по следующим критериям: время предподсчета, время выполнения запроса. Среди всех структур выполнения запросов на подпоследовательностях выбраны только наиболее известные.

#### Сравнение подходов к поиску минимального элемента на подпоследовательности

Наименование подхода	Временная сложность предподсчета	Временная сложность выполнения запроса
Без использования структур данных	Не требуется	$O(n)$
Матрица минимумов	$O(n^2)$	$O(1)$
Разреженная таблица	$O(n \log n)$	$O(1)$
Дерево отрезков	$O(n)$	$O(\log n)$
<i>Sqrt</i> -декомпозиция	$O(n)$	$O(\sqrt{n})$



Как видно из таблицы, если не использовать никаких структур данных и каждый раз заново искать минимум, предподсчет не будет требоваться, однако при этом требуется слишком большое время на выполнение запросов, поэтому данный подход не является приемлемым. Из оставшихся 4 подходов наилучшим по времени обработки запроса является разреженная таблица, однако по времени предподсчета она уступает дереву отрезков и  $\sqrt{q}$ -декомпозиции. Поскольку количество запросов может быть достаточно большим, параметр «время выполнения запроса» является более важным, поэтому наиболее предпочтительным подходом для поиска минимального значения в данном случае является разреженная таблица.

Таким образом, описанные модификации декодера позволяют выполнять размещение деталей в области сложной формы. Этой областью могут являться как деловой остаток, так и отверстия внутри деталей. На рис. 3 приведен пример размещения деталей на деловом остатке с помощью описанного алгоритма.

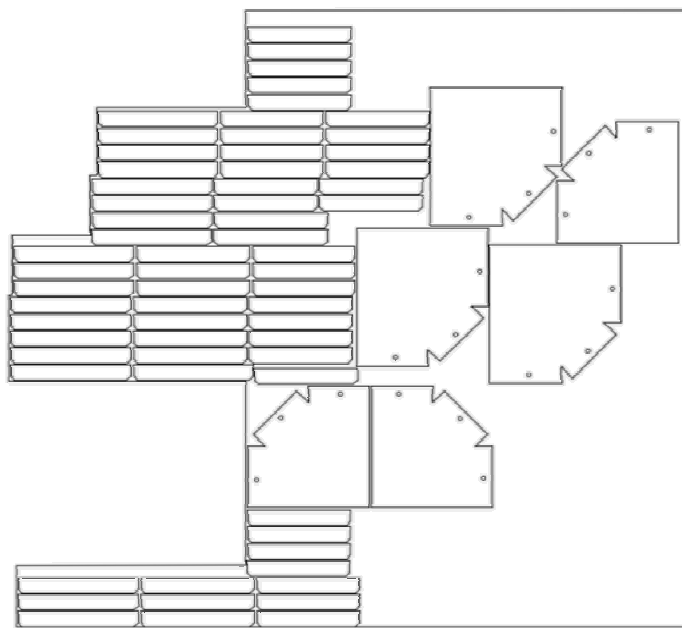


Рис. 3. Примеры размещения деталей на деловом остатке

В статье предложена методика применения алгоритмов ортогонального раскроя для размещения деталей на листах сложной формы. Алгоритмы анализа формы листа позволяют представить лист в виде двух массивов, описывающих левую и правую границы листа. Модифицированный алгоритм ортогонального раскроя использует эти два массива для корректного размещения деталей.

## Библиографический список

1. Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С., Буркова А.В. Основные методы решения задачи фигурной нерегулярной укладки плоских деталей [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2043> (дата обращения: 07.07.2014).

2. Исследование бизнес-процесса учета делового остатка при раскрое листовых материалов / Р.А. Файзрахманов, Р.Т. Мурзакаев, В.С. Шилов, А.В. Буркова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2013. – № 7. – С. 143–148.

3. Application of the Group Decoder for Solving the Orthogonal Materials Cutting Problem / R.A. Fayzrakhmanov, R.T. Murzakaev, A.S. Mezentsev, V.S. Shilov [Электронный ресурс] // World Applied Sciences Journal. – 2013. – 28 (10). – 1361–1365. – URL: [http://www.idosi.org/wasj/wasj28\(10\)13/4.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj28(10)13/4.pdf) (дата обращения: 07.07.2014).

**Секция 4**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ**  
**ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ**

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ТОНКИХ ПЛАСТОВ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ С ПОДОШВЕННОЙ ВОДОЙ

Аспирант Ю.С. Березовский,  
д-р техн. наук, доцент С.М. Слободян  
Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет

В статье представлены результаты анализа логики выбора оптимальной технологии при разработке месторождений со средней и высокой вязкостью нефти на основе передовых технологий, применяемых в мире.

**Ключевые слова:** вязкая нефть; инновация; микроволновый нагрев.

## INNOVATION TECHNOLOGY TO PRODUCE HIGH VISCOSITY OIL FROM THIN LAYERS WITH BOTTOM WATER

Graduate student Yu.S. Berezovskiy,  
Doctor in Technical Sciences, Professor S.M. Slobodyan  
National Research Tomsk Polytechnic University

In this article the modern experience of high and middle viscosity oil, which contained in thin layers with bottom water and gas cap are analyzed.

**Keywords:** high viscosity oil; innovation methods; microwave heating.

Запасы средней и высокой вязкости нефти, залегающие в слоях коллекторов небольших толщин с подошвенной водой, относятся к группе трудных для извлечения запасов. Это объясняется тем, что такие слои нефтяных коллекторов характеризуются высокой стартовой обводненностью, особенно, если они находятся в переходной зоне (зоне с низкими значениями начальной насыщенности нефтью). Большое количество добываемой воды и малая зона дренирования (слои малой толщины с низкой начальной зоной насыщенности нефтью) делают неэффективной разработку подобного типа месторождений стандартными способами. Расчет применения горизонтальных и вертикальных скважин с холодным заводнением на примере секторного участка синтетической модели месторождения (таблица) показывает высокую убыточность их разработки.

### Сравнение разработки месторождения стандартными способами

Параметр	Вертикальные скважины	Горизонтальные скважины
КИН	0,116	0,216
NPV, млн, р	-167	-45

Как видно из приведенных расчетов, даже без учета возможных рисков и включения издержек на обустройство месторождения сложно добиться положительной экономики, коэффициент извлечения нефти за 100 лет составил всего 0,216, что говорит о высокой неэффективности разработки подобного типа месторождений на режиме «холодного» заводнения.

Одной из наиболее популярных технологий разработки высоковязкой нефти является применение тепловых методов (закачка пара или пароциклические обработки). Однако, как следует из анализа их воздействия на пласт, наличие подошвенной воды существенно снижает их эффективность вследствие более высокой теплопроводности воды и ее большего объема, приводя к значительным тепловым потерям, что, учитывая крайне высокие капитальные и операционные затраты на подачу тепла, делает применение тепловых методов экономически неэффективным. Данный эффект особенно заметен в тонких пластах.

Для выбора оптимальной стратегии нами были выделены 4 месторождения-аналога, на которых применялись, опробовались или рассчитывались по математической и структурной моделям месторождений аналитически различные методы [1–4].

**«Холодные» методы.** *Истощение:* эта технология дешевая и простая. Она характеризуется низкими дебитами нефти из-за резкого падения пластового давления и низким КИН из-за прорывов воды.

*Карьерный (шахтный) способ:* метод предполагает добычу в 2 стадии: сначала порода вместе с нефтью извлекается на поверхность, после чего в специальном устройстве происходит отделение нефти. К преимуществам технологии относятся нечувствительность к вязкости и возможность достигать высокого коэффициента извлечения нефти. Для тонких пластов, однако, этот метод не рентабелен,

а наличие подошвенной воды и газовой шапки существенно ограничивает его применение. Кроме того, негативным фактором является глубина (эффективно применение до 400 м).

*Закачка инертного газа:* метод может быть успешным, так как улучшает эффективность вытеснения нефти. Однако для более детальных выводов необходимо проведение исследований о совместимости газа с пластовым флюидом, а также надо учесть дороговизну метода и технологические ограничения.

*CHOPS:* суть данной технологии заключается в отборе нефти вместе с песком (обычно при помощи винтовых насосов) за счет резкого снижения забойного давления и разрушения призабойной зоны. Перепад давления в призабойной зоне пласта становится причиной создания сети «червоточин» – трещин высокой проводимости, по которым осуществляется приток нефти. Помимо этого позитивную роль играет режим «вспененной нефти», при котором вязкость флюида снижается за счет выделения газа и добычи «вспененной» смеси. Преимуществами данной технологии являются низкая стоимость, возможность снижения вязкости нефти, а также высокие дебиты. Однако она не применима в пластах с газовой шапкой и подошвенной водой, так как по сети червоточин возможны резкие прорывы воды/газа. Помимо этого нефть должна обладать достаточно высоким газовым фактором, а пласт – коллекторскими свойствами. Также при данной технологии сложно достичь высокого коэффициента нефтеизвлечения (обычно не превышает 0,1–0,12).

*Vapour Extraction Process – VAPEX.* Данная технология подразумевает бурение пары горизонтальных скважин одна над другой. В верхнюю скважину с целью снижения вязкости в режиме гравитационного дренажа закачивается растворитель, который разжижает нефть и заставляет ее стекать в нижнюю добывающую скважину (в качестве растворителя могут использоваться легкие фракции газа – этан, пропан, буттан или специальные химические добавки). Для успешного применения данной технологии необходимо производить добычу нефти на небольшой депрессии.

К преимуществам данной технологии относятся ее нечувствительность к подошвенной воде и газовой шапке, а также высокое значение потенциально достигаемого коэффициента нефтеизвлечения.

Несмотря на недостатки (необходимость отчистки нефти, низкие дебиты), данная технология выглядит потенциально перспективной [3].

**Тепловые методы.** *Закачка пара/горячей воды и пароциклические обработки.* Данные методы находят наиболее частое применение при разработке высоковязких нефтей, поскольку позволяют существенно снизить вязкость и добиться значительного прироста в дебите нефти. Однако, как было изложено выше, в пластах с подошвенной водой и газовой шапкой наиболее типичные тепловые методы оказываются неэффективными, поскольку происходят значительные тепловые потери, что, учитывая крайне высокую цену их применения, зачастую неоправданно с точки зрения экономики.

*Внутрипластовое горение.* Данная технология является опасной и трудно прогнозируемой, требует значительного количества аналитических расчетов, а также использования дорогого оборудования. Также она не применима в пластах с газовой шапкой.

*Steam assisted gravity drainage (SAGD).* Данный метод, как и VAPEX, подразумевает использование пары горизонтальных скважин, находящихся одна над другой. В течение нескольких месяцев в обе скважины закачивается пар, после чего нижняя скважина начинает добывать нефть (в верхнюю продолжает закачиваться пар), дренирующую вниз под действием гравитации, в то время как газ поднимается наверх, что позволяет создать паровую камеру, благодаря которой вязкость нефти, постоянно находящейся в контакте с горячим паром, существенно снижается. После того как паровая камера достигает кровли коллектора, она начинается расширяться вширь, увеличивая зону воздействия.

Преимущества технологии SAGD:

- более высокая эффективность по сравнению с другими термическими методами в коллекторах с подошвенной водой;
- уменьшение вязкости нефти;
- высокий дебит нефти.

Эффективность данного метода снижается в неоднородных коллекторах, поскольку снижается взаимодействие между расчлененными частями пласта. Однако данная проблема может быть решена при помощи применения технологии JAGD – бурения J-образной скважины для соединения расчлененных пропластков. Помимо этого данная модификация позволяет снизить эффект влияния конденсации подошвенной воды [4].

*Expanding Solvent SAGD – ES-SAGD method.* Для тонких пластов с подошвенной водой и газовой шапкой, перспективным представляется соединение технологий JAGD и VAPEx, поскольку это позволит:

- сократить тепловые потери;
- более эффективно компенсировать падение пластового давления;
- дополнительно сократить вязкость нефти;
- сократить количество необходимого пара.

Данная комбинация методов имеет успешные пилотные испытания на других месторождениях [4].

**«Экзотические» методы.** *Микробиологические методы.* Данная технология подразумевает использование микробиологических организмов для снижения вязкости нефти и увеличения эффективности вытеснения, однако для ее успешного применения необходимо провести лабораторные исследования о совместимости бактерий с нефтью конкретного месторождения. К сожалению, данных об использовании данной технологии недостаточно, что существенно ограничивает ее применение.

*Микроволновый нагрев.* Использование высокочастотного нагрева призабойной зоны позволяет снизить вязкость нефти на расстояние нескольких метров от скважины.

Радиус исследования может быть увеличен при помощи периодической закачки растворителя.

Основные преимущества данной технологии:

- отсутствие тепловых потерь;
- нечувствительность к наличию газовой шапки и подошвенной воды.

И несмотря на определенные недостатки (отсутствие информации о пилотных испытаниях, небольшой радиус исследования без закачки реагентов, дорогостоящее оборудование), данная технология может быть потенциально применима на ПК-пластах месторождения С [2].

**Выводы.** На данный момент существует большая группа месторождений с достаточно большой вязкостью (около 100 сП), залегающих в тонких пластах с подошвенной водой. Разработка данных пластов на режиме заводнения холодной водой, исходя из расчетов и опыта применения, дала отрицательный результат (негативная экономика, низкий КИН). Большая часть методов, применяемая на крупных месторождениях с высоковязкой нефтью, либо неэффективна из-за подошвенной воды, либо нерентабельна вследствие незначительной толщины



пласта. Наиболее перспективными представляется использование технологии *Expanding Solvent SAGD* в комбинации с JAGD, или же использование технологии микроволнового нагрева. Главным преимуществом данных методик является воздействие непосредственно в зоне бурения добывающей скважины, что позволяет сократить тепловые потери на нагрев подошвенной воды. Однако необходимо учитывать риски связанные с незначительным количеством информации об опытно-промышленном применении данных методов.

### Библиографический список

1. Борисов В.Г., Сваровская М.Г. Анализ месторождений с высоковязкой нефтью в полярных условиях. – М., 2011. – 11 с.
2. Браун Д.С., Бекер Х.Л., Дарби Г. Применения высокочастотного излучения как метода добычи нефти. Ч. 2. – М., 2010. – 17 с.
3. Иванцов Н.К, Эдельман И.Я. Подходы к разработке месторождений с высоковязкой нефтью в арктических условия на примере Русского месторождения. – М., 2011. – 14 с.
4. Николин И.В. Основа решения технологических проблем добычи нефти в России. – М.: Наука, 2007. – 45 с.
5. Скрыль Ю.В., Слободян С.М. Мощные СО<sub>2</sub>-лазеры с ВЧ-накачкой. Принципы построения // Известия Алтайского государственного университета. – 2007. – № 1(53). – С. 122–129.
6. Установка для исследования мощного лазерного воздействия на полимерные структуры / А.А. Пономарев, Ю.В. Скрыль, М.С. Слободян, С.М. Слободян // Датчики и системы. – 2009. – № 12. – С. 49–50.
7. Слободян С.М. Диссекторные гетеродинные системы // Зарубежная радиоэлектроника. – 1986. – № 6. – С. 62–72.
8. Скрыль Ю.В., Слободян С.М. Экспериментальная установка для исследования плазменных процессов высокочастотного емкостного разряда СО<sub>2</sub>-лазера // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 1–2(56). – С. 188–191.
9. Деева В.С. Изоморфизм скользящего контакта конденсированных сред // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика: труды II Междунар. интернет-конф. – Пермь, 2010. – С. 120–121.

# КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**М.С. Григоров,**  
**канд. техн. наук, О.О. Басов**  
Академия ФСО России, г. Орел

В статье приводится анализ субъективных и объективных методов, применяемых для оценки качества цифровых рентгеновских изображений изделий микроэлектроники. Цель работы определена необходимостью выбора объективного критерия качества рентгеновских изображений и оптимального метода его вычисления для решения задачи автоматизации оценки качества изображений при проведении неразрушающего рентгеновского контроля. Определены объективные методы, потенциально обладающие хорошей корреляцией с результатами субъективных оценок.

**Ключевые слова:** цифровое рентгеновское изображение; качество изображения; критерий оценки; субъективная оценка, объективная оценка.

## CLASSIFICATION OF QUALITY EVALUATION METHODS OF DIGITAL X-RAY IMAGES

**M.S. Grigorov**  
**Ph.D. in Technical Sciences, O.O. Basov**  
Academy of Federal Agency of protection of Russian Federation, Orel

The analysis of the subjective and objective methods applied to evaluate the quality of digital x-ray images of microelectronic products is provided in this article. The purpose of the article is defined by need of a choice of objective quality criterion of x-ray images and an optimum method of its calculation for the solution of automation problem of an image quality evaluation during the carrying out of nondestructive x-ray control. The objective methods which are potentially having a good correlation with results of subjective estimations are defined.

**Keywords:** digital x-ray image; image quality; evaluation criterion; subjective estimation; objective estimation.

Оценка качества цифрового рентгеновского изображения (ЦРИ) может быть основана на использовании математических методов (объективная оценка) и/или субъективных оценок наблюдателя по результатам визуального восприятия ЦРИ. В свою очередь, и субъективные, и объективные методы могут быть абсолютными или сравнительными [4]. Методы абсолютных оценок используются для оценки одного ЦРИ по рейтинговым шкалам, методы сравнительных

оценок – для сравнения ЦРИ и определения их ранга в группе по шкале качества.

**Субъективные методы оценки качества ЦРИ.** При использовании субъективных методов оценки качества ЦРИ в зависимости от поставленной задачи определяются тестовые изображения, шкала оценки, наблюдатели, условия наблюдения.

При решении задачи установления величины искажения применяются пяти- и/или семиградационные шкалы качества или ухудшений (погрешностей). При решении задачи сравнения ЦРИ и ранжирования их в группе применяются семиградационные шкалы сравнения. При решении задачи установления предельно допустимого значения помехи применяют двухградационную шкалу оценок, определяющую соответствие качества ЦРИ заданному критерию [3].

Результаты субъективных методов оценки качества ЦРИ существенно зависят от условий наблюдения, наблюдателя, характеристик ИС и других факторов, что можно отнести к недостаткам применения этих методов.

**Объективные методы оценки качества ЦРИ.** Для задачи определения качества ЦРИ по результатам одной экспозиции логично применить методы абсолютных оценок. По этой причине рассмотрим кратко, без проведения экспериментальных действий, виды сравнительных оценок качества ЦРИ, отметив, что абсолютные оценки можно использовать для сравнения ЦРИ, получив их отдельно друг от друга.

#### 1. Критерий среднеквадратической ошибки

$$\overline{\varepsilon^2} = \int \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \overline{\tilde{G}(v_x, v_y) - \hat{G}(v_x, v_y)} \right]^2 dv_x dv_y,$$

где  $\tilde{G}(v_x, v_y)$  – спектр исходного ЦРИ в исследуемой области;  $\hat{G}(v_x, v_y)$  – спектр измененного ЦРИ в исследуемой области на выходе ИС;  $v_x, v_y$  – пространственные частоты вдоль соответствующих координатных осей.

Данный критерий плохо учитывает ошибку в передаче контуров, при этом качество ЦРИ  $\hat{G}(x, y)$  зависит не только от ошибки, но и от исходного ЦРИ  $G(x, y)$ . По этим причинам применение этого критерия дает слабую корреляцию с результатами субъективных оценок [6].

## 2. Коэффициент корреляции:

$$K = \frac{\int \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{G}(v_x, v_y) \tilde{G}^*(v_x, v_y) dv_x dv_y}{\int \int_{-\infty}^{\infty} |\tilde{G}(v_x, v_y)|^2 dv_x dv_y},$$

где  $\tilde{G}^*(v_x, v_y)$  – функция комплексно-сопряженная с  $\tilde{G}(v_x, v_y)$ .

Применение данного критерия дает слабую корреляцию с результатами субъективных оценок: коэффициент корреляции может быть достаточно большим в случаях, когда подавлены средне- и высокочастотные компоненты ЦРИ и изображение субъективно оценивается как низкокачественное [6].

## 3. Отношение Штреля:

$$Q = \frac{\int \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{G}(v_x, v_y) dv_x dv_y}{\int \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{G}(v_x, v_y) dv_x dv_y}.$$

Приведенное отношение является мерой уменьшения контраста ЦРИ  $\hat{G}(x, y)$  по сравнению с  $G(x, y)$ . Данная мера согласно [6] может иметь небольшие значения, и при этом объекты на изображении легко обнаруживаются, что свидетельствует о слабой корреляции с результатами субъективных оценок.

К абсолютным методам оценки качества ЦРИ относятся следующие.

4. Разрешающая способность, характеризующая предельные возможности изображающей системы (ИС) воспроизводить отдельно близкорасположенные детали объекта на ЦРИ. Разрешающая способность по Релею определяется как минимальное расстояние между двумя близкорасположенными одинаковыми точечными объектами (источниками), позволяющее принять решение о наличии на изображении этих двух объектов. Разрешающая способность по Фуко определяется как максимальная пространственная частота периодического тест-объекта, в изображении которого еще различимы штрихи [7]. Значение разрешающей способности по Фуко выражается в парах

линий (проволочка тест-объекта и промежутки между проволочками, равной толщине проволочки, принимаются за две линии) [5].

Разрешающая способность, как критерий качества ЦРИ, не учитывает поведение ИС в отображении размеров деталей объекта контроля, что может привести к значительным погрешностям в количественной оценке [8].

5. Отношение сигнал/шум:

$$q(x, y) = \frac{\overline{\hat{G}(x, y)}}{\sigma(x, y)},$$

где  $\sigma(x, y)$  – среднеквадратическое отклонение шума на выходе ИС. Чем больше  $q(x, y)$ , тем меньше возможные отклонения ЦРИ на выходе ИС от среднего [7].

6. Информационная емкость ЦРИ означает предельное количество информации, содержащейся в ЦРИ, и определяется как [5]

$$I = n \cdot \log_2 m,$$

где  $n = XYR^2$  – число разрешаемых элементов ЦРИ;  $X, Y$  – размеры ЦРИ;  $R$  – разрешающая способность ИС;  $m$  – число различаемых градаций интенсивности.

Важным недостатком данного критерия является то, что он не учитывает смысловое содержание информации.

7. В [4] описывается метод оценки резкости изображения как степени размытия границы между двумя соседними участками изображения с разной интенсивностью, через вычисление меры эксцесса двумерного спектра Фурье:

$$\gamma_2 = \mu_4 / \mu_2 = \mu_4 / \sigma^4,$$

где  $\mu_2$  – второй центральный момент,  $\mu_4$  – четвертый центральный момент,  $\sigma$  – стандартное отклонение. По результатам экспериментов получено соответствие более резкого изображения большей величине эксцесса [3].

В [1] описывается метод оценки резкости изображения  $S$  по углу наклона профиля яркости изображения на границе перепада:

$$S_i = \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{I(A) - I(B)}{w},$$

где  $\alpha$  – угол наклона профиля яркости изображения на границе перепада,  $I(A)$  и  $I(B)$  – значения яркостей пикселей А и В,  $w$  – ширина перепада. Значение  $S = \max \{S_i\}$  является мерой резкости изображения [1, 4].

8. Контраст ЦРИ – его характеристика, описывающая различие по грациям яркости (интенсивности) наиболее ярких и темных его участков:

$$K_{ij} = \frac{I_i - I_j}{I_i + I_j},$$

где  $I_i, I_j$  – значения яркости элементов ЦРИ. В результате получается матрица локальных контрастов, проведя усреднение которой, получают суммарный контраст [4].

9. Оценка качества исследуемого ЦРИ производится по степени отклонения распределения яркостей его элементов от нормального [4].

10. Одним из современных методов анализа изображений, основанных на исследовании энергетических характеристик в области пространственных частот, является метод анализа распределений энергии ЦРИ по заданным частотным интервалам [9].

**Заключение.** Выбор метода оценки качества ЦРИ для автоматизации НРК может быть основан на использовании коэффициента корреляции показателей объективной и субъективной оценки качества изображения [2]:

$$CORR = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})(S_i - \bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2 \sum_{i=1}^N (S_i - \bar{S})^2}},$$

где  $O_i$  и  $S_i$  – объективный и субъективный показатели качества изображения,  $\bar{O}$  и  $\bar{S}$  – средние значения объективного и субъективного показателей качества на множестве реализаций изображения,  $i = 1, 2, \dots, N$  – номер реализации изображения.

Оценка степени корреляции объективных оценок с субъективными требует разработки методики и проведения соответствующего эксперимента, что является направлением дальнейших исследований.

## Библиографический список

1. Blind Image Quality Assessment for Measuring Image Blur / X. Wang, B. Tian, C. Liang, D. Shi // Congress on Image and Signal Processing. – 2008.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т., Картавенко Я.О. Алгоритм объективной оценки качества декодированного речевого сигнала на основе измерения спектральной динамики критических полос спектра // Вестник РГРТУ. – 2011. – № 3, вып. 37. – С. 3–7.
3. Константинова Е.В., Редько А.В., Филимонов Р.П. Проверка основных положений референтной концепции фотографического тоновоспроизведения // Оптический журнал. – 2001. – Т. 68, № 6. – С. 35–40.
4. Монич Ю.И., Старовойтов В.В. Оценки качества для анализа цифровых изображений // Искусственный интеллект. – 2008. – № 4. – С. 376–386.
5. Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева Т. 1: в 2 кн. Кн. 1: Соснин Ф.Р. Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2: Соснин Ф.Р. Радиационный контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2008. – 560 с.
6. Претт У.К. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – Кн. 1. – 312 с.
7. Вычислительная оптика: справочник / М.М. Русинов [и др.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 423 с.
8. Цуккерман И.И. Пути повышения информационной емкости в телевидении // Успехи научной фотографии. – 1985. – Т. XXIII. – С. 58–62.
9. Черноморец А.А., Иванов О.Н. Метод анализа распределения энергий изображений по заданным частотным интервалам // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – №19(90), вып. 16/1. – С.161–166.

# ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УРОВНЯ ПРИЛОЖЕНИЯ УЗЛА ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ АВТОМАТИЗАЦИИ LONWORKS

**Ассистент С.А. Даденков,  
магистрант В.В. Чмыков**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## SIMULATION MODEL APPLICATION-LEVEL NODE FIELDBUS SYSTEMS LONWORKS

**Assistant Lecturer S.A. Dadenkov,  
undergraduate V.V. Chmikov**

Perm National Research Polytechnic University

This article examines the factors of application-level node LonWorks network, potentially affecting its performance. A simulation model of the host application LonWorks, differs from known its adequacy.

**Keywords:** Automatic control systems, productivity, industrial network, the application level factors, fieldbus, LonWorks.

LonWorks является промышленной fieldbus-сетью, получившей широкое применение в области построения автоматизированных систем управления (АСУ) различными процессами: технологическими процессами (АСУТП), инженерными подсистемами зданий (АСУЗ, САиУЗ) и транспорта (САиУТ) и др. Построенная на базе программно-технических средств LonWorks автоматизированная система предназначена для осуществления мониторинга и управления технологическими процессами и процессами обеспечения функционирования оборудования и жизнедеятельности непосредственно на потенциально-опасных объектах, в зданиях и сооружениях и передачи информации об их состоянии по каналам связи в дежурно-диспетчерские службы этих объектов для последующей обработки с целью оценки, предупреждения и ликвидации последствий дестабилизирующих факторов в реальном времени.

АСУ на основе сети LonWorks имеет распределенную иерархическую структуру (рис. 1), состоящую из огромного числа «интеллектуальных» узлов (датчиков и исполнительных механизмов), взаимодействующих по принципу «многие со многими». Сетевое распределенное взаимодействие узлов организует процесс автоматизации.



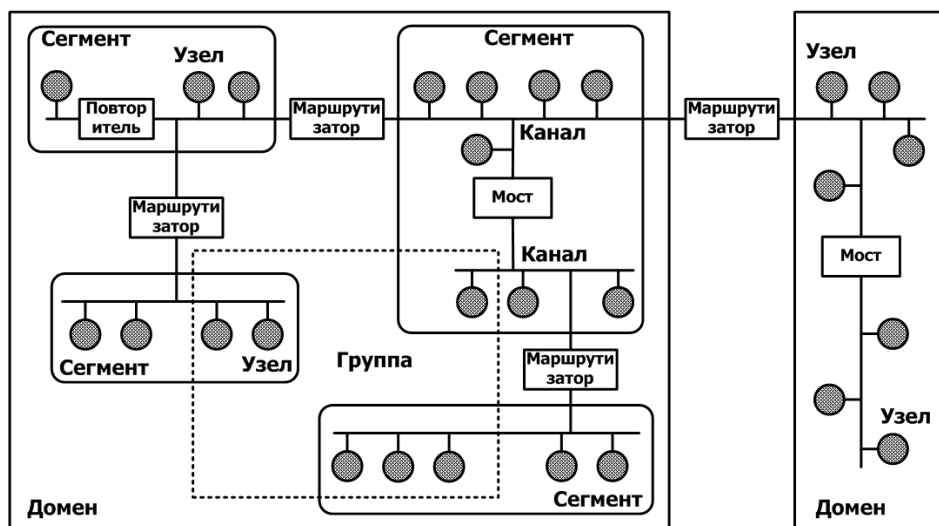


Рис. 1. Архитектура промышленной сети LonWorks

Взаимодействие узлов в сети основано на базе коммуникационного стека протоколов LonTalk, включающего множество алгоритмов и особенностей функционирования и описываемого семиуровневой сетевой моделью OSI. Большое количество алгоритмов протокола способствует и используется для обеспечения надежного и производительного взаимодействия узлов в сети.

Проектирование LonWorks-сети с заданными характеристиками производительности является одной из ключевых задач этапа проектирования и сопровождения системы. Для решения поставленной задачи требуется выполнение количественных оценок производительности сети. Анализ известных публикаций [1–3], посвященных анализу производительности, показывает, что уделяется мало внимания исследованию верхних уровней протокола LonTalk, в частности, уровню выполнения прикладных задач. В то же время анализ показывает его высокую значимость при выполнении комплексной оценки производительности сети LonWorks. Поэтому целью настоящей работы является разработка имитационной модели количественной оценки производительности решения прикладных задач узла.

Исследуемый в работе уровень протокола реализуется на выделенном прикладном процессоре узла сети, и поэтому исследование уровня производится независимо от других уровней LonTalk, реализуемых на независимых процессорах. Основной задачей уровня приложения узла является своевременная реакция на происходящее в контролируемых процессах события. Для этого уровень приложения представляет собой последовательно выполняемые модули опроса

и проверки (when) локальных и удаленных значений с датчиков и решения задач (task) (принятия решений и воздействий на процесс). Результатом решения задачи может служить формирование сетевых сообщений, содержащих данные измерения, сигнализации, управления, запроса, другим сетевым узлам. Последовательность обработки модулей (when-task) программы определена циклическим алгоритмом с приоритетами (рис. 2) и описывается следующим образом.

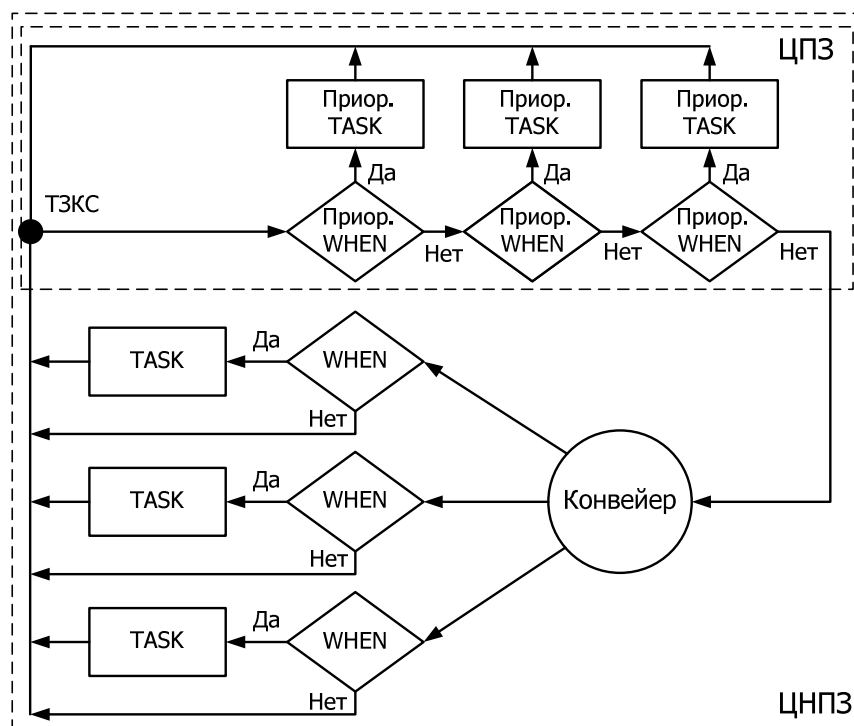


Рис. 2. Циклический алгоритм обслуживания уровня приложения

Последовательность обслуживания прикладных модулей выполняется по круговой дисциплине обслуживания (Round-robin) с двумя уровнями приоритетов (далее – приоритетные и неприоритетные) (см. рис. 1). В алгоритме необходимо выделять цикл приоритетных задач (ЦПЗ), в рамках которого происходит последовательное выполнение приоритетных проверок (priority when), при успешном срабатывании которых выполняются соответствующие задачи модуля (task). При срабатывании условия и решении задачи цикл приоритетных задач начинается сначала с точки завершения критической секции (ТЗКС), в рамках которой выполняются обработка входящих, формирование исходящих сообщений уровня приложения с данными запроса, измерений, сигнализации и управления. Переход к циклу неприоритетных задач (ЦНПЗ) происходит в случае завершения ЦПЗ без сработавших условий.

ЦНПЗ включает в состав ряд неприоритетных задач узла. За один этап неприоритетного цикла выполняется лишь один модуль (в порядке следования), после чего управление передается в ТЗКС, а после начинается новый приоритетный цикл.

Основным показателем производительности уровня приложений, в составе общей коммуникационной задержки узла на выработку управляющего воздействия, является время реакции программы на произошедшее в контролируемом процессе изменение параметров (далее – событие). Данное время определяется как интервал времени от момента происхождения события до завершения его обслуживания прикладной программой.

Время реакции зависит от большого числа факторов: количества приоритетных и бесприоритетных модулей в программе, последовательности их расположения, конфигурационных свойств узла, операторов условий проверок *when* в модулях программы, продолжительности времени выполнения проверок и решения задач процессором. Несмотря на важность учета представленных факторов при оценке производительности, в известных научных и практических публикациях [3, 4] должного внимания им не уделено.

Выражения операторов проверки *when* зависят от применяемых конфигурационных свойств (*Configuration Property*), описывающих тип проверки и граничные значения параметров. Наиболее распространены пять видов конфигурационных свойств [4]: 1) тактовые импульсы передачи (*Heartbeat, maxSndTime*); 2) тактовые импульсы приема (*maxRcvTime*); 3) дроссель-передачи (минимальное время между передачами, *Throttle, minSndTime*); 4) дельта-передачи (минимальное изменение параметра *sndDelta, minDeltaLevel*); 5) уровень передачи (изменение параметра, связанное с выходом за допустимые границы его значения *minLevel, maxLevel*). Вид конфигурационных свойств влияет на частоту срабатывания событий в системе, что приводит к увеличению временных задержек реакции уровня приложения, увеличению нагрузки и соответственно задержек коммуникационной составляющей от общего времени реакции узлов на происходящие в системе события.

Разработка модели уровня приложения узла выполняется на базе одного из наиболее современных инструментов имитационного моделирования – *AnyLogic*. Объединение графического (блокового) моделирования наряду с возможностью написания гибкой программы

моделирования на языке объектно-ориентированного программирования Java позволяет создавать сложные и корректные имитационные модели для получения любой необходимой статистической информации.

В ходе работы в среде AnyLogic разработана модель функционирования уровня приложения узла, диаграмма состояний которой представлена на рис. 3.

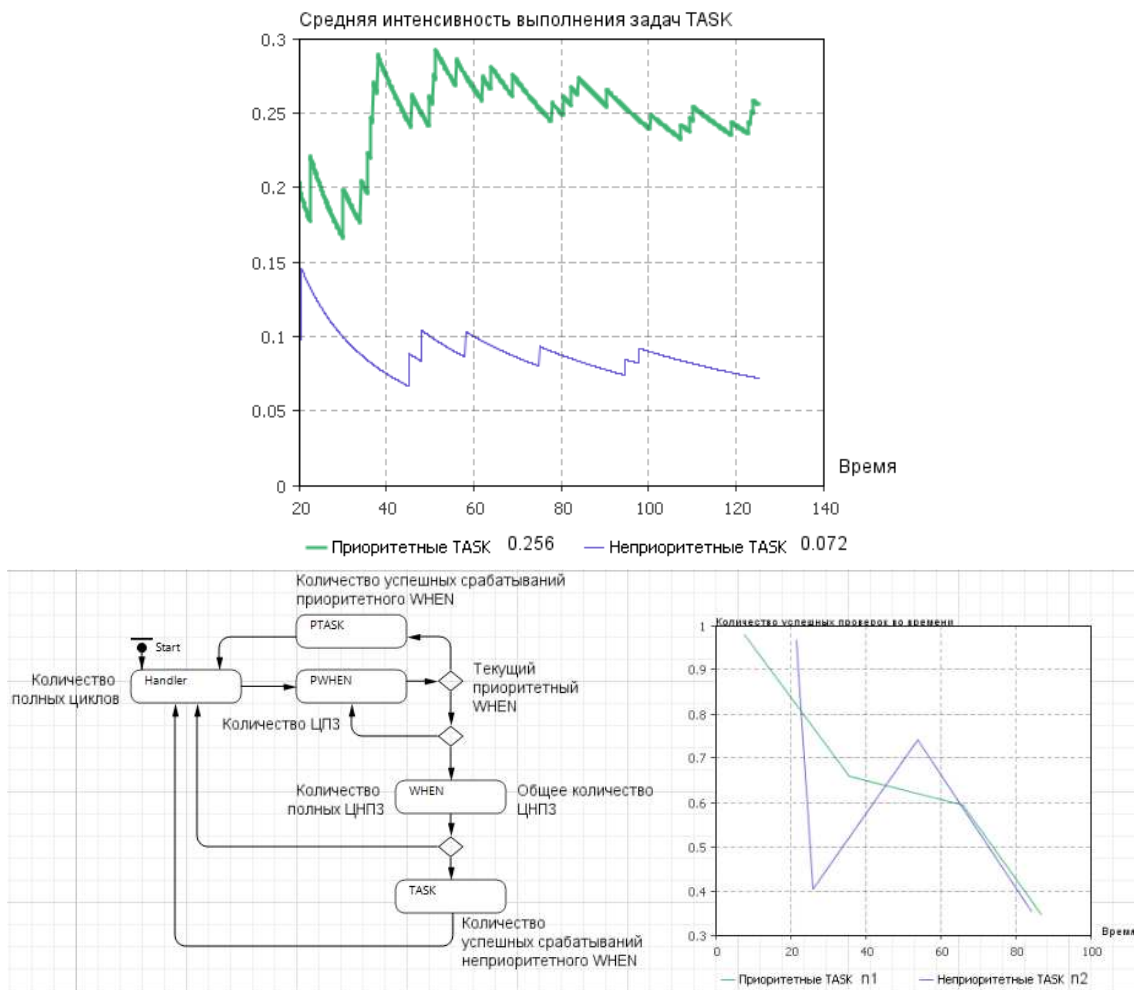


Рис. 3. Модель в среде AnyLogic

Разработанная модель характеризуется следующей системой ограничений. В состояниях модели учитываются число приоритетных и неприоритетных задач и их последовательности, переходы между блоками прикладной программы определены алгоритмами выполнения циклов приоритетных и неприоритетных задач (рис. 2) и осуществляются с экспоненциальной задержкой. Выполнение проверок when выполняется согласно индивидуальному значению конфигурационного свойства – максимальному (фиксированному) времени между обнов-

лениями. Целью моделирования является сбор статистики по интенсивности выполнения задач (интенсивность формирования сетевых пакетов для передачи в канал), времени реакции на происходящие в системе события. Диаграмма модели состоит из следующих основных состояний: обработчик (Handler), выполняющий функции точки завершения критической секции и сбор, расчет статистики. Обслуживание приоритетных и беспriorитетных задач организовано в рамках состояний Pwhen-Ptask и when-task. На графике (рис. 3) показан частный пример сбора статистики по величине средней интенсивности выполнения (событий) приоритетных и беспriorитетных заявок. Сбор данной величины необходим для выполнения комплексного расчета производительности LonWorks-сети, учитывающего транспортную составляющую сетевых сообщений через канал, и представляет собой интенсивность формирования сообщений узлом сети.

Дальнейшим развитием модели является учет других конфигурационных свойств, что позволит более корректно выполнять оценку производительности сети. Предполагается интеграция полученной модели уровня приложения в модель нижних уровней LonTalk с целью получения адекватной имитационной модели, позволяющей выполнять корректные оценки производительности коммуникационного взаимодействия в LonWorks.

### **Библиографический список**

1. Даденков С.А., Кон Е.Л. Подход к построению аналитической модели информационно-управляющей сети LonWorks на основе нейро-чипов // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* – М.: Радиотехника, 2013. – № 11. – С. 64–69.
2. Антинескул А.В., Даденков С.А., Кон Е.Л. Анализ временных задержек lonworks систем // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления.* – 2012. – № 6. – С. 239–248.
3. Miśkiewicz M. Latency Characteristics of Event-Driven Task Scheduler Embedded in Neuron Chip // *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security.* – 2007. – Vol. 7, № 12. – P. 132–149.
4. Дитрих Д., Лой Д., Швайнциер Г.Ю. LON-технология, построение распределенных приложений: пер. с нем. / под ред. О.Б. Низамудинова. – Пермь: Звезда, 1999. – 242 с.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

**Докторант М.Г. Жартыбаева**

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**Ассистент С.А. Байрак**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, Минск

**Магистрант Б.А. Дадькин**

Белорусский национальный технический университет, Минск

**Студент Е.Ф. Михалькевич,**

**д-р техн. наук, профессор М.М. Татур**

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, Минск

Рассматривается проект, в рамках которого реализуется разработка робототехнического мобильного комплекса на базе серийного минитрактора с минимальными конструктивными изменениями и доработками, оснащенного алгоритмами адаптивного управления.

**Ключевые слова:** мобильные робототехнические комплексы; алгоритм адаптивного управления; система управления.

## **DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM OF ROBOTIC COMPLEXES**

**Doctoral student M.G. Zhartybayeva**

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana

**Assistant Lecturer S.A. Bairak**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

**Master student B.A. Dadykin**

Belarusian National Technical University, Minsk

**Student Y.F. Mikhalkevich,**

**Doctor of Technical Sciences, Professor M.M. Tatur**

Belarusian State University of Informatics  
and Radioelectronics, Minsk

This report is announced project, which introduces the development of robotic mobile system based on serial produced mini tractors with minimal design changes and modifications, equipped with adaptive control algorithms.

**Keywords:** robot mobile complex; adaptive control algorithms; control system.

Мобильные робототехнические комплексы должны использоваться в сферах, связанных с риском для здоровья и жизни человека, а также повышающих производительность труда в промышленном и сельскохозяйственном производстве.

Речь идет о проекте, в рамках которого реализуется разработка робототехнического мобильного комплекса на базе серийного мини-трактора с минимальными конструктивными изменениями и доработками, оснащенного алгоритмами адаптивного управления.

Задачи проекта:

- разработка концепции мобильного робототехнического комплекса на базе мини-трактора;
- разработка алгоритмов адаптивного управления мобильным робототехническим комплексом;
- разработка методов и алгоритмов для обеспечения навигации робототехнической системы и многопоточной обработки информации, в том числе для задач высокоскоростной беспроводной передачи данных и обработки видеоизображений.

Система управления многофункционального робототехнического мобильного комплекса состоит из следующих основных компонентов: бортовой вычислитель, компьютер управления, пульт управления, мехатронная система, видеосистема обеспечения вождения, видеосистема навесного оборудования. Многофункциональность данного комплекса обеспечивается возможностью использовать различные виды навесного оборудования: опрыскиватель, оборудование для пожаротушения, видеосистему, манипулятор (рис. 1).

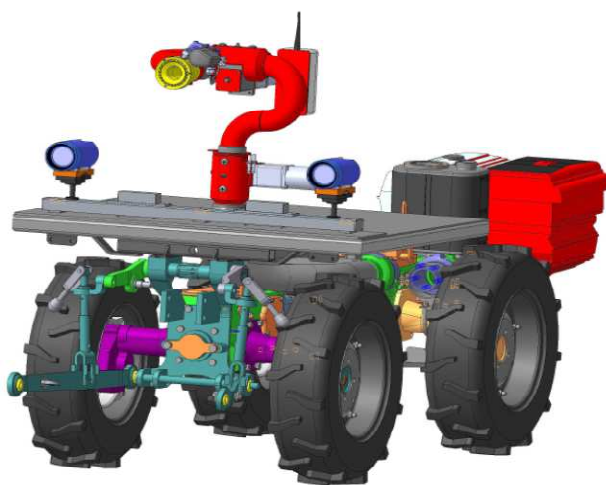


Рис. 1. Общий вид мобильного робота с навесным оборудованием для пожаротушения

В качестве бортового компьютера будут использоваться: в экспериментальном варианте – универсальный промышленный компьютер Advantech, а в последующих мелкосерийных вариантах – специализированный бортовой вычислительный процессор на базе DSP+FPGA. Рабочее место оператора включает компьютер управления и пульт управления.

Мехатронная система (модуль) обеспечения вождения предназначена для управления исполнительными устройствами системы управления робототехническим комплексом. Модуль обеспечивает выдачу команд в ШИМ (широтно-импульсной модуляции) разной скважности, в том числе 100%-ной скважности (постоянное напряжение), что позволяет управлять скоростью вращения ротора двигателя. Команды управления модуль получает по шине CAN – промышленной шине, чаще всего применяемой в автомобильной технике. Система состоит из контроллера (Silicon Laboratories), гальванической развязки и силовых ключей, которые управляются ШИМ (рис. 2).

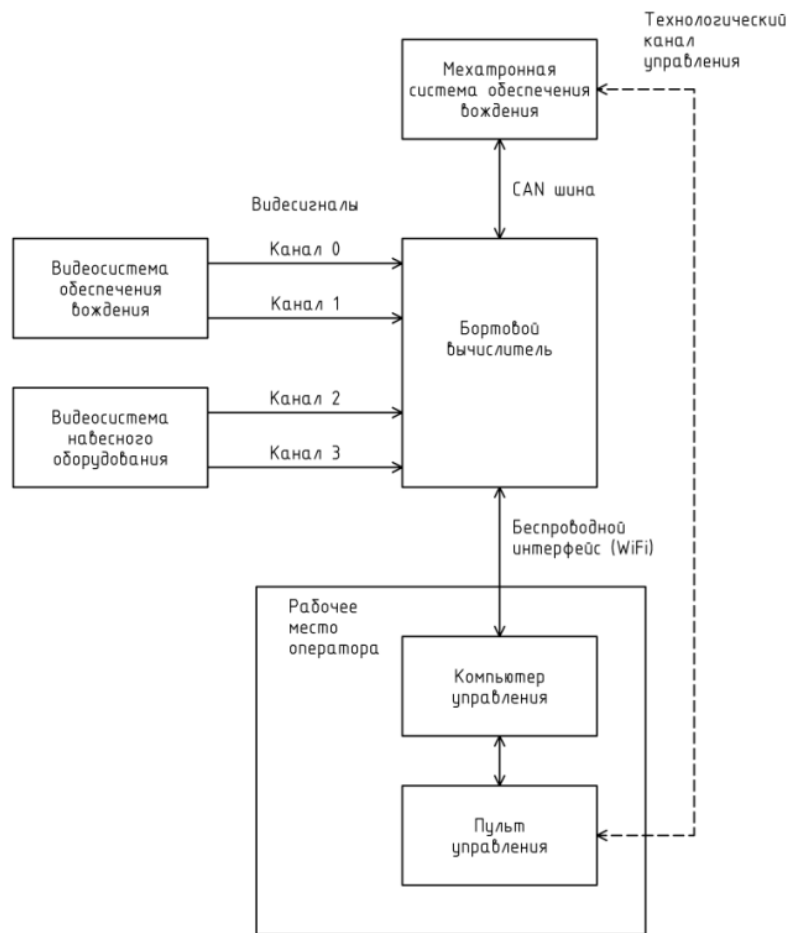


Рис. 2. Структурная схема робототехнического мобильного комплекса многофункционального назначения



Данные об объекте разведки будут передаваться через каналы связи от видеосистемы обеспечения вождения и видеосистемы навесного оборудования к бортовому вычислителю. Бортовой вычислитель, в свою очередь, передает сведения через беспроводной интерфейс (Wi-Fi) как с рабочего места оператора к бортовому процессору, так и наоборот.

В целях обеспечения навигации робота могут быть использованы современные технологии GPS, GSM, Wi-Fi, радиолокация, сенсора, что позволит мобильному комплексу достичь гибкости и высокого уровня интеллектуальности системы управления.

В целом разработанный алгоритмический аппарат и программное обеспечение должны стать основой отечественной технологии создания недорогих многофункциональных робототехнических комплексов.

### **Библиографический список**

1. Synthesis and Analysis of Classifiers Based on Generalized Model of Identification / D. Adzinets, M. Lukashevich, S. Bairak, M. Tatur // *Advances in intelligent and soft computing*. Springer. – 2010. – Vol. 71. – P. 529–536.

2. Complex block – modular mechatronic systems management standard series of promising transmissions with friction clutches tractors "Belarus" / L.G. Krasnevsky, A.V. Belevich, V.I. Lutsk, A.I. Sharanovich // *Development of the national R & D base: a collection of articles VIII international automobile Science Forum; Moscow, 20 October 2010*. – Moscow, Proceedings of us, 2011. – № 246.

# **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аспирант Н.Б. Коптелова,**

**д-р техн. наук, доцент Е.О. Ермолаева**

**Кемеровский технологический институт пищевой промышленности**

В статье рассматривается проблема систематизированного учета и анализа показателей качества хлебопекарной продукции, описана информационная система, разработанная для решения сформулированной задачи. Внедрение данной системы на предприятии способствует эффективному внедрению систем менеджмента качества и безопасности пищевой продукции.

**Ключевые слова:** информационная система; качество продукции; система менеджмента; учет показателей качества.

## **THE DEVELOPMENT OF THE AIDED ANALYSIS AND ACCOUTING OF QUALITY INDEX SYSTEM FOR A BAKERY INDUSTRY**

**Graduate student N.B. Koptelova**

**Doctor of Technical Sciences, Associate Professor E.O. Ermolaeva**

**Kemerovo Technological University of food Industry**

In this article we are considering a problem of a systematized accounting and analysis of quality index at a bakery industry and an information system used for formulated tasks. An introduction of this system promotes for introduction of a QMS and increasing safety of goods into this industry.

**Keywords:** information system; quality of products; management system; accounting of quality index.

В условиях современной действительности приобретение потребителем товара надлежащего качества является важнейшим условием нормальной жизнедеятельности общества и выступает в качестве фундамента для развития экономики в целом. На сегодняшний день практически во всех цивилизованных странах мира применяются системы ХАССП, призванные обеспечить надежную защиту интересов потребителей. Предпочтение, отдаваемое внедрению методологии ХАССП для обеспечения качества и безопасности на производстве пищевой, а в частности, и хлебобулочной продукции, обусловлено встраиваемостью контроля качества и безопасности продукции в производство, простотой и эффективностью системы. Система

ХАССП охватывает весь жизненный цикл продукции, что позволяет контролировать пищевую безопасность на всех этапах и быстро реагировать и применять корректирующие действия по исправлению брака [1]. Актуальность принципов ХАССП среди предприятий стран-членов Таможенного союза определена введенным в действие 01.07.2013 г. Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [2].

Современные пищевые предприятия, заинтересованные в повышении эффективности своей работы, делают ставку на автоматизацию и информатизацию «рутинных» процессов, связанных со сбором и обработкой больших объемов данных. Так, при внедрении системы менеджмента качества и безопасности продукции, основанной на принципах менеджмента качества и ХАССП, на ОАО «Ленинск-Кузнецкий хлебокомбинат» уже были разработаны и успешно используются информационная система обеспечения проведения внутреннего аудита организации (информационная система «Внутренний аудит») [3] и информационная система учета и анализа несоответствий систем менеджмента, выявляемых в процессе работы хлебокомбината [4].

Важным элементом системы менеджмента безопасности пищевой продукции, основанной на принципах ХАССП, является постоянный мониторинг показателей качества и безопасности в критических контрольных точках (ККТ) производства. Так как на крупном производственном предприятии замечаний выявляется много, особенно на этапе становления и апробации системы менеджмента, для обработки этого значительного массива данных необходимы дополнительные средства. Исходя из поставленной задачи, была разработана автоматизированная система учета и анализа показателей качества продукции предприятий хлебопекарной промышленности (далее – программа). Данная программа предназначена для сбора и анализа показателей качества и безопасности пищевой продукции. Применение программы возможно на пищевых предприятиях разных форм собственности, заинтересованных в анализе качества своей продукции, оценке рисков, а также внедряющих систему менеджмента качества ISO 9001 или HASSP.

Использование программы позволяет:

– вести учет пользователей, вносящих данные в систему (рис. 1);

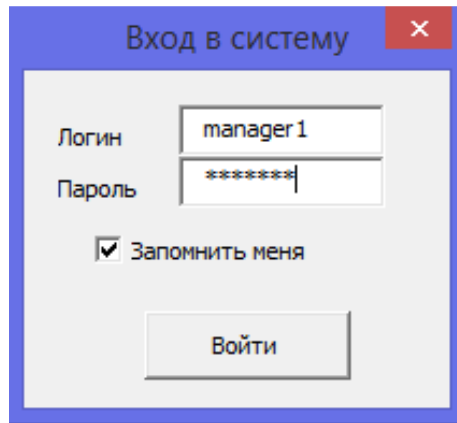


Рис. 1. Вход пользователя в систему

– вести справочник показателей с указанием допустимых значений для каждой контрольной точки (рис. 2);

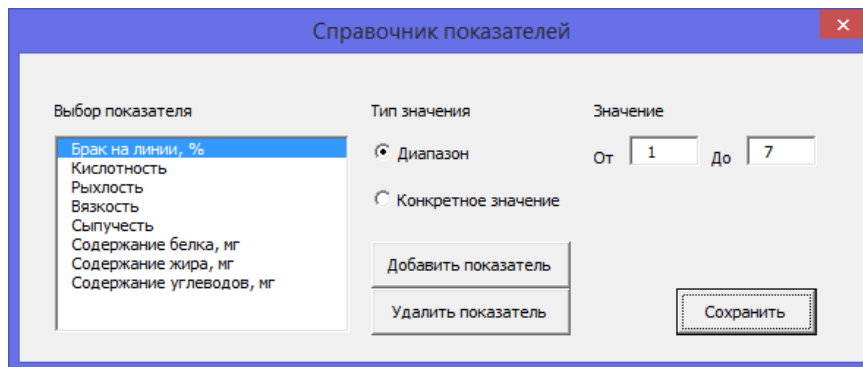


Рис. 2. Форма справочника показателей с возможностью установления критических пределов для каждой контрольной точки на производстве

– осуществлять регулярное внесение и учет значений показателей (рис. 3);

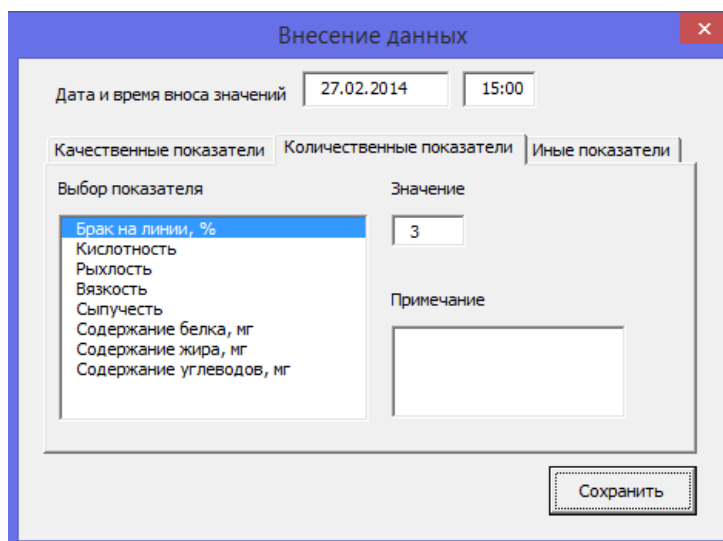


Рис. 3. Форма внесения данных в систему

– производить оценку и анализ значений показателей за выбранный период (рис. 4);

Рис. 4. Форма отчета оценки и анализа данных

– формировать отчеты в формате Microsoft Excel;  
– настраивать периодичность вноса показателей и списки пользователей, автоматически получающих отчеты об ухудшающихся значения показателей.

Данная программа была успешно внедрена и используется на производственных линиях ОАО «Ленинск-Кузнецкий хлебокомбинат». Была подана заявка на официальную регистрацию данной программы для ЭВМ. Для того чтобы сделать вывод об эффективности применения информационной системы, собранных данных пока недостаточно, однако уже отмечено, что ее использование позволяет сделать процесс мониторинга показателей качества более прозрачным и менее трудозатратным.

## Библиографический список

1. Коптелова Н.Б., Ермолаева Е.О., Позняковский В.М. Система ХАССП как фактор, обеспечивающий стабильность качества и безопасности хлебобулочных изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 1 (337). – С. 104–108.

2. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (действ. с 2013-01-07). – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2013661591. Информационная система обеспечения проведения внутреннего аудита организации (Информационная система «Внутренний аудит») / Н.Б. Коптелова, Ю.В. Князева, И.Е. Трофимов. – Заявка №2013619525; зарег. в реестре программ для ЭВМ 11.12.2013.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2013661593. Информационная система учета и анализа несоответствий систем менеджмента / Н.Б. Коптелова, Н.А. Музыка, И.Е. Трофимов. – Заявка №2013619524; зарег. в реестре программ для ЭВМ 11.12.2013.

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРОХОДНОГО СЕЧЕНИЯ СОПЛОВЫХ ЛОПАТОК ТУРБИН

Студенты А.В. Григорьева, Р.А. Туранский,  
д-р техн. наук, профессор В.Ф. Макаров  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассмотрены существующие проблемы обработки сопловых лопаток турбин методом шлифования. Проведен анализ конструкторско-технологических требований, предъявляемых к обрабатываемым поверхностям сопловой лопатки первой ступени турбины высокого давления. Рассмотрено понятие о проходном сечении и сложностях его получения. Произведен сравнительный анализ существующей и новой технологий глубокого шлифования сопловых лопаток.

**Ключевые слова:** шлифование лопаток турбин; проходное сечение.

## IMPROVING ACCURACY FLOW AREA OF THE NOZZLE TURBINE VANES

Students A.V. Grigoreva, R.A. Turanskiy,  
Doctor of Technical Sciences, Professor V.F. Makarov  
Perm National Research Polytechnic University

The article deals with the existing problems handling the nozzle turbine blades by grinding. The analysis of the design and technological requirements for the treated surfaces of the nozzle vanes of the first stage high pressure turbine. The notion of flow area and the complexity of its receipt. A comparative analysis of existing and new technologies deep grinding nozzle vanes.

**Keywords:** grinding of turbine vanes; flow area.

ПД-14 – турбореактивный двухконтурный двухвальный двигатель, без смешения потоков наружного и внутреннего контуров, с реверсом, эффективной системой шумоглушения и сниженным расходом топлива. Улучшенные характеристики данного двигателя предъявляют высокие требования к качеству изготовления деталей. Наиболее важные из них, непосредственно влияющие на показатели двигателя, подлежат предельно точной обработке. К таким деталям можно отнести рабочие и сопловые лопатки [1].

Рабочие и сопловые лопатки турбины входят в горячую часть газотурбинного двигателя. Конструктивные и технологические особенности лопаток оказывают значительное влияние на газодинамические

характеристики двигателей. Рабочие лопатки турбины являются основными деталями, преобразующими давление газа во вращательное движение вала и компрессора двигателя, благодаря чему создается тяга реактивного двигателя [2].

Сопловые лопатки статора турбины предназначены для изменения направления потока газа и превращения энергии давления в энергию, обусловленную скоростью потока. Сопловые лопатки устанавливаются неподвижно по базовым поверхностям (рис. 1) [3].

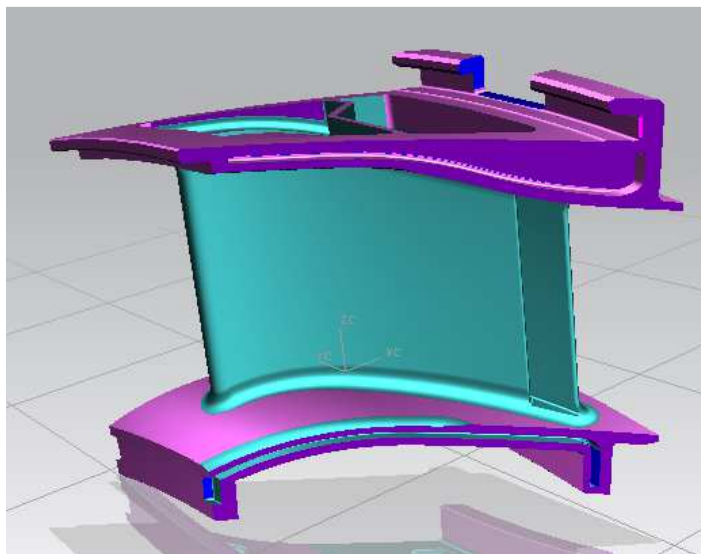


Рис. 1. Сопловая лопатка 1-й ступени ТВД

Одним из важных параметров сопловых лопаток является проходное сечение. Проходное сечение – это площадь сечения межлопаточного канала соплового аппарата, предназначенного для направления потока движущегося с большой скоростью и давлением раскаленного газа на лопатки ротора турбины и создания мощного крутящего момента на основной вал ГТД (рис. 2). Для обеспечения высокого КПД и требуемой тяги двигателя конструкторами рассчитана величина эффективной площади межлопаточного проходного сечения соплового аппарата. При сборке соплового аппарата точность проходного сечения зависит от точности изготовления литейных поверхностей профиля лопаток и точности при шлифовании базовых установочных поверхностей каждой индивидуальной сопловой лопатки.

Именно поэтому параметр проходного сечения очень важен, и его фактическое значение после сборки должно быть равно расчетному. Однако на сегодняшний день эта величина не обеспечивается, вследствие применения устаревших технологий шлифования. Это



в свою очередь негативно отражается на характеристиках двигателя (снижается КПД, увеличивается расход топлива) [4].

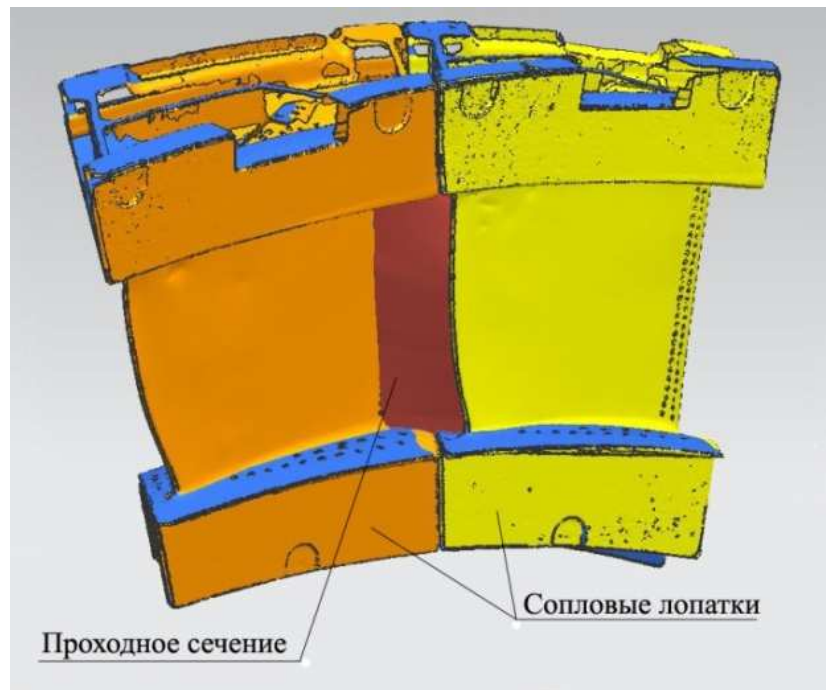


Рис. 2. Проходное сечение между сопловыми лопатками

Существенное повышение эффективности процесса шлифования обеспечивается путем внедрения в производство деталей из труднообрабатываемых материалов технологии глубинного шлифования (рис. 3).

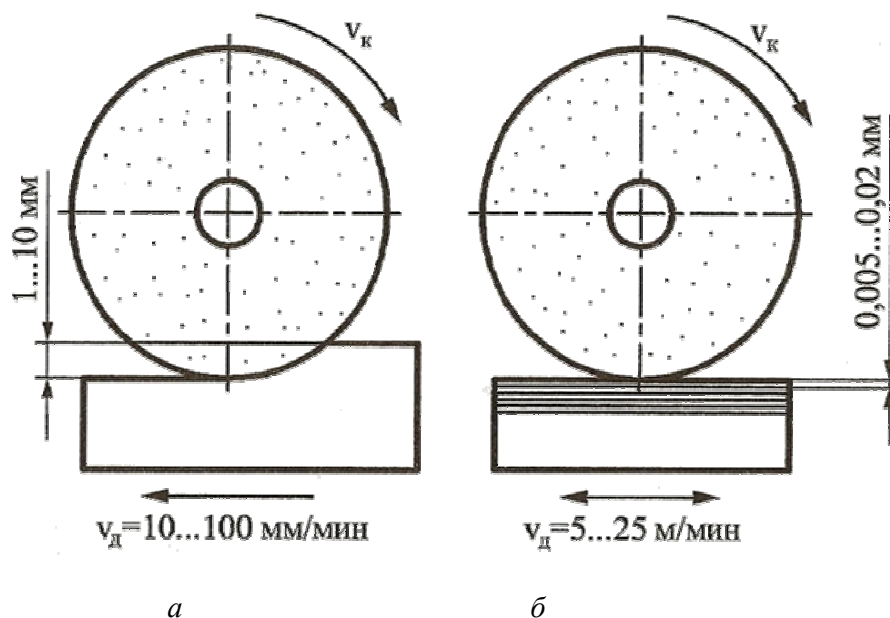


Рис. 3. Сравнительные характеристики глубинного (а) и маятникового (б) шлифования:  $V_k$  – скорость круга,  $V_d$  – скорость подачи детали

Процесс глубинного шлифования более производителен, чем технологии маятникового шлифования. Он позволяет совмещать в рамках одного технологического перехода обработку сложных профильных поверхностей, а в рамках одной операции – предварительную, получистовую и финишную обработку. С помощью данной технологии наносятся минимальные повреждения поверхностному слою детали, формируются такие характеристики качества поверхностного слоя (шероховатость, остаточные напряжения, глубина и степень наклепа), которые обеспечивают наиболее благоприятные эксплуатационные свойства деталей.

Благодаря этому технология глубинного шлифования нашла широкое применение при обработке деталей ГТД, изготовленных из никелевых или других жаропрочных сплавов [5].

Рассмотрим существующую технологию обработки сопловых лопаток. Реализуемая на данный момент схема обработки является достаточно трудоемкой. Для ее реализации требуется применение большого количества оборудования. Используются следующие станки: ЛШ-220 с ЧПУ, 3М722 универсальный, а также токарно-лобовый станок МК-163М.

Достижение высокой точности и низкой шероховатости поверхностей дается с большим трудом, поскольку до сих пор некоторые работы проводятся специалистом вручную. Кроме этого, большое число наладочных операций и переустановок снижает точность обработки лопаток.

Именно поэтому есть необходимость в применении многоосевой обработки всех поверхностей с одной установкой лопатки. Это позволит избежать многих проблем при обработке, а также улучшить качество самой лопатки и, следовательно, параметр проходного сечения.

Исследования по данному вопросу проводятся на ОАО «Авиадвигатель» совместно с ПНИПУ. Их цель – повышение точности проходного сечения сопловых лопаток турбин на основе создания специального программного обеспечения для глубинного шлифования на станке с ЧПУ.

Для изучения существующей проблемы перед работниками были поставлены следующие задачи:

- 1) анализ путей решения проблем по повышению точности проходного сечения;

2) разработка программного обеспечения для повышения точности проходного сечения;

Для решения данной проблемы на ОАО «Авиадвигатель» был приобретен 5-осевой прецизионный шлифовальный и обрабатывающий центр Mägerle MFP-050. Для данного станка была разработана технология обработки сопловых лопаток первой ступени, которая на данный момент проходит отработку.

Произведем сравнительный анализ старой (серийной) и новой технологии обработки сопловой лопатки первой ступени ТВД. Из технологий выберем только те операции, которые касаются шлифования. Результаты отразим в таблице.

### Сравнительный анализ технологий

Серийная технология	Новая технология
11 операций, 11 установов	1 операция, 4 установка
6 плоскошлифовальных станков модели ЛШ-220, 2 универсальных станка 3М722, 2 токарно-лобовых станка МК-163М	1 станок Mägerle MFP-050
8 операторов, 2 наладчика	2 оператора, 1 наладчик
$T_{шт} = 565$ мин	$T_{шт} = 20...30$ мин

В конечном счете использование новой технологии приведет к повышению производительности процесса глубинного шлифования в 10–30 раз, сокращению числа операций и установов, а также росту показателей качества вследствие исключения человеческого фактора [6].

Однако использование станка без соответствующего программного обеспечения само по себе не дает никаких преимуществ. Поэтому прежде, чем начать шлифование базовых поверхностей сопловых лопаток на многоосевом станке с ЧПУ модели MFP-050 фирмы Mägerle AG, необходимо ввести коррекцию при установке лопаток, учитывающую отклонения литейных поверхностей относительно номинальных конструкторских поверхностей.

Для выполнения этой задачи разработан комплекс программного обеспечения (ПО) подготовки данных для шлифования лопаток, который включает в себя:

1. Программное обеспечение для автоматизированного расчета величин смещения и углов поворота сопловых и рабочих лопаток. Данные величины используются для компенсации погрешности литья лопаток;

2. Программное обеспечение для автоматизированного построения, анализа и редактирования площади проходного сечения отливок и лопаток.

Выходными данными после работы ПО являются фасетные тела отливок, полученные после совмещения отливок по проточной части с номинальной ГМ лопатки, и текстовый файл с величинами смещений и углами поворотов (3 угловые координаты и 3 координаты смещения).

Полученные величины смещений и углы поворота компенсируют погрешность литья лопатки, однако не учитывают фактическую площадь проходного сечения. Поэтому проводятся расчет фактической площади проходного сечения и необходимая дополнительная коррекция установки лопатки перед операцией шлифования базовых поверхностей лопаток с помощью специального программного обеспечения (СПО).

При работе СПО проводятся построение и анализ площади проходного сечения для моделей лопаток; построение, анализ и корректировка площади проходного сечения для отливок с последующей корректировкой текстового файла с величинами смещений\*.

Внедрение новой технологии обработки с учетом покупки 5-осевого профилешлифовального станка с ЧПУ позволит:

1) сократить время механической обработки одной рабочей лопатки ТВД до 10...15 мин вместо 150 мин, сопловой лопатки ТВД до 20...30 мин вместо 565 мин;

2) уменьшить номенклатуру выпускаемой оснастки до 2, максимум 3 приспособлений (для обработки) на каждую лопатку вместо 10 на данный момент;

3) уменьшить время переналадки от 1 до 5 мин на смену детали и до 5 с на смену инструмента.

---

\* Техническое задание «На разработку специализированного программного обеспечения для определения величин смещений и углов поворота, для компенсации погрешности литья лопаток и учета проходного сечения» / ОАО «Авиадвигатель».

Применение специального программного обеспечения также позволяет улучшить показатели качества готовой продукции, что, в свою очередь, положительным образом влияет на КПД двигателя и другие его характеристики.

### **Библиографический список**

1. Козлов Д.А. ПД-14 создается практически всеми авиадвигателестроителями России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aviaport.ru/news/2012/04/16/233024.html> (дата обращения: 15.10.2014).
2. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели. – Пермь, 2006. – 1195 с.
3. Нихамкин М.А., Зальцман М.М. Конструкция основных узлов двигателя ПС-90А: учеб. пособие. – 2-е изд. испр. и доп. / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 108 с.
4. Макаров В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки труднообрабатываемых материалов: учеб. пособие. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 359 с.
5. Полетаев В.А., Волков Д.И. Глубинное шлифование лопаток турбин: библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2009. – 272 с.
6. Обработка лопаток на профилешлифовальном станке фирмы Mägerle // Промышленность в фокусе. – Январь 2013. – № 1.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОШИВКИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ОТВЕРСТИЙ ЛОПАТОК ТУРБИН НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО СТАНКА С ЧПУ

Студенты А.В. Григорьева, Р.А. Туранский,  
д-р техн. наук, профессор В.Ф. Макаров  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассматриваются проблемы получения перфорационных охлаждающих отверстий лопаток турбин и способы повышения их качества на основе использования современного обрабатывающего электроэрозионного станка с ЧПУ. В результате исследования определены возможности электроэрозионного станка для обработки сопловых и рабочих лопаток, благодаря которым можно многократно увеличить производительность и качество готовой продукции.

**Ключевые слова:** рабочая лопатка, электроэрозионная обработка, лазерная обработка.

## ACHIEVING PRODUCTIVITY AND QUALITY FIRMWARE COOLING HOLES OF TURBINE VANES USING MODERN EDM CNC MACHINE

Students A.V. Grigoreva, R.A. Turanskiy,  
Doctor of Technical Sciences, Professor V.F. Makarov  
Perm National Research Polytechnic University

The article deals with the problem of obtaining cooling holes punched turbine blades and ways of improving their quality through the use of modern machining EDM CNC machine. The study identified opportunities for EDM machining of nozzle and workers vanes, through which you can multiply the productivity and quality of the finished product.

**Keywords:** rotor vane, spark erosion, laser treatment.

Лопатки газотурбинных двигателей являются наиболее нагруженными деталями, определяющими ресурс, трудоемкость и стоимость двигателя. Число лопаток в современных двигателях достигает 2...3,5 тыс. штук, поэтому их изготовление производится в условиях крупносерийного или массового производства.

Ресурс лопаток двигателей военной авиации – 500...1000 ч., а для гражданской авиации – 10...20 тыс.ч. Стоимость и трудоем-

кость изготовления комплекта лопаток составляет 20...35 % от общей стоимости и трудоемкости двигателя.

Современные охлаждаемые лопатки ТВД, как рабочая, так и сопловая, имеют чрезвычайно сложную и развитую систему охлаждения, состоящую из внутренней полости, разделяемой перегородками, штырьков, турбулизаторов, а также отверстий, выходящих в проточную часть ГВТ.

В механическом производстве наибольшую трудоемкость составляет изготовление отверстий перфорации (отверстия малого диаметра от 0,4 до 1 мм с допуском на диаметр от 0,05 до 0,1 мм). В одной лопатке насчитывается до 400 охлаждающих отверстий. Отверстия расположены под острыми углами к обрабатываемой поверхности и достигают глубин до 20 диаметров.

Эти отверстия получают разными способами (сверление сверлами малого диаметра, лазерным лучом, электрохимическая обработка, электроэрозионная обработка (ЭЭО) и др.). Наибольшее распространение получил метод ЭЭО, так как он обеспечивает наилучшие параметры отверстия. Однако в последнее время изготовление отверстий осложняется применением дополнительного термобарьерного керамического покрытия. Это покрытие толщиной 0,1–0,3 мм является диэлектриком, в связи с этим становится невозможным применение электроэрозионной прошивки в чистом виде. Кроме того, процесс изготовления отверстий в лопатках очень трудоемкий. Связано это с применением устаревших станков Троицкого станкостроительного завода, на которых сейчас в основном и прошивают отверстия на моторостроительных предприятиях. Отверстия разделены на группы (ряды). Обработка отверстий ведется вертикально. Каждая группа отверстий обрабатывается в отдельном приспособлении [1].

Производится одновременная обработка группы отверстий (до 20) электродами-инструментами (электродами) соответствующего количества, закрепленными в державке. Electroды направляются через отверстия в кондукторной планке, ориентированной относительно приспособления. Глубина обработки задается для группы отверстий одинаковая, наиболее глубокая. Минусы данной технологии в том, что много времени тратится на установку детали и на переустановку. Также, когда гребенка электродов опускается и прожигает отверстия, износ электрод-инструмента идет неравномерно, из-за этого приходится останавливать обработку, поднимать электроды

и выравнивать их. К тому же для разных отверстий приходится вручную переустанавливать электроды. На обработку требуется большое количество специальной оснастки [2].

Для оснащения одного наименования лопатки количество шифров оснастки, применяемой при электроэрозионной обработке отверстий, может доходить до 40–50 штук. Кроме того, электроэрозионное оборудование указанных моделей имеет далеко не самые совершенные генераторы. При обработке от этих генераторов образуется значительный измененный слой, в котором могут зарождаться недопустимые трещины.

Применяемые для изготовления отверстий традиционные схемы обработки (обработка отверстий рядами или группами с параллельными осями) не могут быть использованы для обработки лопаток новой конструкции, где требуется располагать каждое отверстие под индивидуальным углом для обеспечения оптимальной работы системы охлаждения лопатки. Такое конструктивное исполнение отверстий значительно увеличивает количество необходимой оснастки (установочных приспособлений требуется в соответствии с количеством обрабатываемых отверстий) и время обработки (рис. 1) [3].

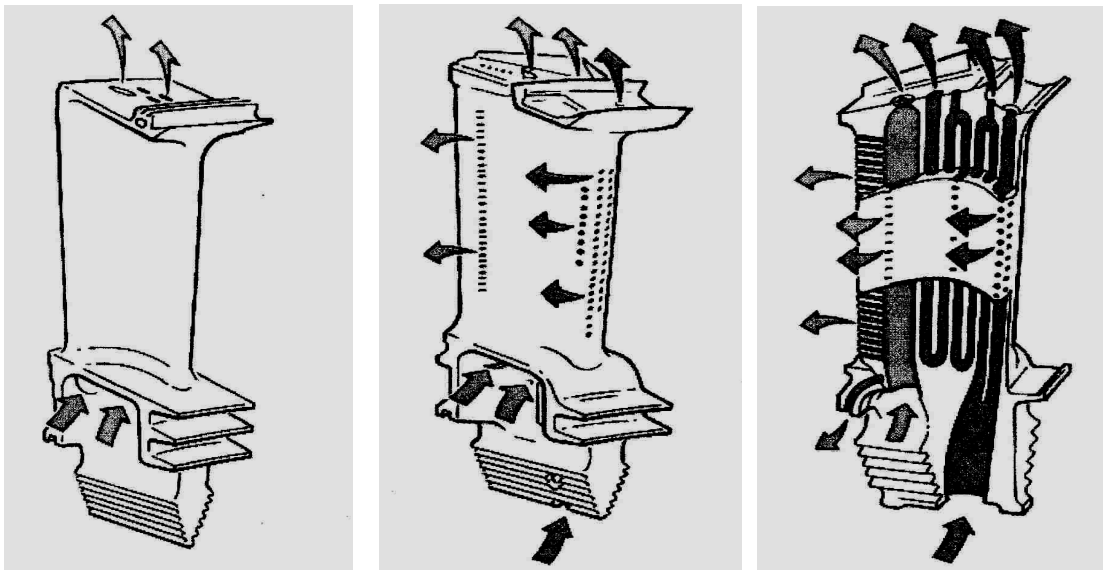


Рис. 1. Схема охлаждения лопаток, внутренняя полость лопатки

Кроме того, термобарьерное покрытие наносится на лопатку с уже готовыми отверстиями. Все отверстия, полученные с большими усилиями, забиваются, следовательно, не происходит охлаждение лопатки. Отверстия необходимо снова расчищать. Для этого их несут



на слесарный участок, где «расковыривают». Это еще одна дополнительная малопроизводительная операция при обработке охлаждающих отверстий лопаток турбин. После всех этих процедур расход воздуха через лопатку зачастую оказывается недостаточным для ее охлаждения.

При производстве новых двигателей (ПД-14, SaM146) наблюдается тенденция применения прецизионных сложнопрофильных тонкостенных лопаток из титановых сплавов (BT6, BT8M) и жаропрочных сталей (ЭП-718, ЭИ-787) 1-го класса точности, в которых отклонения координат точек профиля должно быть не более  $\pm 0,02$  мм [4].

Актуальность работы связана с необходимостью высокопроизводительного изготовления лопаток существующих и перспективных изделий с повышенной точностью, качеством поверхностного слоя и эксплуатационными характеристиками.

Новый метод обработки заключается в совмещении струйной электроэрозионной и лазерной обработки [5].

Струйная электроэрозионная обработка (он же метод высокоскоростного сверления) заключается в ЭЭО вращающимся (или неподвижным) трубчатым капиллярным электродом-инструментом (ЭИ), через внутреннюю полость которого прокачивается рабочая жидкость (РЖ) под большим давлением (80–100 Бар). В качестве РЖ может применяться дистиллированная (деионизированная) вода или специальная жидкость. Импульсы напряжения на электроды подаются от специального генератора. Это обеспечит лучшее вымывание шлама из обрабатываемого отверстия, за счет этого уменьшится измененный слой в отверстии, а значит, и уменьшится вероятность зарождения трещин в измененном слое. Лазер планируется использовать для испарения участков керамического термобарьерного покрытия, открывая металл для дальнейшей ЭЭО отверстий на всю длину методом электроэрозионного сверления. Применение лазера при удалении поверхностного слоя поможет сформировать в нем специальные трехмерные диффузоры, которые увеличат расход воздуха через лопатку. Таким образом, отверстия с улучшенными параметрами поверхностного слоя и формы будут перфорироваться после того, как на лопатку нанесено керамическое покрытие [6].

Для реализации данного метода будет использоваться современный пятиосевой обрабатывающий центр FHD Drill / Mill 800 британской фирмы «Winbro group technologies». На данный момент это единственный

станок в мире, на котором возможно за один установ выполнять последовательно лазерную и электроэрозионную обработку.

Благодаря сочетанию возможности электроэрозионной и лазерной обработки в одной единице оборудования обрабатывающий центр FHDrill / Mill 800 имеет очень широкие технологические возможности (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид станка FHDrill/Mill 800

На нем возможно за один установ выполнять последовательно лазерную и электроэрозионную обработку, причем для таких деталей, как лопатка турбины, предусмотрены обмер каждой детали по шести точкам с использованием шупа Renishaw (с рубиновой головкой) и дальнейшее автоматическое базирование детали с учетом реальных отклонений детали от ее геометрической модели. Обрабатывающий центр позволяет вести обработку деталей в автономном режиме (без участия оператора) при условии оснащения его роботом-манипулятором для загрузки-выгрузки обрабатываемых деталей. Автоматическая смена инструмента и проведение замеров обеспечиваются при помощи штатного шестипозиционного сменщика инструмента [7].

Применение нового станка позволит значительно сократить время на обработку охлаждающих отверстий. Не придется постоянно тратиться на производство новой оснастки, когда будут меняться углы наклона отверстий к кромке лопатки, не потребуются вручную подравнивать электроды, не нужно будет вручную менять электроды и устанавливать лопатку в приспособления.

Новый обрабатывающий центр позволяет:

- уменьшить время переналадки станка на смену детали до 5 мин и до нескольких секунд на смену инструмента, вместо наладки 1–2 ч;
- уменьшить номенклатуру используемой оснастки до одного – двух приспособлений;
- обработать отверстия за 1 установ лопатки;
- проводить обработку лопаток после покрытия керамикой, что сократит количество бракованных деталей;
- сократить число операций изготовления лопаток;
- обеспечить более высокую точность отверстия и меньший измененный слой (не более 0,03 мм);
- уменьшить число бракованных лопаток;
- повысить производительность в 1,5–2 раза;

Все это в сумме позволит:

- увеличить эффективность охлаждения лопаток ГТД (увеличить расход воздуха через них);
- повысить ресурс работы лопаток на 30–40 %;
- увеличить ресурс работы двигателя вместе с этим.

Вместе со всеми плюсами, которые уже перечислены, данная технология позволит увеличить конкурентоспособность отечественных предприятий.

### **Библиографический список**

1. Бойко А.Ф. Эффективная технология и оборудование для электроэрозионной прошивки прецизионных микроотверстий: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 314 с.

2. Владыкин А.В., Макаров В.Ф. Повышение эффективности обработки отверстий малых диаметров в деталях из жаропрочных сплавов на основе применения метода электроэрозионного сверления // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. – 2010. – № 2 (17). – С. 29–37.

3. Владыкин А.В., Макаров В.Ф. Расчет производительности высокоскоростной электроэрозионной обработки отверстий в жаропрочном сплаве полым вращающимся электродом-инструментом // Научно-технические материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посв. 75-летию В.Ф. Безъязычного, 3–5 сент. 2012 г., Рыбинск: в 2 ч. /

М-во образования и науки РФ [и др.] – Рыбинск: Изд-во РГАТУ им. П.А. Соловьева, 2012. – Ч. II. – С. 135–142.

4. Исследование процесса электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра в деталях из жаропрочного сплава / Е.А. Евсин, А.А. Бельтюков, И.А. Пермяков, А.В. Владыкин // Вестник Пермского государственного технического университета. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – С. 20–24.

5. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели. – Пермь, 2006. – 1195 с.

6. Нихамкин М.А., Зальцман М.М. Конструкция основных узлов двигателя ПС-90А: учеб. пособие. – 2-е изд. испр. и доп. / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 108 с.

7. Погонин А.А., Бойко А.Ф., Блинова Т.А. Зависимость производительности и износа электрода-инструмента от его материала при электроэрозионной прошивке капиллярных отверстий // Наука на рубеже тысячелетий: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф.; Тамбов, 26–27 окт. 2009 г. / Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2009. – С. 218–219.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДВУМЕРНОГО ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

**Аспирант А.В. Макаров,  
д-р техн. наук, профессор А.В. Фирсов**  
Московский государственный университет дизайна и технологии

В статье представлены результаты анализа применения технологии одномерного штрихового кодирования, а также описаны преимущества и перспективы использования двумерных штриховых кодов для идентификации продукции.

**Ключевые слова:** двумерные штрихкоды, идентификация продукции, QR-код.

## USING A TWO-DIMENSIONAL BAR-CODING TECHNOLOGY FOR PRODUCT IDENTIFICATION

**Graduate student A.V. Makarov,  
Doctor of Technical Sciences, Professor A.V. Firsov**  
Moscow State University of Design and Technology

The article presents the results of the analysis of application of technology-dimensional bar coding, and describes the advantages and prospects using of the two-dimensional bar codes for product identification.

**Keywords:** two-dimensional bar codes, identification of products, QR-code.

Технология штрихового кодирования основана на распознавании закодированных комбинаций штрихов и пробелов определенных размеров. Существует множество стандартов штрихкода, каждый из которых имеет свое ограничение и использует свой алгоритм кодирования. Штрихкоды могут различаться как по способу отображения, так и по типам данных, которые могут быть закодированы. Некоторые кодируют буквенно-цифровые данные, другие могут хранить только числовые значения. Также у каждого стандарта есть свои особенности, такие как минимальная и максимальная длина данных или ограничения на размер штрихкода [1].

Современные автоматизированные склады, производственные линии и технологическое оборудование требуют введения идентификационных систем, призванных облегчить ввод информации, уменьшить число ручных операций и минимизировать число ошибок при вводе данных. Среди множества графических, магнитных,

радиочастотных и электронных меток наибольшей популярностью пользуется штриховой код. Технология одномерного штрихового кодирования широко распространена благодаря своей простоте и низкой стоимости расходных материалов – при нанесении штрихкода типографским способом стоимость упаковки не меняется, при печати штрихкода на самоклеящейся ленте стоимость упаковки незначительно повышается.

Одномерное штриховое кодирование активно используется уже более 40 лет для идентификации товаров. Простота, симметричность и высокая помехозащищенность объясняются недостаточно развитой техникой времен создания кода. При этом использование линейного штрихкода предъявляет высокие требования к качеству поверхности, на которую будет наноситься код. В случае дефекта носителя либо неверного действия оператора исключена возможность исправления хотя бы одной ошибки.

Одномерный штрихкод создавался, в первую очередь, для автоматизации торговли продукцией, произведенной множеством предприятий, поэтому вопрос внутреннего содержания также был важен для стандартизации и регулирования, чтобы разные предприятия не могли присвоить товару одинаковый код. Каждый вновь производимый вид товара должен был иметь свой уникальный код, и это было главной задумкой всей системы [2].

Использование одномерных штриховых кодов позволило сократить время и расходы на ввод данных, отслеживать перемещение товаров, составлять отчеты и прогнозы на основе текущих данных, увеличить скорость и качество обслуживания клиентов, исключив возможность ошибок кассира.

Однако за долгий срок использования штрихкодов выявились некоторые недостатки этой чрезвычайно полезной технологии:

- главный недостаток – небольшая информационная емкость. Большинство одномерных штрихкодов кодирует не более 20–30 символов;
- кодирование только цифровой и части символьной информации. Большинство одномерных штрихкодов кодирует только цифровую информацию;
- относительно большой размер штрихового кода означает низкую эффективность использования площади упаковки;
- чувствительность к повреждениям и отсутствие механизмов коррекции ошибок;

- одномерный штрихкод не кодирует информацию о продукции, он является всего лишь уникальным идентификатором.

Для устранения главного недостатка одномерных штрихкодов – возможности кодирования малого количества информации были разработаны двумерные штрихкоды, способные закодировать гораздо больший объем данных. Расшифровка такого кода проводится в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали). По сути, двумерный штрихкод представляет собой портативный файл базы данных большой емкости и обеспечивает хранение и доступ к информации, хранящейся непосредственно в коде. Некоторые виды кодов могут считываться даже при частичном повреждении, тогда как одномерные штрихкоды невозможно считать при повреждении одной из полос. Двумерные коды подразделяются на многоуровневые (stacked) и матричные (matrix). Многоуровневые штрихкоды появились исторически ранее и представляют собой поставленные друг на друга несколько обычных линейных кодов. Матричные же коды более плотно упаковывают информационные элементы по вертикали.

Сегодня двумерные штрихкоды используются в разных отраслях промышленности, в туризме, логистике, рекламе. Каждый код обладает собственными отличительными признаками, позволяющими эффективно использовать его в конкретной отрасли. Например, Data Matrix способен кодировать данные на участке площадью в 2–3 мм<sup>2</sup> и применяется при маркировке печатных плат и микросхем. Microsoft Tag представляет собой яркое изображение, состоящее из цветных треугольников, и используется в маркетинге и рекламе, при этом требует наличия интернет-соединения. Aztec Code не требует наличия свободной зоны вокруг кода, что позволяет размещать код в непосредственной близости с текстом или другим изображением, используется в логистике для дублирования основной информации в сопроводительных документах. QR-код позволяет встраивать изображения и изменять свою цветовую гамму на другие контрастные цвета, становясь элементом фирменного стиля производителя [3–4].

Прогнозируется рост рынка устройств считывания информации под влиянием развития технологий сканирования двумерных штрихкодов. Появляются более дешевые или бесплатные приложения для мобильных устройств, считывающие штрихкоды. Основные ожидания пользователей относительно данной технологии – быстрый переход

на веб-сайт, получение подробной информации о товаре или услуге, сохранение контактной информации, получение скидок [5].

Следовательно, широкие перспективы перед технологией двумерного кодирования открывает «незаполненность» некоторых отраслей. В наличии дополнительной информации о продукции заинтересованы как производители, так и потребители. Наиболее полезной будет информация, отражающая:

- параметры технологического процесса. Эффективность работы предприятия во многом зависит от технологического процесса, совершенствуя который путем подбора оптимальных технологических параметров, можно получить эффект, выражающийся в увеличении выпуска продукции и снижении ее себестоимости. Искать оптимальные условия проведения технологических процессов, прогнозировать свойства и характеристики объекта процесса в зависимости от параметров формирования, производителей заставляет проблема конкурентоспособности продукции различных отраслей промышленности на внутреннем и внешнем рынках. Одним из способов повышения конкурентоспособности производства является оптимизация технологических процессов производства продукции. Благодаря использованию оптимальных режимов эксплуатации оборудования удастся увеличить производительность оборудования, снизить затраты энергии, труда и сырья;

- соответствие требованиям контролирующих органов, подтвержденное сертификатами соответствия. Серьезную опасность для потребителей представляют контрафактные товары, произведенные с нарушениями требований контролирующих органов. Рынок наполнили некачественные товары всех категорий: лекарственные средства, произведения искусства, электротехническое оборудование, продукты питания, текстильные изделия. Информация, содержащая различные сертификаты соответствия, состав, год выпуска, условия хранения или эксплуатации, поможет потребителю при выборе качественного товара;

- информацию о продукции, важную для потребителей. Это может быть состав, размер, цвет и способы ухода для текстильных изделий или технические характеристики, описание настройки и инструкция по эксплуатации электротехнического изделия. Для производителя или заказчика возможно сохранение любой служебной информации.



Максимальный объем закодированной информации в двумерном штрихкоде составляет около 4500 символов. В этом случае код получается максимальным по размеру, будет занимать большую площадь на упаковке, содержать больше элементов для позиционирования камеры считывающего устройства. Печать такого кода должна быть максимально четкой, и на фокусировку камеры считывающего устройства и распознавание кода будет уходить больше времени.

Наилучшим решением будет использование кода, содержащего адрес сайта и цифровой указатель в базе данных, где будет храниться любая предоставленная производителем информация. Перенаправленному на сайт пользователю будет в удобном виде предоставлена интересующая его информация в соответствии с правами доступа.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ ISO/IEC 15417-2013. Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрихового кода Code 128. – М.: Стандартинформ, 2014.

2. ГОСТ ISO/IEC 15420-2010. Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики штрихового кода EAN/UPC. – М.: Стандартинформ, 2010.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16022-2008. Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Data Matrix. – М.: Стандартинформ, 2009.

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 24778-2010. Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрихового кода Aztec Code. – М.: Стандартинформ, 2010.

5. Блог компании Яндекс // Habrahabr. Сообщество IT-специалистов – URL: <http://habrahabr.ru/company/yandex/blog/218899>.

# ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩИЕ НАБОЙКИ ДЛЯ ОБУВИ «АНТИЛЁД»

Студенты А.С. Марков, А.Е. Морозов

Самарский государственный технический университет

В данной статье описаны новые технические решения, предоставляющие возможность простой и быстрой установки шипов, обеспечивающих увеличение сцепления обуви со скользкой поверхностью и предотвращение возможных падений в зимнее время года.

**Ключевые слова:** скоба, заклепка, шипы, антискользитель, трибология, закалка, термообработка, станки.

## ANTISKID HEELTAPS FOR SHOES «ANTI-ICE»

Students A.S. Markov, A.E. Morozov

Samara State Technical University

In this article the new technical solutions giving opportunity of simple and fast installation of thorns, providing increase in coupling of footwear with a slippery surface and preventing of possible falling in a winter season are described.

**Keywords:** bracket, rivet, thorns, antiskolzitel, tribology, hardening, heat treatment, machines.

Известно, что для большей части России характерны большие годовые колебания температуры воздуха и теплое короткое лето, а также очень студёная и длительная зима. Стоит отметить, что в южных странах и на западе зима не такая суровая, как в средней полосе России и на Дальнем Востоке, и чаще всего достигает продолжительности одного – двух месяцев.

Одна из главных проблем зимнего времени года касается стабильного нахождения человека на скользкой поверхности.

Изучение информационных ресурсов «Федерального института промышленной собственности» показало, что официально первые изобретения, касающиеся стабильного нахождения человека на скользкой поверхности, появились в России только в конце XX века (30.03.1994) [1]. До этого момента население страны чаще всего боролось с существующей проблемой народными средствами.

Анализ литературы показал, что помимо народных средств существует большое количество патентов по данной тематике. Различные способы и устройства, которые направлены на увеличение сцепления со скользкой поверхностью и предотвращение возможных

падений, имеют свои плюсы и минусы. Так, например у захватившей в последний зимний сезон скобы (надевается на пятку и носок и имеет шипы в передней части подошвы) главным минусом является то, что она постоянно слетает и теряется. Также эта скоба изготавливается из очень непрочных материалов, которые быстро изнашиваются или просто лопаются на морозе.

Рассматривая шипы, используемые в прошлые годы, можно выделить ряд недостатков: мягкий материал шипа, нерегулируемое количество шипов для разных людей, постоянная потеря шипов, форма и размер шипов, влекущие за собой повреждение покрытий вне улицы, внешний вид и незаметность.

На основании проделанных исследований на базе трибологической лаборатории наноструктурированных покрытий Самарского государственного технического университета был разработан механизм, предназначенный для использования в зимнее время года с целью увеличения сцепления обуви со скользкой поверхностью и предотвращения возможных падений.

В качестве прототипа изобретения выбраны набойки, описанные в патенте [2]. Набойка для обуви выполнена целиком и содержит устойчивый к истиранию рабочий элемент, который снабжен средством для его фиксации на каблук (рис. 1).

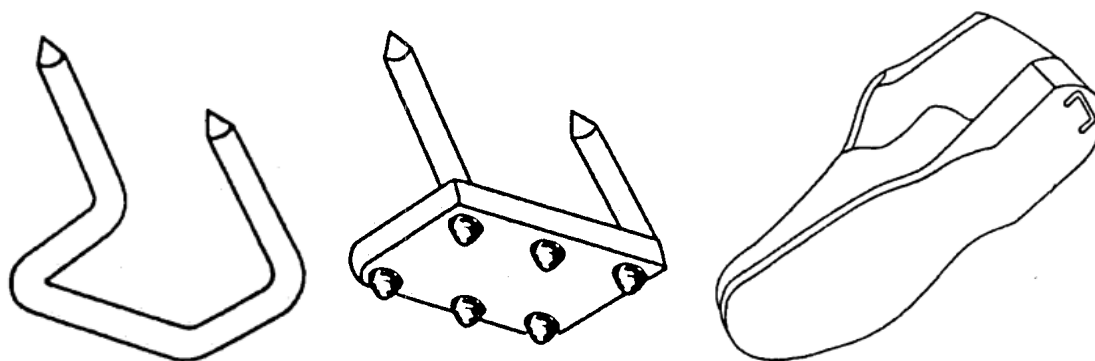


Рис. 1. Набойка для обуви (патент РФ №2410996)

Рабочий элемент выполнен в форме скобы, рамки или пластины. Средство фиксации выполнено в виде укрепленных на рабочем элементе, как минимум, двух параллельных стержней, которые установлены под острым углом к плоскости расположения рабочего элемента. Для усиления противоскользящих свойств набойки на ее рабочем элементе могут быть сделаны выступы, например, в виде шипов.

Недостатками прототипа являются сложность закрепления набоек на обуви, а также ограниченность применения изобретения (устанавливается только на каблуке).

Особенность настоящего изобретения заключается в упрощении закрепления антискользящих набоек на обуви и расширении области применения изобретения, обеспечивающее использование набоек на всей поверхности подошвы обуви. Разработано два варианта шипов: 1 – шипы «Антилед» скобяного типа; 2 – шипы «Антилед» заклепочного типа.

Технический результат первого варианта устройства достигается тем, что набойки для обуви выполнены в виде скоб, содержащих устойчивую к истиранию рабочую часть. Помимо этого сама рабочая часть содержит выступы в виде шипов и средство для их фиксации на подошве обуви в виде двух параллельных прямых заостренных стержней. При этом антискользящие набойки скреплены друг с другом в блок, высота шипов составляет до 3 мм, ширина скоб составляет 10,6–11,3 мм, толщина скоб составляет 0,75–1,25 мм, длина блока – до 72 мм.

Сущность разработки состоит в том, что набойки, каждая из которых изготовлена в виде плоской скобы, скреплены друг с другом в блок, размеры которого обеспечивают возможность его использования в мебельных степлерах, что существенно упрощает закрепление набоек на любом участке подошвы обуви. Скобы изготовлены из износостойкого материала (например, закаленной стали) и имеют рабочую часть, содержащую один или несколько заостренных выступов (шипов) (рис. 2).

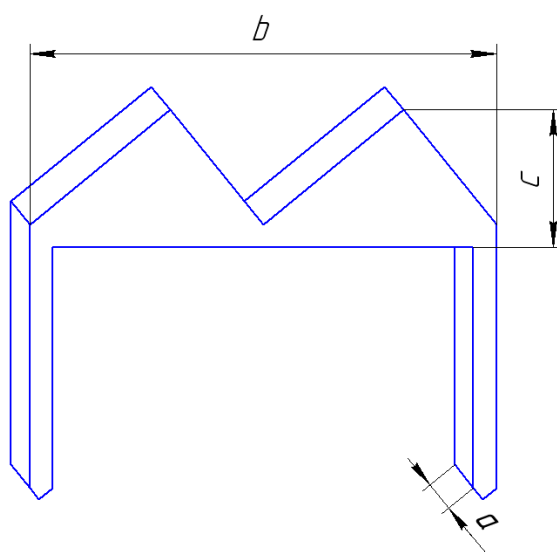


Рис. 2. Антискользящая набойка в виде скобы с размерами

Блок представляет собой ряд скрепленных друг с другом скоб. Параметры  $a, b, c, d$  и  $e$ , где  $d$  – длина блока из скрепленных скоб, отвечают стандартным размерам большинства мебельных степлеров (рис. 3).

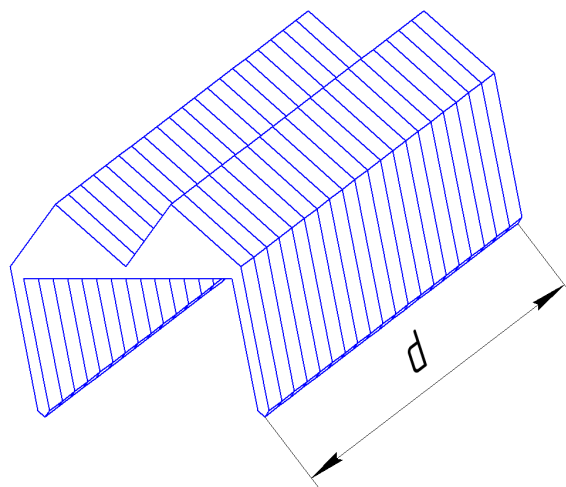


Рис. 3. Блок из ряда скрепленных друг с другом скоб

Второй вариант шипов «Антилед» наиболее близок к стандартной вытяжной заклепке, известной из ГОСТ Р ИСО 14488-2005, со ступенчатым вытяжным сердечником с заданной точкой разрыва и содержит (рис. 4): корпус заклепки 1, в осевое отверстие которого вставлен сердечник 2 со ступенчатой головкой 3 (расположенной со стороны конца заклепки) и зоной отрыва 4, в которой расположен концентратор напряжений в виде локального углубления сформированного, например, путем насечки или прорезания канавки, где площадь поперечного сечения сердечника имеет минимальное значение.

В отличие от стандартных вытяжных заклепок в предлагаемой конструкции расстояние от головки сердечника до зоны отрыва  $L_{ш}$  всегда превышает длину корпуса заклепки  $L_k$  на сумму величин требуемой длины выступающей части шипа  $L_{вш}$  (преимущественно от 0,5 до 5 мм). Сердечник изготовлен из износостойкого материала, устойчивого к коррозии. Твердость сердечника по Виккерсу должна составлять не менее 200 кгс/мм<sup>2</sup>.

С целью возможности применения для формирования шипов ручного заклепочника в зоне отрыва глубина канавки на сердечнике выбирается из условия, чтобы площадь поперечного сечения сердечника в зоне отрыва  $S_{30}$  составляла, мм<sup>2</sup>,

$$S_{30} \leq F_{отр} / \sigma_B^c, \quad (1)$$

где  $F_{отр}$  – разрывающая нагрузка сердечника, Н, регламентированная для стандартных заклепок для данного диаметра сердечника,  $\sigma_B^c$  – предел прочности материала сердечника, МПа.

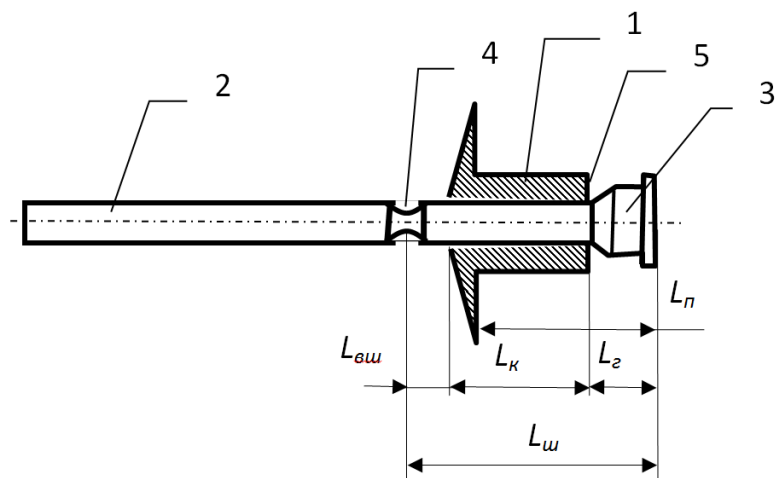


Рис. 4. Конструкция шипа противоскольжения в форме стандартной вытяжной заклепки со ступенчатым сердечником с заданной точкой разрыва

Для того чтобы установить шип противоскольжения на зимней обуви, производят вырезание в резине посадочных отверстий в соответствии с заданным количеством и рисунком расположения шипов. В полученные отверстия устанавливают шипы, при этом шип формируют путем отрыва хвостовой части сердечника приложением растягивающих нагрузок, после отрыва сердечника его вдавливают до контакта головки шипа с дном посадочного отверстия, а количество шипов выбирают из условия, что минимальное давление, создаваемое в зоне контакта шипов с поверхностью льда, равно или превышает величину твердости льда.

Установка шипа выполняется по этапам, изображенным на рис. 5:

1. Рассчитывают максимальное количество шипов на обуви по формуле

$$n \leq \frac{N}{S_{30} \cdot HB_{л}}, \quad (2)$$

где  $N$  – масса человека для которого предназначена обувь, кг;  $S_{30}$  – площадь поперечного сечения сердечника в зоне отрыва,  $\text{мм}^2$ , которая формирует площадь вершины полученного шипа;  $HB_{л}$  – твердость льда по Бринеллю,  $\text{кгс}/\text{мм}^2$ , составляющая около  $2 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ .

При условии (2) минимальное давление, создаваемое в зоне контакта шипов с поверхностью льда, будет равно или превысит величину твердости льда, а следовательно, произойдет внедрение шипов в лед, что и обеспечит надежное сцепление шипов с обледенелым дорожным покрытием. Полученное значение числа шипов округляют в меньшую сторону до ближайшего целого четного числа.

2. В подошве обуви на выступах протектора вырезают (или выплавляют) отверстия глубиной, равной длине посадочной части  $L_{\text{ш}}$  шипа противоскольжения (рис. 5, а). Отверстия равномерно распределяют по передней и задней частям подошвы правой и левой пары обуви.

3. Поочередно вставляют в посадочные отверстия заклепки (рис. 5, б), и формируют из них шипы теми же действиями и инструментом (ручным заклепочником), которые используются при формировании стандартных вытяжных заклепок. При этом сначала происходит расширение хвостовой части корпуса заклепки (рис. 5, в), что обеспечивает надежную фиксацию шипа в подошве обуви, а затем – отрыв сердечника в зоне разрыва (рис. 5, г). Таким образом, на формирование одного шипа затрачивается не более нескольких секунд. Это существенно упрощает процесс шиповки зимней обуви в бытовых условиях.

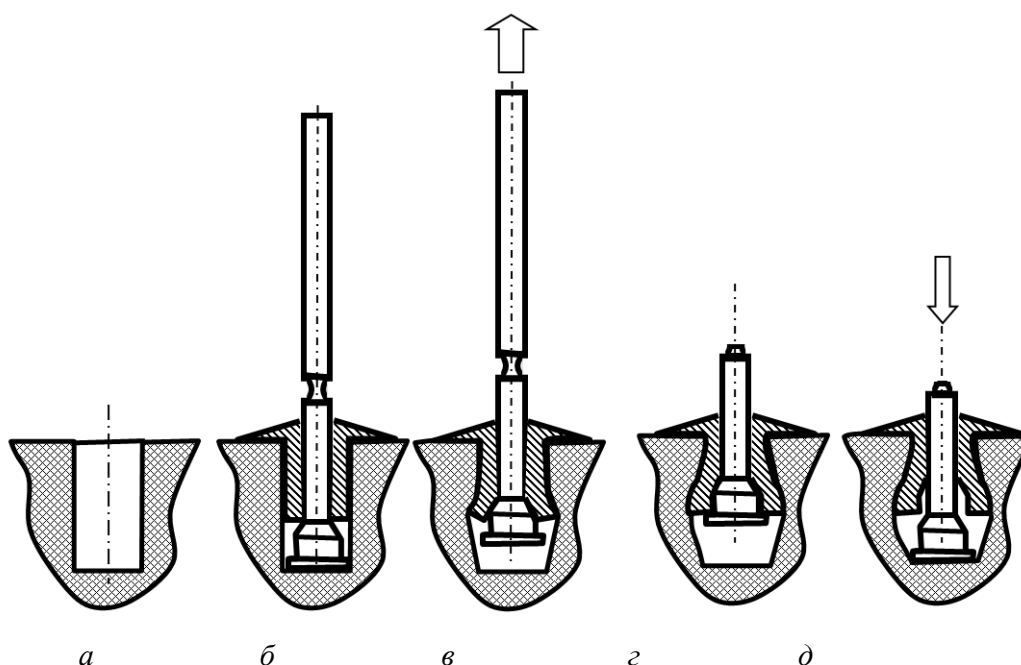


Рис. 5. Стадии установки шипа в подошву зимней обуви

4. Вбивают сердечники полученных шипов, например, с помощью слесарного молотка в подошву до упора головки сердечника в дно посадочного отверстия (рис. 5, д). При этом сердечник займет устойчивое положение, а высота расположения шипа над подошвой обуви примет требуемое значение.

Исходя из вышеизложенного, конструкции скобы и шипа обеспечивают следующие преимущества перед известными техническими решениями:

- 1) скоба и шип имеют простую конструкцию, легкую в изготовлении;
- 2) использование каленой стали многократно увеличивает ресурс скобы и заклепки;
- 3) установка осуществляется за несколько минут;
- 4) присутствуют простота, долговечность и взаимозаменяемость;
- 5) регулируется количество шипов в зависимости от массы человека;
- б) конструкция шипа не заметна и обеспечивает целостность напольных покрытий вне улицы.

Работа выполнена при помощи фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы «УМНИК».

### **Библиографический список**

1. ФГБОУ «ФИПС» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/)
2. Набойка для обуви: пат № 2410996 Рос. Федерация / Л.Ф. Порядков. Опубл. 10.02.2011 г. Бюл. № 4.



# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЖИЛЫ НА УЧАСТКЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭКСТРУЗИОННОЙ ЛИНИИ

Аспирант Ю.В. Митрошин

Самарский государственный технический университет

В данной статье предложена модель для расчета температурных полей экструдированных изоляционных покрытий кабельных жил при их изготовлении по длине ванн охлаждения.

**Ключевые слова:** производство кабеля, изоляция, охлаждение, температурное поле, математическая модель

## MATHEMATICAL MODEL OF TEMPERATURE FIELD INSULATED CONDUCTORS IN THE COOLING SECTION OF THE EXTRUSION LINE

Graduate student Yu.V. Mitroshin

Samara State Technical University

In this article proposed a model for calculating the temperature fields of extruded insulation coatings cable cores in their production over the length of cooling baths.

**Keywords:** cable production, insulation, cooling, temperature field, mathematical model.

При изготовлении проводных кабелей с пластмассовой изоляцией, накладываемой методом экструзии, температура в ходе экструдирования изоляции и ее последующего охлаждения является определяющим параметром процесса. Характер режима охлаждения кабельной изоляции по выходу из экструдера имеет решающее значение для формирования как эксплуатационных параметров качества кабельных изделий, так и для стабильности параметров качества и характеристик кабельной изоляции при ее старении [2, 4, 5]. Термические процессы в экструдированной изоляции влияют на молекулярную структуру, механическое напряженное состояние пластмассы, адгезию изоляции и металлического проводника, образование пустот в изоляции и качество ее граничной поверхности. Поэтому необходимо знание не только конечной температуры пластмассовой изоляции по окончании охлаждения, но и распределение температурного поля вдоль всего охлаждаемого участка. Образующееся температурное поле зависит от

свойств материала полимера и проводника (теплопроводности, удельной теплоемкости, плотности), технологических параметров (температуры пластмассы, температуры проводника, скорости изолирования, условий нагрева и охлаждения) и геометрических размеров жилы кабеля (диаметра провода, толщины изоляционного слоя).

При математическом описании температурного поля в изолированной кабельной жиле автором сделаны следующие допущения:

1. Изолированная жила считается симметричной относительно своей оси.
2. Жила движется с постоянной скоростью.
3. Материал жилы и изоляции является изотропным.
4. Не учитываются изменения размеров провода, вызванные усадкой изоляции.
5. Процесс считаем стационарным.

Строго говоря, необходимо учитывать превращение фаз, имеющее место в пластмассе на участке ванн охлаждения, что сопряжено с выделением тепла внутри изоляции. Но, как показали результаты численных расчетов, использование модели, не учитывающей внутренние источники тепла, дает погрешность в расчете температуры, не превышающую 3 %. Поэтому предполагается, что внутренние источники тепла отсутствуют. Это незначительно ухудшает точность модели, но существенно упрощает ее.

Зависимость температуры любой точки изоляции кабеля от времени его охлаждения и координаты (текущего радиуса) есть решение уравнения нестационарной теплопроводности [5]:

$$\frac{a_2}{\lambda_2 r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda_2 \cdot r \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} \right) + a_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial z^2} - V \frac{\partial T_2}{\partial z} = 0; \quad r_0 \leq r \leq R; \quad 0 \leq z \leq L. \quad (1)$$

где  $T$  – температура;  $r$  – текущий радиус;  $r_0$  – радиус внутреннего проводника;  $R$  – радиус жилы по изоляции;  $z$  – продольная координата;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $V$  – скорость изолирования (вытяжки);  $a$  – коэффициент температуропроводности;  $L$  – общая длина участка охлаждения. Индекс 2 соответствует изоляции, 1 – металлическому проводнику.

$$z = V\tau; \quad (2)$$

где  $\tau$  – текущее время.

С учетом (2) уравнение теплопроводности (1) можно преобразовать к виду:

$$\frac{\partial T_2}{\partial \tau} - \frac{a_2}{V^2} \cdot \frac{\partial^2 T_2}{\partial \tau^2} = a_2 \left[ \frac{\partial^2 T_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} + \frac{1}{\lambda_2} \cdot \frac{\partial \lambda_2}{\partial r} \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} \right];$$

$$r_0 \leq r \leq R; \quad 0 \leq \tau \leq \tau_k = \frac{L}{V}.$$

На поверхности контакта изоляции и проводника выполняется граничное условие четвертого рода, что соответствует теплообмену тел, находящихся в тепловом контакте (температуры сопрягающихся поверхностей одинаковы) [1]:

$$\lambda_2 \frac{\partial T_2(r_0, \tau)}{\partial r} = \lambda_1 \frac{\partial T_1(r_0, \tau)}{\partial r}; \quad T_1(r_0, \tau) = T_2(r_0, \tau).$$

На внешней поверхности изоляции, охлаждаемой теплоносителем (водой – в ванне охлаждения, либо воздухом – на участке воздушного охлаждения), выполняется граничное условие первого рода [1]:

$$T_2(R, \tau) = T_b(\tau),$$

где  $T_b$  – температура теплоносителя (воды или воздуха).

Для внутреннего металлического проводника зависимость температуры любой точки  $T_1(r, \tau)$  есть решение уравнения нестационарной теплопроводности [1]:

$$\frac{\partial T_1(r, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \left[ \frac{\partial^2 T_1(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T_1(r, \tau)}{\partial r} \right];$$

$$0 \leq r \leq r_0; \quad 0 \leq \tau \leq \tau_k = \frac{L}{V}.$$

Начальные условия для металлического проводника имеют вид

$$T_1(r, 0) = f_1(r).$$

Обычно для лучшей адгезии расплавленной изоляции к внутреннему проводнику последний предварительно подогревают до температуры порядка 90°С. Справедливо допущение, что

$$f_1(r) = T_n,$$

где  $T_n$  – температура предварительного подогрева проводника.

Условия в центре жилы могут быть записаны в виде:

$$\frac{\partial T_1(0, \tau)}{\partial r} = 0; \quad T_1(0, \tau) \neq \infty.$$

Начальное условие для изоляции:

$$T_2(r, 0) = f_2(r).$$

При хорошей гомогенизации расплава изоляции в зоне дозирования экструдера справедливо допущение, что

$$f_2(r) = T_p,$$

где  $T_p$  – температура расплава изоляции.

Обычно в качестве изоляции радиочастотных кабелей используется полиэтилен высокого давления низкой плотности (ПЭНП). Для ПЭНП при комнатной температуре коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,335$  Дж/м·с·К, а теплоемкость  $C = 2,3$  кДж/(кг·К).

Для расчета температурного поля экструдированной изоляции при ее охлаждении необходимо учитывать температурную зависимость теплофизических характеристик пластмассы. В [3] приводятся зависимости коэффициента теплопроводности  $\lambda$  и коэффициента температуропроводности  $a$  ПЭНП от температуры полимера.

Расчет температурного поля осуществляется численными методами, при этом сечение изолированной жилы разбивается на концентрические окружности, расстояние между которыми равно  $\Delta r$ . Принимается, что в пределах одного слоя изоляции теплофизические характеристики полимерного материала неизменны и равны соответствующим величинам, определяемым значениями температуры  $\overline{T_{2,i}}$  – средней температуры  $i$ -го слоя изоляции. При расчете температурного поля необходимо учитывать также преобразование фаз, имеющее место в пластмассе при ее охлаждении. Для этого дифференциальное уравнение Фурье должно решаться для двух фаз пластического материала отдельно.

Полученные математические модели для расчета термических процессов в экструдированных изоляционных покрытиях кабельных жил могут быть использованы для решения следующих задач:

1. Определение максимально допустимых скоростей изолирования при заданных максимальных температурах изолированной кабельной жилы и фиксированной длине участка охлаждения, что по-

зволит рассчитать минимальное время транспортного запаздывания в системе регулирования процесса наложения кабельной изоляции;

2. Исследование влияния изменения режимных параметров линии изолирования на температурное поле изоляции;

3. Определение оптимального сочетания технологических параметров линии изолирования, обеспечивающих формирование однородного температурного поля на фиксированной длине участка охлаждения;

4. Оптимальное конструирование участка охлаждения технологической линии изолирования, позволяющее определить количество и длину участков воздушного и водяного охлаждения, а также температуру в ваннах водяного охлаждения;

5. Определение максимально возможной скорости охлаждения экструдированной изоляции, не приводящей к возникновению в изоляции чрезмерных внутренних механических напряжений, и, соответственно, к преждевременному старению и разрушению изоляции.

### **Библиографический список**

1. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. – М.: Высшая школа, 2001. – 550 с.

2. Карякин Н.Г., Фурсов П.В. Расчет возможности образований воздушных включений в пластмассовой изоляции кабеля при охлаждении // Электротехническая промышленность. Сер. Кабельная техника. – 1977. – № 5. – С. 8–11.

3. Оганесян К.Г. Расчет времени вулканизации при изолировании жил кабелей вулканизирующим полиэтиленом // Электротехническая промышленность. Сер. Кабельная техника. – 1975. – № 12. – С. 7–10.

4. Al-Karawi J., Schmidt J., Strumke M. Kopplung von numerischer Berechnung und Experiment zur Bestimmung des Wärmeübergangskoeffizienten bei der Herstellung von Kabeln // Wiss. Z. Techn. Hochsch. O. Guericke Magdeburg. – 1984. – 28. – № 4. – P. 117–119.

5. Lein P., Muller K., Schulmeister B. Berechnung von Temperaturfeldern in extrudierten Aderisolierungen // Elektrokabel. – 1986. – № 1. – P. 45–48.

## **AUTOMATION OF NEWSPRINT FLAW RECOGNITION**

**Student N.R. Mubarakzyanov,  
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor N.I. Horoshev**  
Perm National Research Polytechnic University

In the article the automated indicator definition system of the paper flaw, as one of its key indicators of quality is considered. The solutions are aimed at facilitation and increase in the work efficiency of the laboratory personnel, employing quality control of finished products in the pulp and paper industry. Hardware and software implementation of the proposed automated system has been described. Definition method algorithm of newsprint flaw has been developed and its main stages have been given.

**Keywords:** flaw; pattern recognition; LabVIEW; newsprint; automated system; quality.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СОРНОСТИ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ**

**Студент Мубаракзянов,  
канд. техн. наук, доцент Н.И. Хорошев**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

В статье рассмотрена автоматизированная система определения показателя сорности бумаги как одного из ее ключевых показателей качества. Предлагаемые решения направлены на облегчение и повышение оперативности работы персонала в лаборатории, занимающейся контролем качества готовой продукции предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Описана аппаратная и программная реализация предлагаемой автоматизированной системы. Разработан алгоритм метода определения сорности газетной бумаги, и описаны основные его этапы.

**Ключевые слова:** сорность; распознавание образов; LabVIEW; газетная бумага; автоматизированная система; качество.

In the Russian pulp and paper industry an important feature of the enterprise competitiveness is the quality process control of the production. This stage of production activities is one of the most significant that makes it necessary to comply all the requirements to the qualitative construction implementation of technological processes and their automation. The main indicators of quality are as follows: mass, density, smoothness, whiteness, opaqueness, flaw and plasticity [4].

As practice has shown quality control according to the above indicators is often carried out by laboratory personnel using local automation means or completely manually, thereby making the process of producing paper rather long and time consuming reducing the efficiency of decisions making. Untimely detection of rejects (after the release of finished products) has led to the appearance of additional costs for their removal reducing the effectiveness of paper production in general. In order to eliminate these shortcomings the development and introduction of automated quality control system has been proposed, that will enable us to calculate rapidly a number of indicators to compare them with the normative values (GOST<sup>3</sup> et al.) and to give recommendations on the development of the controlling impact (organizational, engineering) providing direct influence on the newsprint quality.

As an example of the proposed automated system such indicator as flaw, which shows the number of motes in different ranges of the area per 1 square meter of newsprint has been considered. A mote is a extraneous inclusion, clearly characterized by contrasting opaqueness or the colour of the background having an area of not less than 0.06 square millimeters, for example, a mote of fibrous origin (particles of the bast-fiber layer, bark, knot, bonfires, wool and synthetic fiber), metal, mineral extraneous inclusions (coal, grain of sand, etc.), organic inclusions (resin, wax, rubber, etc.) [1].

By the standard method the flaw is determined manually, counting the number of motes in a sample of a newsprint roll. The area of each mote is defined by imposing a template on it, i.e. a sheet of a transparent material, on which the patterns of different sizes and configurations are deposited. This method is characterized by high labour intensity, long duration and noticeable errors [1].

Automated quality control system is a hardware and software complex using the method of motes recognition. For quality control of newsprint with the high speed of processing the incoming information from the paper machine (on-line) the hardware system implementation has been offered based on the high precision scanner and a personal computer. It is proposed to place the scanner on the paper machine, where it will scan the local places of the paper sheet (i.e. the scanner will move across entire

---

<sup>3</sup> GOST is State Standard of the Russian federation.

web width) at the fixed time intervals, since there is no necessity to continuously scan the entire roll.

Pattern recognition system is implemented on the basis of libraries IMAQ Vision software LabVIEW (Figure 1, 2). The automated system proposed scans a papers sample, selected from a paper machine. Sampling is carried out in accordance with GOST 8047-2001.

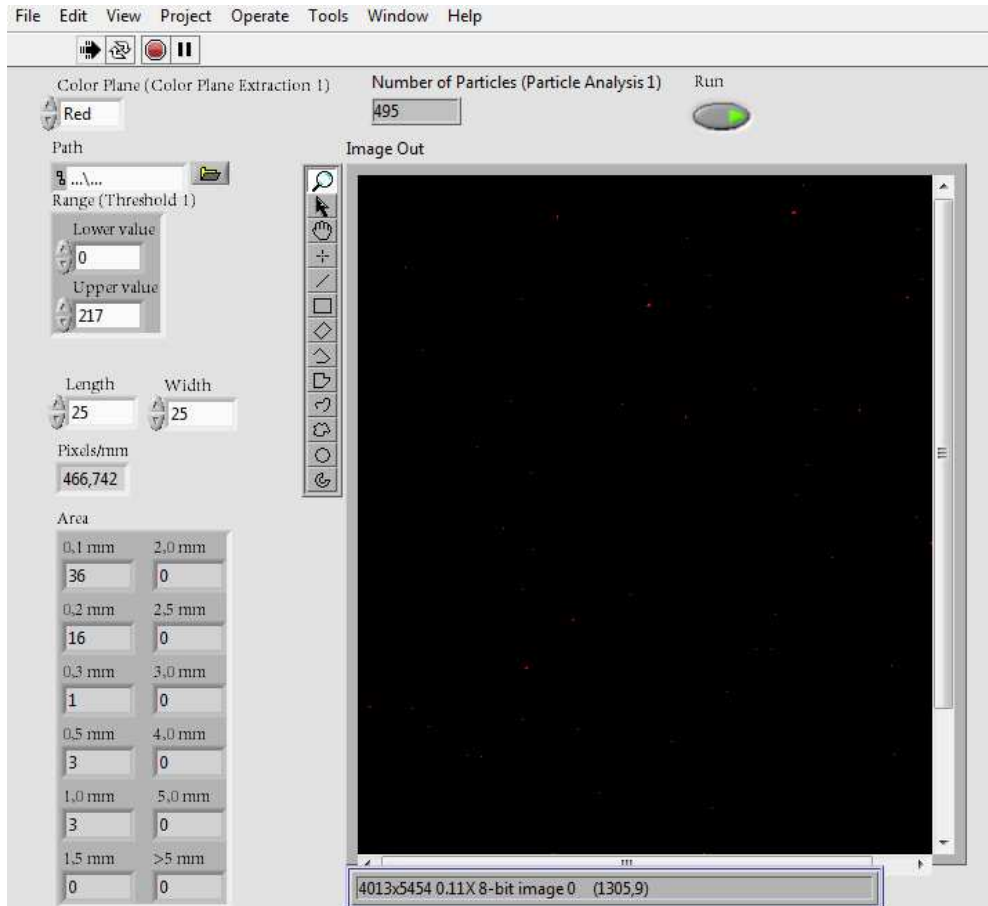


Fig. 1. Program interface in LABVIEW

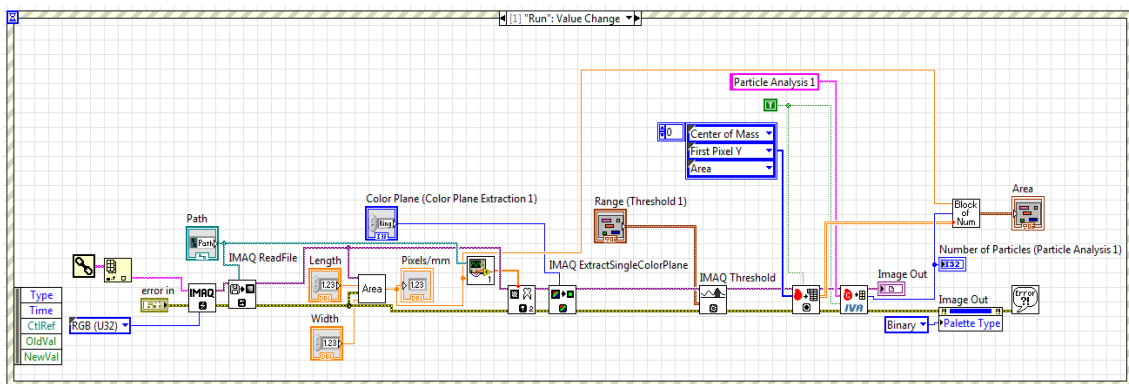


Fig. 2. Graphic code of a program



The resulting image file of the newsprint sample in the format «jpeg» is loaded into the program, which is composed of several elementary fundamental units. In this algorithm, the system works with files of pictures, rather than directly with the scanner, that in this case is limitation, in the future requiring its removal to extend functionality of the proposed solution.

The main stages of newsprint flaw recognition are presented as an algorithm (Fig. 3).

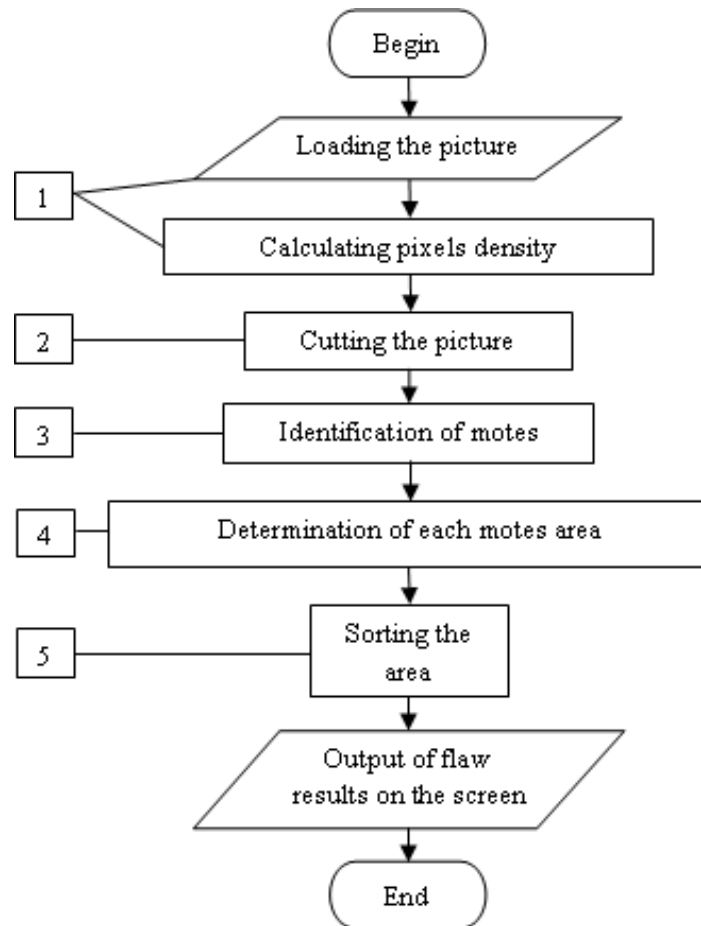


Fig. 3. Determination procedure algorithm of newsprint flaw

Next, we'll describe in more detail the contents of each stage represented by the above algorithm.

In the first stage, the address of the picture is specified, and the program loads the picture and outputs it on the screen. Further the linear dimensions are given in centimeters manually, and the program will automatically calculate the pixel density by the formula (Fig. 4). In the future picture loading and setting the linear dimensions will be performed automatically.

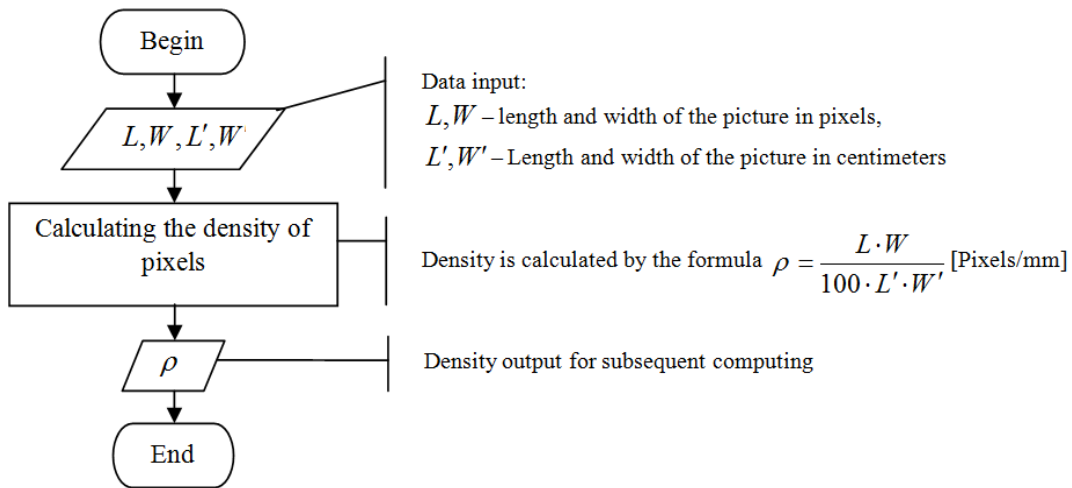


Fig. 4. Algorithm of calculating the pixels density

In the second stage, the program marks directly the sample of a newsprint on the loaded picture and cuts the remaining part, as the background behind the sample and the sample edge prevents flaw recognition (Fig. 5). It is possible that the paper sample has not been put in the scanner properly and therefore the frame of 0,5 mm is cut. The algorithm is presented in (Fig. 6).

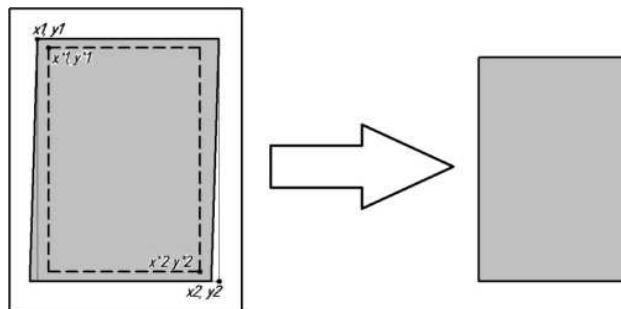


Fig. 5. Marking the paper sampling for subsequent analysis

In the third stage the notes are identified, by superimposing the multiple colour correcting filters for more clear contrast between the paper and the mote. In the fourth and final stages the serial number is assigned to each mote and its corresponding area is determined. To identify the notes the tool IMAQ Particle Analysis is used. After that the notes are sorted by the area according to GOST 13525.4-68, and the summary of data is displayed on the screen. Below the algorithm for sorting the notes for one area is given (Fig. 7) as in GOST 13525-68 there are many areas. For example: if we need to find the number of area notes of 0.3 mm, then Low will be 0,2, and Hi will be 0,3.

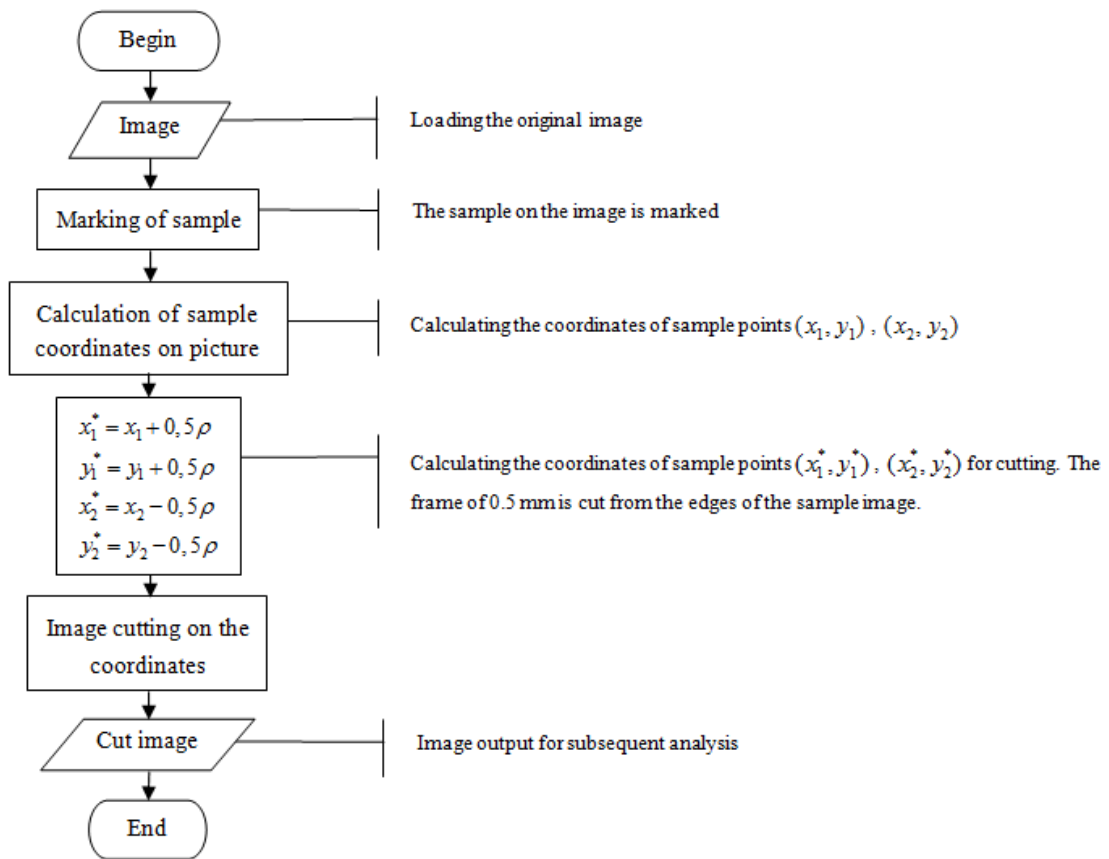


Fig. 6. Algorithm of picture cutting

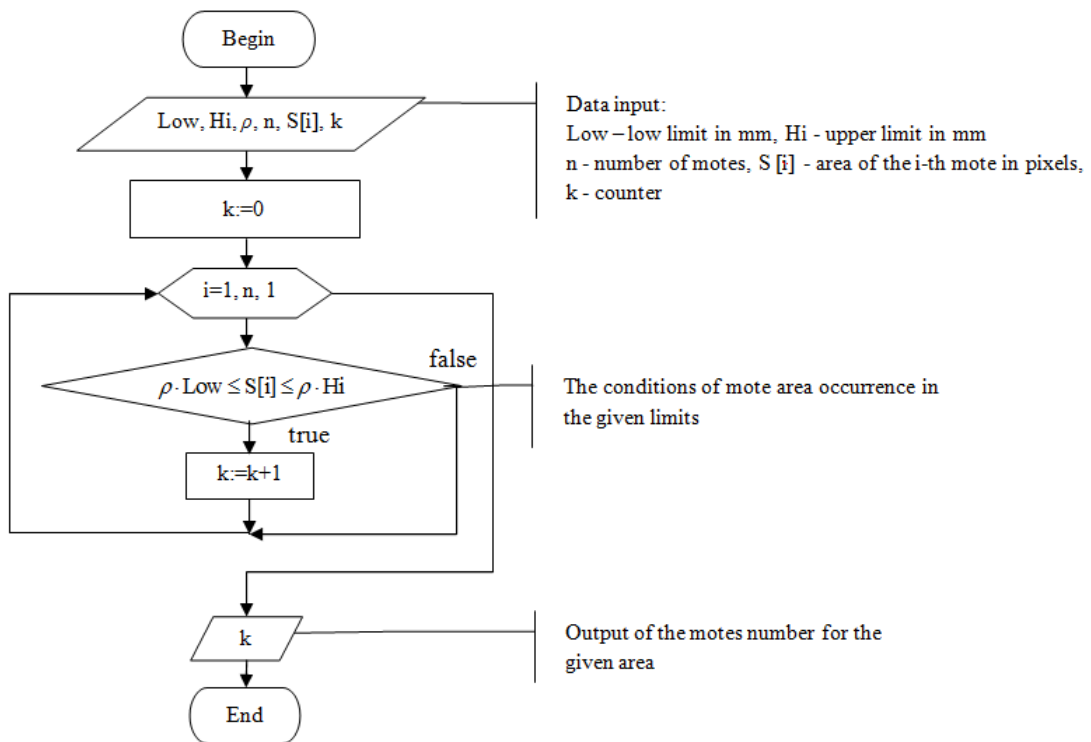


Fig. 7. Algorithm sorting of motes on modifiable parameter area

In accordance with this problem search for patents has been carried out and one Soviet patent has been found. This patent was received for device to determining the flaw of white and weakly coloured sheets of material, but the solution was not introduced into the pulp and paper mills due to its complexity and inefficiency [2]. In the pulp and paper industry definition the flaw is significant as the properties of paper affect the print quality. Roughness (smoothness) is a very important factor, on which printing properties of paper are depended. The more paper flaw, the greater the surface roughness. Basically effective smoothness of the paper is determined by its microrelief as macroroughnesses are suppressed during the printing process. This of course, does not refer to rough mechanical inclusions, which are not smoothed by printing, even in the case of very strong pressure of printing. Therefore, the increased paper flaw is not permitted. If the value of paper flaw goes beyond the norms provided by the technical requirements for the paper sorts, it is impossible to use the paper for certain purposes or it is difficult to use it by consumers, then the paper is rejected, and its negative properties are called defects [3].

Finally, it should be added that the automated quality control system based on the methods of pattern recognition requires its further elaboration extension of the program functionality and the hardware implementation.

### **Библиографический список**

1. GOST 13525.4-68. Bumaga i karton. Metod opredeleniya sornosti. [Paper and board. Method for the determination of flaw]. Intro 1970-01-01. – Moscow: Publisher standards, 2007. – 4 p.
2. Ustroistvo dlya opredeleniya sornosti belyh i slabookrashennyh listovyh materialov [Device for determining the flaw of white and weakly coloured sheetings]: pat. 261764, USSR / G.A. Kundzich, I.I. Zhornickiy. – 1970.
3. Stephanov Stephan. KompyuArt // CompuArt. – 2002. – No. 10. Retrieved from <http://www.compuart.ru/Article.aspx?id=15372> (3.11.2014).
4. Flyate D.M. Svoistva bumagi [Properties paper]. – Moscow: Timber industry, 1986. – 680 p.

## ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБЫ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Студенты А.В. Григорьева, Р.А. Туранский, Р.К. Шакиров,  
канд. техн. наук, доцент М.В. Песин

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Выявлены основные причины поломки бурильных труб. Рассмотрены методы упрочнения резьбы для повышения усталостной прочности. В качестве оптимального предложен метод поверхностно-пластического деформирования для увеличения прочности резьбового соединения бурильных труб.

**Ключевые слова:** резьба; упрочнение; поверхностно-пластическое деформирование.

## INCREASING FATIGUE STRENGTH THREAD MACHINE PARTS

Students A.V. Grigoreva, R.A. Turanskiy, R.K. Shakirov,  
Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor M.V. Pesin

Perm National Research Polytechnic University

The main causes of failure of drill pipe are identified. Methods of hardening of thread to improve fatigue strength are considered. The method of surface plastic deformation is proposed as the optimal.

**Keywords:** thread; hardening; surface plastic deformation.

Современные предприятия имеют высокую потребность в долговечном и качественном оборудовании, надежном инструменте и энергоэффективных технологиях. Для обеспечения продолжительной работы машин необходима высокоточная обработка соединений.

Наиболее распространенным видом разборных соединений являются резьбовые соединения. По различным оценкам они составляют около 70 % всех механических соединений [1].

В нефтяной промышленности резьбовые соединения являются технологически и экономически целесообразными для соединения бурильных труб. Основные причины этого – возможность разборки и хорошие свойства уплотнения. Резьбовое соединение бурильных труб показано на рис. 1.



*a*

*б*

Рис. 1. Резьбовое соединение буровых труб:  
*a* – nipple-часть; *б* – муфтовая часть

На соединения типа «ниппель–муфта» действуют большие осевые нагрузки и крутящие моменты, динамические вибрации, изгибающие моменты. Помимо этого они подвергаются воздействию агрессивной среды. Все это ведет к разрушению резьбового соединения (рис. 2) и последующим авариям, вследствие которых затраты составляют от нескольких сотен тысяч до миллиона долларов США [2, 3]. Именно поэтому есть необходимость в повышении усталостной прочности резьбовых соединений.

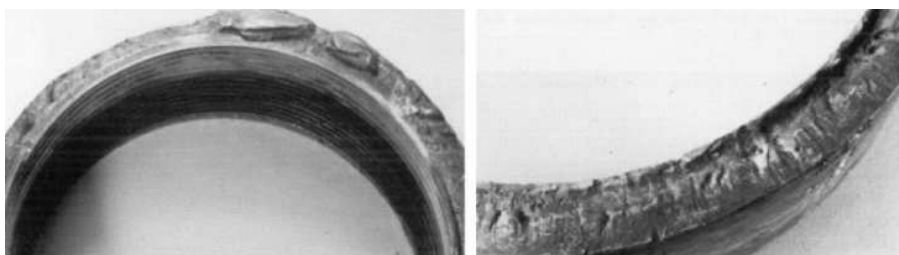


Рис. 2. Разрыв резьбы по впадине

Существует несколько методов упрочнения резьбовых соединений: метод плазменного упрочнения, химико-термического упрочнения, ультразвуковой прокатки и метод поверхностного пластического деформирования. Рассмотрим эти методы, проведем анализ и выберем наиболее подходящий.

В основе плазменного поверхностного упрочнения (рис. 3) лежит способность плазменной струи (дуги) создавать на небольшом участке поверхности высокие плотности теплового потока, достаточные для нагрева, плавления или испарения практически любого

металла. Основной физической характеристикой плазменного упрочнения является температурное поле, значение которого дает возможность оценить температуру в разных точках зоны термического воздействия (в разные моменты времени), скорость нагрева и охлаждения, а в конечном итоге – структурное состояние и фазовый состав поверхностного слоя материала [4].



Рис. 3. Пример плазменного упрочнения

В рамках проекта были проведены исследования в плазменном упрочнении замковой конической резьбы на переводнике бурильной колонны (рис. 4).

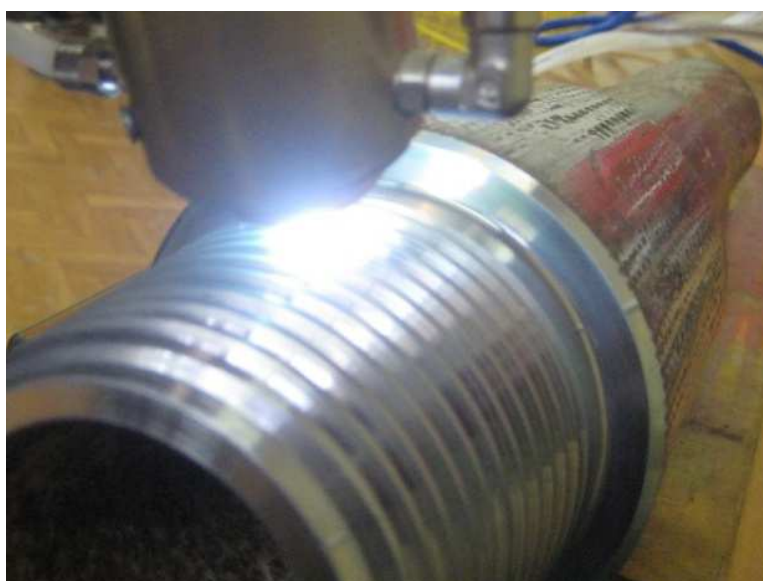


Рис. 4. Плазменное упрочнение замковой конической резьбы на переводнике бурильной колонны

При анализе химико-термического упрочнения выявлено повышение микротвердости поверхностного слоя и увеличение его коррозионной стойкости [5]. Однако проведенные исследования показали, что существенного увеличения усталостной прочности не наблюдается.

Процесс ультразвуковой прокатки имеет большую мощность по сравнению с обычной обкаткой резьбы. В результате ультразвуковой прокатки на поверхность впадины резьбы действует альтернативная сила с большой амплитудой и высокой частотой, благодаря которой наблюдается улучшение усталостной прочности резьбы. Однако этот метод достаточно затратный [6].

Широкое применение в настоящее время получил метод поверхностного пластического деформирования. Обработка методом ППД производится без снятия материала обрабатываемой заготовки и состоит в силовом контакте воздействующего инструмента на поверхность заготовки при их относительном движении. В результате происходит повышение долговечности и выносливости изделий вследствие выглаживания поверхностных микронеровностей (снижение шероховатости) и упрочнения поверхностного слоя (создание благоприятных сжимающих напряжений, повышение микротвердости и предотвращение появления усталостных трещин). Наиболее распространенными статическими методами ППД являются дорнование, выглаживание и обкатка, при которых осуществляется непрерывное контактное взаимодействие инструмента с заготовкой в процессе их взаимного относительного перемещения [7].

Исследования изменения параметров структуры в связи с остаточными напряжениями и сопротивлением усталости позволили сделать вывод, что между пределом выносливости и параметрами кристаллической структуры существует функциональная связь. Эти параметры могут быть критериями оптимизации упрочнения поверхностного слоя, средством контроля степени упрочнения и надежности технологического процесса финишной обработки. Также известно влияние прикладываемой силы на микро- и макроструктуру и свойства испытываемого материала [8].

Режимы отделочной, отделочно-упрочняющей и упрочняющей обработки для статических методов определяются номинальным давлением в зоне контакта инструмента и обрабатываемой поверхности детали, обеспечивающим требуемые величины контактного сближе-



ния инструмента и обрабатываемой поверхности. Определены зависимости режимов отделочно-упрочняющей обработки и радиуса обрабатывающего инструмента [9].

На данный момент широко распространены метод 3D-моделирования и метод конечных элементов при исследовании распределения остаточных напряжений в резьбовом соединении [10]. По данным анализа выявлены распределение контактного давления, распределения осевой нагрузки и концентрации напряжений. Построенная модель позволяет исследовать зависимость свойств резьбы от геометрических размеров и применяемых материалов. Такая модель может быть использована для оптимизации конструкций и повышения надежности резьбового соединения.

Отечественные и зарубежные стандарты в области нефтяного машиностроения содержат рекомендации по упрочнению впадин резьбы методом обкатки роликом. В Пермском национальном исследовательском политехническом университете совместно с ООО «Пермская компания нефтяного машиностроения» выполнено компьютерное моделирование процесса упрочнения впадины резьбы обкаткой роликом с использованием пакета *ABAQUS*. В процессе обкатки резьбы роликом (рис. 5) в приповерхностных слоях материала межвитковой впадины резьбы формируются области сжимающих напряжений, что приводит к упрочнению приповерхностного слоя и препятствует возникновению микротрещин.



Рис. 5. Обкатка резьбы буровой трубы роликами

Но в результате данного процесса в подповерхностных слоях материала резьбы могут формироваться области значительных растягивающих напряжений, что может приводить к возникновению внутренних микро- и макротрещин, приводящих к разрушению конструкции. Подбирая оптимальные параметры процесса (геометрия ролика и сила его прижатия), можно получать благоприятные для данной конструкции распределения остаточных напряжений [11].

Также для упрочнения резьбовых соединений бурильных труб создан стенд для упрочнения впадин резьбы бурильных труб. Пластическое деформирование впадин наружной конической резьбы осуществляется с помощью двух самоустанавливающихся роликов при действии радиальной силы, передаваемой с помощью гидросистемы от гидростанции. Сравнение результатов усталостных испытаний показало увеличение наработки обкатанного резьбового соединения над неупрочненным в 2,7...3,7 раза.

Таким образом, в результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- наиболее частой причиной преждевременного выхода из строя бурильных труб становится разрушение резьбового соединения «ниппель–муфта»;
- эффективным технологическим методом, повышающим усталостную прочность резьбовых соединений и имеющим минимальные затраты, является метод поверхностной пластической деформации;
- выполнено компьютерное моделирование процесса упрочнения впадины резьбы обкаткой роликом;
- создан стенд для упрочнения впадин резьбы бурильных труб.

### **Библиографический список**

1. Chumakov R. Optimal control of screwing speed in assembly with thread-forming screws // International Journal Manufacturing Technology. – 2008. – № 36. – P. 395–400.
2. Zhu X.-H. The parameter sensibility analysis for fishing box tap based on the overall process of elastoplasticity in oil and gas wells // Mathematical and Computer Modeling. – 2013. – № 58. – P. 1540–1547.
3. Macdonald K.A. Failure analysis of drillstrigs // Engineering Failure Analysis. – 2007. – № 14. – P. 1641–1666.

4. Песин М.В. Повышение надежности бурильных труб на стадии проектирования путем использования математического моделирования процесса упрочнения резьбовой поверхности // Экспозиция Нефть Газ. – 2013. – № 2(27). – С. 56–57.
5. Pesin M.V. Improving the Reliability of Threaded Pipe Joints // Russian Engineering Research. – 2012. – Vol. 32. – № 2. – P. 210–212.
6. Minglong Cheng, Deyuan Zhang, Huawei Chen. Development of ultrasonic thread root rolling technology for prolonging the fatigue performance of high strength thread // Journal of Materials Processing Technology. – 2014. – № 33. – P. 2396–2401.
7. Ежелев А.В. Анализ способов обработки поверхностно-пластическим деформированием // Fundamental Research. – 2012. – № 6. – С. 642–646.
8. Burkhanov G.S. Plastic Deformation Nonuniformity and Localization during Metal Forming // Russian Metallurgy (Metally). – 2012. – № 7. – P. 592–598.
9. Гуров Р.К. Определение условий отделочно-упрочняющей обработки поверхностно-пластическим деформирование статическими методами // Известия ЮЗГУ. Сер. Техника и технологии. – 2011. – № 2. – С. 8–12.
10. Guoqing Y. Three-dimensional Finite Element Analysis of the Mechanical Properties of Helical Thread Connection. // Chinese Journal of mechanical engineering. – 2013. – № 3. – P. 564–572.
11. Песин М.В. Научные основы моделирования процесса упрочнения впадины резьбы бурильных труб обкатыванием роликом // Экспозиция Нефть Газ. – 2013. – № 5(30). – С. 68–70.

# ПЕЧАТЬ ДОКУМЕНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

**Студентка И.В. Плебан**

Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Данная работа посвящена вопросу автоматизации процесса срочной печати документов с использованием терминала. Результатом работы будет автоматизированная система печати документов в Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева.

**Ключевые слова:** терминал; автоматизация; печать; документ; flash-накопитель; КузГТУ.

## DOCUMENT PRINTING AS AUTOMATION OBJECT

**Student I.V. Pleban**

Kuzbass State Technical University, Kemerovo

This article is dedicated to documents printing process automation issue with terminal use. As a result, automated documents printing system will be created in Kuzbass State Technical University.

**Keywords:** terminal; automation; printing; document; flash-drive; KuzSTU.

На данный момент мы можем наблюдать широкое распространение разнообразных терминалов: от различных платежных до фото-терминалов. И это неудивительно, ведь такой подход значительно облегчает работу с некоторыми системами. В качестве примера можно рассмотреть покупку билета на вокзалах. Использование терминалов совместно с традиционным способом обслуживания уменьшает очереди в кассах вокзала, а следовательно, уменьшает затраты времени на приобретение билета.

Терминал – это конечная часть некой системы, которая обеспечивает связь системы с внешней средой [1].

Терминал – одно из проявлений повсеместной автоматизации человеческой деятельности, явления, происходящего во множестве различных ее сферах.

Автоматизация – применение технических средств и специальных систем управления, частично или полностью освобождающих человека от непосредственного участия в процессе производства, получения, преобразования и т.п. энергии, материалов и информации [2].

Также стоит обратить внимание на разнообразные платежные терминалы, которые упрощают процесс совершения платежей. Платежный терминал – это аппаратно-программный комплекс, который обеспечивает прием платежей от физических лиц в режиме самообслуживания [3].

Платежные терминалы делят на два основных типа:

- платежные терминалы для помещений (бывают напольные, настенные, встраиваемые, настольные);
- уличные платежные терминалы (бывают настенные, встраиваемые и устанавливаемые как отдельно стоящие стойки) [3].

Поскольку терминалы могут устанавливаться практически везде, они получили такое широкое распространение.

Но на этом потенциал применения терминалов не заканчивается. Огромное количество социальных взаимодействий фиксируется каким-либо документом, в жизни каждого человека возникает необходимость в срочной печати. А так как услуга печати предоставляется ограниченным числом учреждений, то возникает проблема осложнения и понижения оперативности печати из-за необходимости поиска такого учреждения. Целью данной работы является создание такого программного обеспечения для терминала, который бы упростил и ускорил процесс печати документов.

Для достижения поставленной цели необходимо: спроектировать программное обеспечение, реализовать его и протестировать в рамках КузГТУ. Система автоматизации процесса печати документов на данный момент находится на стадии разработки (рисунок). Разрабатываемое программное обеспечение должно представлять собой настольное приложение, которое будет реализовывать печать документов со съемных носителей.

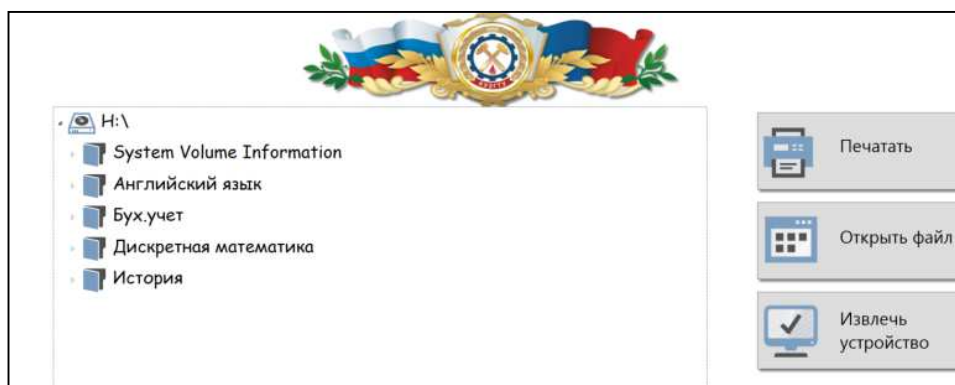


Рис. Главное окно приложения

Приложение должно обладать следующим функционалом:

- 1) разворачивание окна при обнаружении Flash-накопителя;
- 2) сворачивание окна при извлечении Flash-накопителя;
- 3) работа с банковскими картами (ввод номера карты для оплаты услуги);
- 4) печать нескольких документов без предварительного просмотра;
- 5) предварительный просмотр документа;
- 6) проверка наличия чернил;
- 7) сканирование документов;
- 8) постраничная печать документов;
- 9) печать нескольких копий документа.

Функциональные блоки приложения:

- 1) основное окно с деревом каталогов и файлов;
- 2) окно ввода данных банковской карты;
- 3) окно настройки параметров печати.

В главное окно приложения выводится информация о подключенных носителях, а также элементы управления, отвечающие за предпросмотр и печать документов основных форматов (текстовые файлы Word, электронная таблица Excel, изображения и электронные книги) на этих носителях. Информация выводится в виде дерева.

По завершении разработки системы планируется ее внедрение и тестирование в рамках КузГТУ. В результате такое приложение позволит не только ускорить и упростить процесс печати документов, но и минимизировать число ошибок, исключить необходимость задерживания в работе сотрудников, а также оно позволит получать большему количеству учреждений прибыль со срочной печати документов.

### **Библиографический список**

1. Терминал // Википедия – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Терминал>.
2. Автоматизация // Толковый словарь русского языка. – URL: <http://www.vedu.ru/expdic/40960/>.
3. Платежный терминал // Википедия – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Платежный\\_терминал](https://ru.wikipedia.org/wiki/Платежный_терминал).

# ФОРМИРОВАНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ В ОТРАСЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПОМОЩЬЮ ИННОВАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

**Магистр экономических наук, аспирант А.С. Соколова**  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

В данной статье рассматриваются вопросы формирования бизнес-модели в условиях глобальной конкуренции инновационными инструментами, приводятся классификации и факторы формирования бизнес-модели, исследуются бизнес-модели в различных отраслях экономики. На основе исследования предлагаются рекомендации по формированию бизнес-модели в отрасли информационных технологий.

**Ключевые слова:** формирование; бизнес-модель; инновационные инструменты; информационные технологии.

## DEVELOPING A BUSINESS MODEL WITH INNOVATIVE INSTRUMENTS IN TECHNOLOGICAL INDUSTRY

**Master of Economic Sciences, graduate student A.S. Sokolova**  
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

This article describes the process of formation of a business model with innovative tools in the face of global competition, classification of its factors. There are an exploration of business model in various industries and based on research recommendations on forming business models in the field of information technology.

**Keywords:** formation; business model; innovative tools; information technology.

Уникальная бизнес-модель является целью предприятий отрасли информационных технологий, находящихся в поисках своей ниши. Существуют 2 подхода к определению сущности понятия «бизнес-модель»:

- 1) ориентированный на бизнес-процессы/роли (подход, направленный внутрь предприятия);
- 2) ориентированный на ценность/клиента (подход, направленный на внешнее окружение предприятия).

Первый подход связан с рассмотрением деятельности предприятия с точки зрения бизнес-процессов и технологий (фокус внимания направлен внутрь предприятия). Второй подход предусматривает ориентацию на ценность, которую предприятие создает для внешних клиентов, а также на результаты деятельности.

Бизнес-модель тесно связана со стратегией, но не является тождественной ей. Это может быть представлено в виде простой формулы взаимодействия, предложенной М. Levy:

$$V = M \cdot S, \quad (1)$$

где  $V$  – Value (ценность),  $M$  – Model (бизнес-модель),  $S$  – strategy (стратегия).

Данное уравнение предполагает, что предприятие должно определить лучшие бизнес-модели для реализации стратегии. Бизнес-модель позволяет выработать единое представление о механизме работы предприятия. Она позволяет дать ответ на вопросы: что и как необходимо делать, чтобы достичь желаемого результата.

Инновационная бизнес-модель (5W+7S) формируется, исходя из целей развития предприятия, определяющих состав всех базовых компонентов:

- бизнес-функции, описывающие, что делает бизнес (What? –  $W_1$ );
- бизнес-процессы, описывающие, каким образом предприятие выполняет свои бизнес-функции (What way? –  $W_2$ );
- организационная структура, определяющая, где исполняются бизнес-функции, процессы (Strategy, structure, system, style, skills, stuff, showed value – 7S);
- фазы, определяющие, когда (в какой последовательности) должны быть внедрены те или иные бизнес-функции (When –  $W_3$ );
- роли, определяющие, кто исполняет бизнес-процессы (Who –  $W_4$ );
- процессы, инструменты, правила, определяющие связь между всеми составляющими данной методологической платформы (Why? –  $W_5$ ).

Исходя из базовых компонентов бизнес-модели в информационных технологиях, выделяют наиболее устоявшийся перечень атрибутов, которые бизнес-модель должна описывать: воздействия, инициирующие каждый шаг бизнес-процесса; исполнители каждого шага; воздействия, регламентирующие данный шаг; результат, получаемый на выходе конкретного шага бизнес-процесса. Форма представления бизнес-модели и базовые атрибуты должны определяться целями моделирования и принятой точкой зрения [2].



Исходя из целей предприятия, возможны различные виды бизнес-моделей, которые классифицируются по следующим признакам: в зависимости от направления развития бизнеса, по функциональной принадлежности, в зависимости от степени открытости бизнес-модели (рисунок).

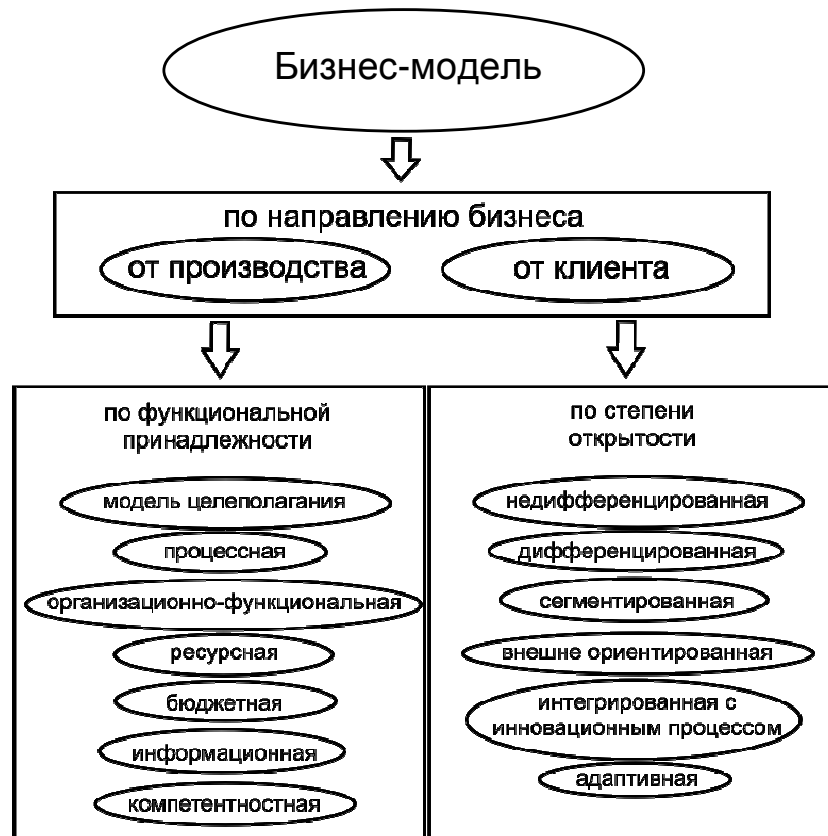


Рис. Классификация бизнес-моделей предприятия

Активный интерес к новым технологиям, в том числе в управлении предприятиями, проявляется в последнее десятилетие в большей степени. Переход к рыночным условиям выдвинул на первое место факторы успеха бизнеса с такими параметрами, как «качество», «цена», «время», и потребовал новых подходов к управлению в методологическом, техническом и технологическом аспектах, позволяющих достичь конкурентных преимуществ в области качества продукции, затрат предприятия, скорости и качества бизнес-процессов. Эффективное функционирование предприятия предусматривает переход к принципиально новой бизнес-модели – «от клиента», когда товар производится по запросу потребителя в соответствии с его пожеланиями (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная характеристика моделей «от клиента»  
и «от производства»**

Модель «от клиента»	Модель «от производства»
Отсутствует проблема сбыта товара: производится то, что востребовано клиентом и рынком	Производство товара, еще не востребованного рынком, сопряжено с появлением издержек – оплата услуг и товаров поставщиков, проценты по банковским кредитам
Более точно удовлетворяются потребности клиентов	Степень удовлетворенности клиента остается на низком уровне
Происходит улучшение движения финансовых ресурсов	Необходимость проведения специальных рекламных и маркетинговых кампаний, с целью побуждения клиента к покупке товара
Снижаются издержки, связанные с производством, перепроизводством и складированием	Необходимость складирования и транспортировки товара

Анализ проблемных вопросов моделей показывает на явное превосходство модели «от клиента». Систематизированная Н. Chesbrough классификация бизнес-моделей предполагает использование двух параметров, по которым различаются бизнес-модели: масштаб инвестиций, произведенных для поддержки бизнес-модели, и степень открытости бизнес-модели. Классификация включает шесть типов бизнес-моделей [1]. Подход к классификации бизнес-моделей Александра Кулижского предполагает рассмотрение бизнес-моделей различного уровня и назначения в рамках общего подхода к бизнес-моделированию (табл. 2).

Таблица 2

**Классификация бизнес-моделей А. Кулижского**

Модель	Описание
Модели стратегического анализа	SWOT, PEST, BCG, McKinsey и др
Модели стратегий	7S, модель конкурентных стратегий Портера, модель Shell, модель Хофера-Шендела и др.
Модели различных систем и подходов управления качеством, финансами, персоналом, и пр.	CRM, SCM, BSC, TQM, ISO, PMI, SCM, BPM, KPI, MBO, HRM, и т.д.
Референтные модели	Типовые отраслевые решения, которые могут служить примером для подражания
Сущностные бизнес-модели	Модель ценностной цепочки, модель Захмана, модель самообучающейся организации, архитектурные модели

В таблицах представлены бизнес-модели, относящиеся к различным отраслям экономики, проанализированные с точки зрения клиентоориентированности (табл. 3, 4, 5).

Таблица 3

Бизнес – модели в розничной торговле

Период	Наименование	Ключевые характеристики	Показатель	Доля, %
1960–1969 годы	Wal-Mart	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конкурировать только на рынках, которые легко завоевать</li> <li>2. Предоставлять неповторимую ценностную инновацию</li> <li>3. Оптимизация системы поставок</li> <li>4. Усовершенствование базы данных</li> <li>5. Изобретение ценностных инноваций, которые приносят устойчивое превосходство</li> <li>6. Максимальный ассортимент и минимальные, стремящиеся к оптовым ценам</li> </ol>	2,3,5,7,8	63
	Hyper market	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широкий ассортимент товаров (продуктовый супермаркет, универсальный магазин)</li> <li>2. Соблюдается принцип «продавать подешевле, чтобы продать побольше»</li> <li>3. Быстрообновляемые товарные запасы</li> <li>4. Большой объем закупок, осуществляемых на выгодных условиях</li> <li>5. Сокращение расходов на транспортировку товаров и эксплуатацию</li> </ol>	1,2	40
1970 1979 годы	Toys R Us	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкие цены</li> <li>2. Большая сеть магазинов</li> <li>3. Ставка на долю рынка (быстрый рост–прибыль)</li> <li>4. Постоянное изучение потребителей</li> <li>5. Создание иллюзии дешевизны</li> </ol>	1,2,4,5	80
	Home Depot	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широкая сеть строительных магазинов</li> <li>2. Принцип «сделай сам» с проведением мастер-классов для покупателей</li> <li>3. Качественное обслуживание</li> </ol>	2,3	67
XI век	IKEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип экономии при производстве продукции – доступные цены на товары</li> <li>2. 10 % своего десятитысячного ассортимента компания производит сама, остальное покупает</li> </ol>	1	67

Таблица 4

## Бизнес-модели в производстве

Период	Наименование	Ключевые характеристики	Показатель	Доля, %
1980–1989 годы	Intel	1. Внедрение результатов инновации 2. Масштабное производство 3. Индивидуальный подход к клиенту	3	30
	Dell Computer	1. Никаких запасов продукции 2. Считаться с мнением покупателя 3. Все продажи ведутся напрямую с покупателем	2,3	67
	Microsoft	1. Разработка собственных кодов силами высококвалифицированных штатных программистов 2. Недоступность исходных кодов для пользователей 3. Социальная политика в компании 4. Предоставление пользователям бесплатной технической поддержки	4	25

Таблица 5

## Бизнес-модели в интернет-торговле и информационных технологиях

Период	Наименование	Ключевые характеристики	Показатель	Доля, %
1980-1989 годы	Half.com	1. Посредник между продавцом и покупателем (модель P2P) 2. Привлечение партнеров		0
	eBay	1. Посредник между продавцом и покупателем 2. Большое число покупателей 3. Большое число продавцов 4. Индивидуальный подход к клиентам 5. Мультипликационный эффект	4	20
	Amazon.com	1. Удобство выбора и покупки товара 2. Простота процесса покупки 3. Скорость 4. Информация, помогающая при принятии решения 5. Широкий выбор 6. Низкая цена 7. Надежность обработки заказа	1,2,3,4,6,7	86
	dot-coms	1. Посредник между продавцом и покупателем 2. Низкая стоимость привлечения заемного и инвестиционного капитала		0

Период	Наименование	Ключевые характеристики	Показатель	Доля, %
XI век	Google	1. Поисковый аппарат с большим количеством инструментов 2. Удержание потребителей с помощью новых дополнительных сервисов 3. Привлечение партнеров 4. Площадка для размещения рекламы	1,2	50

Исследование показало, что наиболее успешные модели направлены на удовлетворение потребностей потребителя и показатель клиентоориентированности в них высок. Многие компании в настоящее время при построении бизнес-моделей используют принципы бенчмаркинга, основываясь на опыте функционирования успешных компаний и тем самым занимают стабильную позицию на рынке.

При формировании бизнес-модели в отрасли информационных технологий ключевым фактором формирования должна быть ориентированность на модель «от клиента», сегментированную, с высоким показателем клиентоориентированности.

### Библиографический список

1. Бизнес-модель – определение, эволюция, классификация. – URL: <http://finexpert-training.ru/URL:www.finexpert-training.ru/index.php?ID=152&articleID=358> (дата обращения: 5.10.2014).
2. Фролова Л.В., Кравченко Е.С. Формирование бизнес-модели предприятия / Центр учебной литературы. – Киев, 2012. – 384 с.

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ В МНОГОФАЗНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Магистрант А.В. Сорин

Астраханский государственный технический университет

В данной статье представлены и рассмотрены различные эффекты, применение которых в многофазных измерениях, таких как поток нефти, может привести к появлению дополнительных возможностей в построении расходомеров на основе еще не изученных физических явлений.

**Ключевые слова:** автоматизация; расходомеры; многофазные потоки; измерения.

## ALTERNATIVE METHODS MULTIPHASE METERING

Undergraduate A.V. Sorin

Astrakhan State Technical University

In this article presents and discusses various effects, for use in a multiphase measurements, such as the flow of oil may lead to additional opportunities in building flowmeters based has not yet been studied physical phenomena.

**Keywords:** automation; flow meters; multiphase flow; measurement.

Среди современных технологий измерения потока нефти, газа и воды без предварительного разделения фаз находятся многофазные исследования скважин. Во многих случаях они дают более точное представление о расходных параметрах потока в динамических режимах и особенно эффективны для газоконденсатов и тяжелых нефтей, где традиционные способы измерений не пригодны из-за трудностей в сепарации фаз.

Многофазный расходомер – устройство для бессепарационного измерения дебита многофазной продукции нефтегазодобывающей скважины.

Жидкость, поступающая из нефтедобывающей скважины, в чистом виде не является нефтью. Она представляет собой смесь нефти, воды и газа. В зависимости от скорости течения смесь может образовывать различные виды потоков, в которых встречаются пузырьки, пробки и даже разнонаправленные течения. Измерить объем такой жидкости традиционными методами невозможно в связи с недостаточной адекватностью и точностью измерений [2].

Но, в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005 учет сырой нефти должен вестись на постоянной основе, на каждой из скважин, с точностью от 2,5 до 15 % в зависимости от обводненности. Существуют два способа учета нефти – сепарируя или не сепарируя дебит скважины. Сепарационные расходомеры имеют значительные ограничения по объему, вязкости, скорости и другим физическим свойствам потока и не могут проводить измерения в режиме реального времени. Также они требуют врезки в трубопровод и имеют движущиеся части и сужения внутри трубы, а следовательно, имеют необходимость их периодического обслуживания, очистки и поверки, что сказывается на точности измерения.

В настоящее время разработаны и даже внедрены в производство несколько типов многофазных расходомеров, работающих на самых разных физических эффектах. Например, компании Schlumberger и Framo Engineering совместно разработали многофазный расходомер, построенный на сочетании трубы Вентури и гамма-фракциомера. Данная технология получила название Vx. А метод стал называться денситометрией, так как поток многофазной смеси, проходя через трубу Вентури, облучается гамма-лучами для определения спектрального состава потока (в зависимости от количества поглощенного излучения строится модель потока, которая затем обрабатывается в информационно-вычислительном комплексе).

Другой метод определения покомпонентного расхода многофазной смеси основан на акустических принципах измерения концентрации и скорости течения потока.

Существует также еще несколько многофазных расходомеров, использующих различные эффекты (эффект Доплера).

Но помимо существующих и применяемых физических эффектов и явлений можно применить и другие, альтернативные. Каждый эффект уникален и позволяет по-своему подойти к решению задачи многофазного измерения.

В методическом материале С. Денисова «Список физических эффектов и явлений» приведено их множество с краткой их аннотацией. Изучая данный список, пришли к выводу, что потенциальные эффекты и явления можно применить на практике по измерению многофазного потока. Ниже приведем список и описание этих эффектов и явлений.

**Акустомагнетоэлектрический эффект.** Хорошо известно, что, когда акустическая волна распространяется через проводник, он сопровождается передачей энергии и импульса проводящих электронов. Это называется акустоэлектрическим эффектом. Изучение акустоэлектрического эффекта в объемных полупроводниках получило большое распространение. Недавно Менса исследовал этот эффект в сверхрешетке. Можно отметить, что интерес к наблюдениям этого эффекта в мезоскопических структурах вырос. Однако при наличии магнитного поля акустические волны, распространяющиеся в проводнике, могут производить другой эффект, который называется акустомагнетоэлектрическим (АМЭ) эффектом. Акустомагнетоэлектрический эффект создает АМЭ-ток (если образец коротко замкнут в продольном направлении) или АМЭ-поле, когда образец помещен в магнитное поле напряженности  $H$  несущей акустической волны, распространяющейся в направлении, перпендикулярном к напряженности  $H$ .

Акустомагнетоэлектрический эффект был впервые теоретически описан Гринбергом и Крамером для биполярных полупроводниковых проводников и наблюдался экспериментально на примере висмута ученым Ямадой. Сегодня наблюдается все больше и больше интереса к изучению и раскрытию данного эффекта, например, в монополярных полупроводниках и в кейн-полупроводниках. В данном образце висмута было замечено, что акустомагнетоэлектрический эффект возникает в основном потому, что время релаксации электронов  $\tau$  зависит от энергии, и при  $\tau = \text{константа}$  эффект исчезает. Как и в классическом магнитном поле эффект существует также и в случае квантованного магнитного поля. Недавно Д. Маргулис и А. Маргулис изучали квантованный акустомагнетоэлектрический (КАМЭ) эффект с помощью звуковых волн Рэлея.

**Эффект Доплера–Физо.** Эффект Доплера – изменение длины волны (или частоты) энергии в форме волн, например, звук, свет, в результате движения источника или приемника волн; эффект назван по имени австрийского ученого Кристиана Доплера, который продемонстрировал данный эффект для звука. Если источник волн и приемник приближаются друг к другу (из-за движения одного или обоих), частота волн будет увеличиваться и длина волны будет короче – звуки будут становиться все выше, а свет станет ближе к синему диапазону частот [1]. Если отправитель и получатель отдаляются друг от



друга, то звуки станут ниже и появится свет в красном диапазоне частот. Типичным примером является внезапное понижение тона железнодорожного свистка, когда поезд проходит стационарное прослушивание. Эффект Доплера в отражение радиоволн используется в радиолокационной станции (РЛС) для определения скорости объекта под наблюдением. В астрономии эффект Доплера для света используется для измерения скорости (и косвенно расстояния) вращения звезд и галактик вдоль направления взгляда. В спектре почти у каждой звезды есть свои длины волн, характерные для атомов, которые расположены рядом, но не вполне совпадающие в одном диапазоне с длинами волн, измеренными в лаборатории. Небольшие отклонения или смены, как правило, бывают из-за относительного движения небесных объектов и Земли.

**Ик-спектроскопия.** Этот метод анализа основан на записи инфракрасных спектров поглощения вещества. Поглощение веществом в области инфракрасного излучения происходит за счет колебаний атомов в молекулах. Колебания подразделяются на валентные (когда в ходе колебания изменяются расстояния между атомами) и колебательные (когда в ходе колебания изменяются углы между связями). Переходы между различными колебательными состояниями в молекулах квантованы, благодаря чему поглощение в ИК-области имеет форму спектра, где каждому колебанию соответствует своя длина волны. Понятно, что длина волны для каждого колебания зависит от того, какие атомы в нем участвуют, и, кроме того, она мало зависит от их окружения. Следовательно, для каждой функциональной группы (C=O, O-H, CH<sub>2</sub> и пр.) характерны колебания определенной длины волны, точнее говоря, даже для каждой группы характерен ряд колебаний (соответственно и полос в ИК-спектре). Именно на этих свойствах ИК-спектров основана идентификация соединений по спектральным данным.

Подводя итог описаниям каждого эффекта/явления, можно добавить, что подробное и последовательное изучение потенциальных методов исследований, описанных выше, может привести к серьезным результатам в сфере приборостроения, что является положительным сдвигом многофазных измерений. Ведь прибор, в нашем случае это многофазный расходомер, спроектированный и построенный альтернативным методом, является отличным примером того, что не только существующие методы имеют право на существование.

Использование данных эффектов/явлений позволит в научной работе раскрыть творческий потенциал студента/аспиранта и с успехом начать серьезную научную работу.

### **Библиографический список**

1. Денисов С. Список физических явлений и эффектов: справочник. – Горький: Изд-во ГНУНТТ, 1979. – 166 с.
2. Эволюция измерений многофазных потоков и их влияние на управление эксплуатацией // Э. Тоски, Э. Окугбайе, Б. Тювени, Б.В. Хансен, Д. Смит // Нефтегазовое обозрение. – 2003. – С. 68–77.
3. Метод и особенности технической реализации информационно-измерительной системы определения расхода, фазового состава и структуры течения многофазной смеси // Вестник УГАТУ. – 2012. – Т. 16. – № 1 (46). – С. 172–180.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ»

**Магистрант Н.А. Софин,  
канд. техн. наук, доцент М.В. Кавалеров**  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Выполнен очередной этап модернизации программного обеспечения лабораторного стенда «Модель вентиляционной системы». Теперь реализована возможность управления заслонкой с помощью шагового двигателя. Выполнен ПИ-регулятор для управления заслонкой. Это позволяет обеспечить управление воздушным потоком с помощью положения заслонки.

**Ключевые слова:** вентиляционная система; Arduino, программирование; C#; пользовательский графический интерфейс; шаговый двигатель.

## SOFTWARE UPGRADE OF THE LABORATORY STAND «VENTILATION SYSTEM MODEL»

**Undergraduate student N.A. Sofin,  
Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor M.V. Kavalero**  
Perm National Research Polytechnic University

The next stage of software upgrade of the laboratory stand "Ventilation system model" is implemented. It is now possible to control a damper using a stepper motor. PI controller is implemented for the damper. This enables control of air flow through the damper position.

**Keywords:** ventilation system; regulators; Arduino; programming; C#; graphical user interface; stepper motor.

Для выполнения лабораторных работ по дисциплинам, связанным с локальными системами управления, программированием контроллеров и разработкой пользовательского интерфейса, ранее был сконструирован стенд «Модель вентиляционной системы». На данном этапе решается задача модернизации программного обеспечения стенда. Лабораторный стенд (рис. 1) представляет собой систему воздухопроводов, соединяющих два нагнетающих вентилятора с двумя вентиляторами на холостом ходу, которые вращаются под действием воздушного потока и исполняют роль датчиков расхода воздушного потока. Скорость вращения отключенных вентиляторов измеряется за счет частоты срабатывания герконов под действием

магнитов, закрепленных на лопастях этих вентиляторов. На каждом воздуховоде имеются заслонки, которыми можно перекрывать воздуховоды, а также задавать возмущающие воздействия на системы регулирования воздушных потоков (рис. 2).

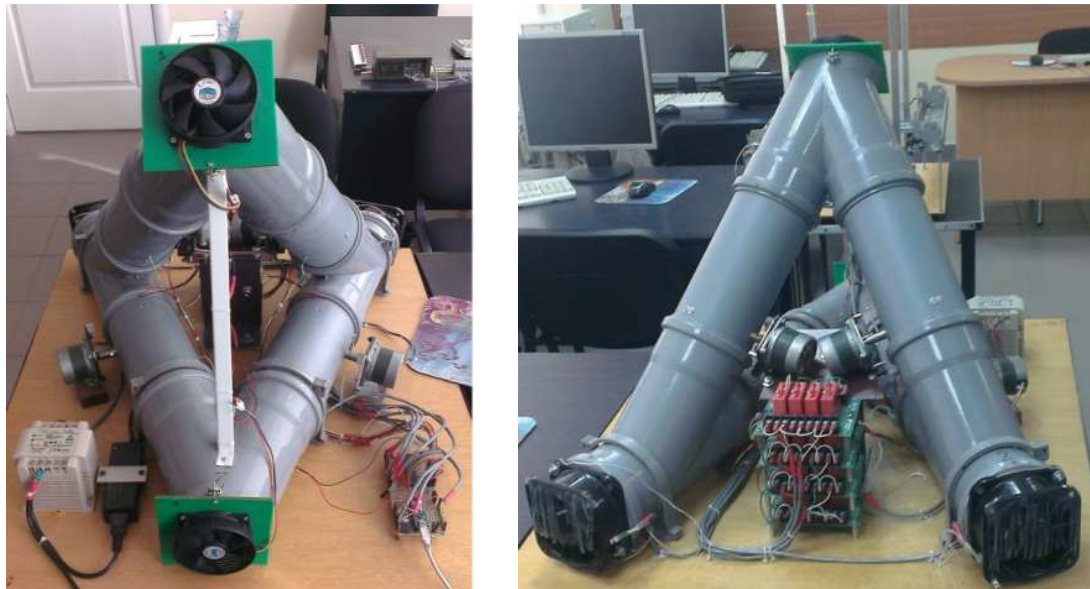
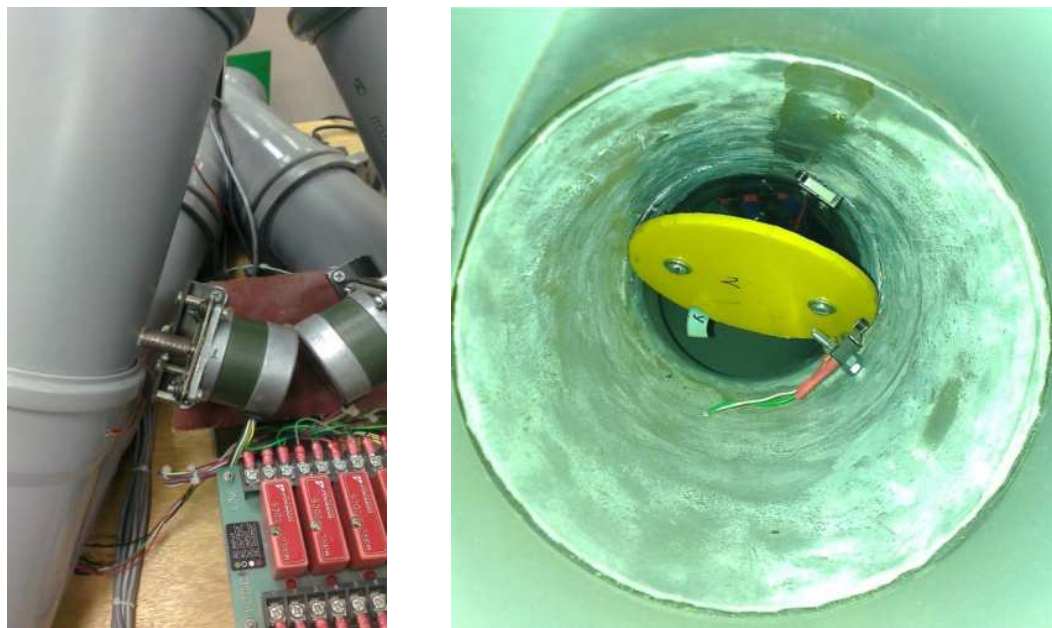


Рис. 1. Внешний вид лабораторного стенда



*a*

*б*

Рис. 2. Внешний вид шагового двигателя (*a*); расположение заслонки внутри воздуховода (*б*)

В результате на данном стенде можно исследовать системы автоматического регулирования, в том числе связанные системы, что достигается открытием заслонок, обеспечивающих перекрестные соединения воздушных потоков. Кроме того, данный стенд является удобным полигоном для изучения особенностей программирования для систем управления, в частности, программирования контроллеров и разработки графического интерфейса с пользователем.

Разработана базовая программа для контроллера, которая выполняет следующие функции:

- измерение оборотов отключенных вентиляторов, выступающих в роли датчиков, которые дают информацию о расходе воздушного потока;
- регулирование положения заслонок, которые управляются шаговыми двигателями, например, с целью регулирования воздушного потока;
- ручное позиционирование заслонок (по команде оператора за счет средств графического интерфейса верхнего уровня).

Представленные фотографии (рис. 2) поясняют конструкцию заслонок. В качестве основного контроллера для стенда используется контроллер Arduino Nano. Программирование контроллера осуществляется на Си-подобном языке в специальной среде разработки [1]. Для расчета числа оборотов была использована библиотека Wounce [2]. Для автоматического регулирования положения заслонки в базовой (начальной) программе используется ПИ-регулятор с возможностью настройки его коэффициентов. Схема лабораторного стенда представлена на рис. 3, где символами ШД обозначен шаговый двигатель с 1-го по 4-й.

Для управления стендом была разработана специальная система команд строкового типа. Ее суть заключается в следующем: с персонального компьютера посылается строка, и если она совпадает с одной из заранее записанных в контроллер, то будут выполняться необходимые действия. Основные команды из данной системы команд:

- 1 шаг вперед/1 шаг назад для 3-го шагового двигателя – SF3#/ SB3#;
- отправка текущего положения заслонки 3-го шагового двигателя – GetSM3#;
- установка вручную желаемого положения (в процентах) для 3-й заслонки – 3M60#;

- установка желаемого числа оборотов для 1-го/2-го вентилятора – FC128#/ SC128#;
- установка настроек регулятора: P3# – пропорциональный, I0.001# – интегральный, A3# – степень усреднения (используемая для уменьшения шумов).

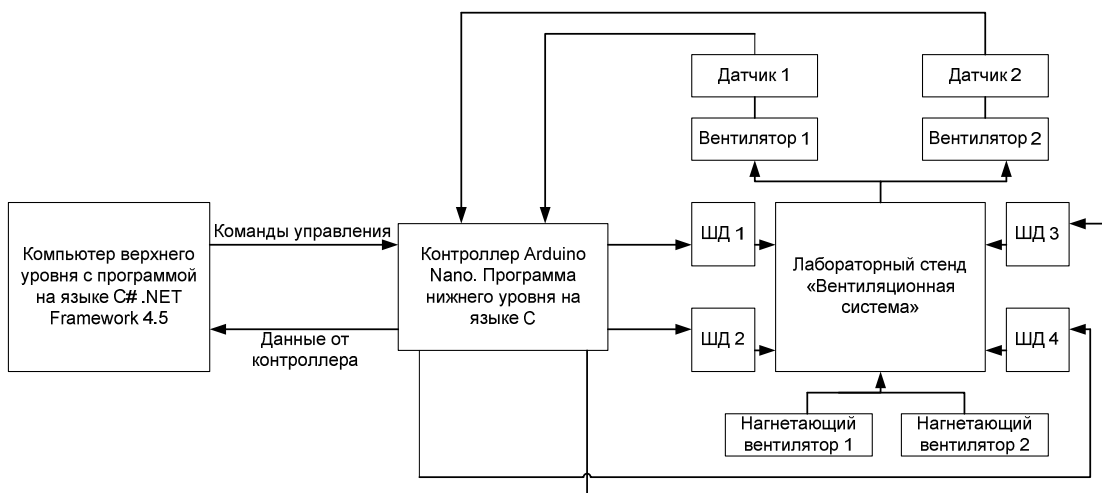


Рис. 3. Схема лабораторного стенда

Рассмотрим подробнее, как происходит управление шаговым двигателем. Шаговый двигатель используется без обратной связи (без информации о его положении), поэтому перед началом работы происходит возврат двигателя в начальное положение, и нулевое значение записывается в переменную (`Current_Position_StepMotor_3`), которая отвечает за хранения положения двигателя (заслонки). Здесь и далее названия переменных и прочие обозначения используются для примера 3-го двигателя и соответствующей заслонки.

Последовательность логических состояний входов шагового двигателя для движения в одну сторону приведена в качестве примера в таблице.

#### Последовательность импульсов для шага вперед

Номер шага	0-й вход	1-й вход	2-й вход	3-й вход
0	1	0	0	0
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1

Однако для удобства позиционирование заслонки (двигателя) осуществляется в процентах от всего допустимого диапазона движения двигателя (примерно 90 град). В частности, на Arduino с верхнего уровня отправляется команда, содержащая в себе процент закрытия заслонки. В программе Arduino этот процент переводится за счет линейного масштабирования в количество необходимых шагов двигателя, учитывая текущее положение двигателя, сохраненное в переменной `Current_Position_StepMotor_3`. Также реализуется линейная взаимосвязь между степенью открытия и степенью закрытия заслонки (в процентах). В частности, в режиме регулирования потока воздуха за счет заслонки ПИ-регулятор формирует именно степень открытия заслонки. Также в среде программирования Microsoft Visual Studio был разработан прототип графического интерфейса на языке C# (рис. 3).

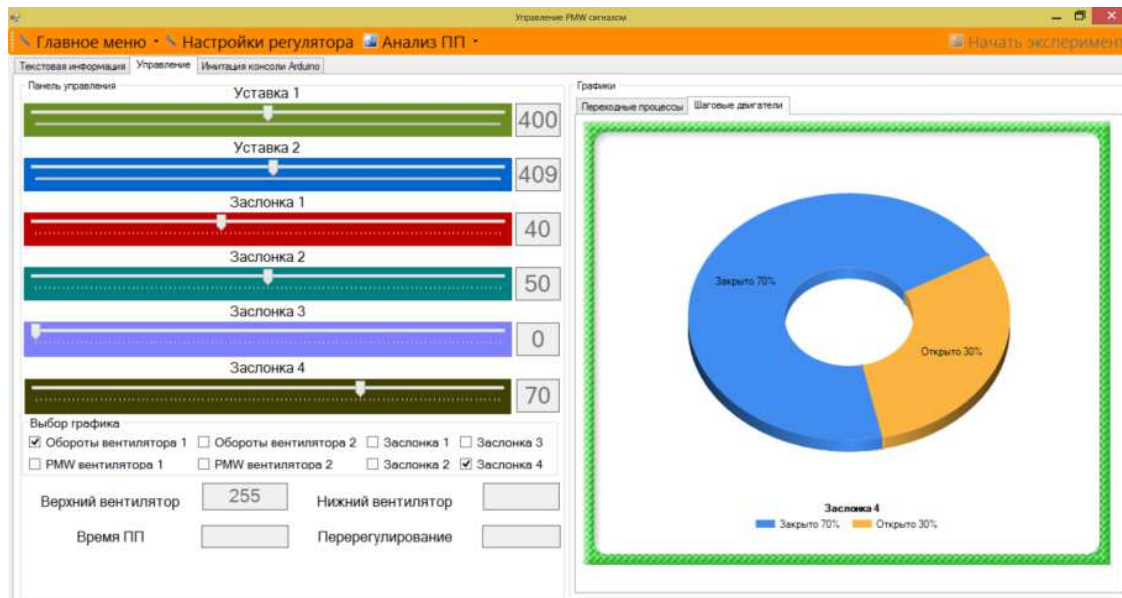


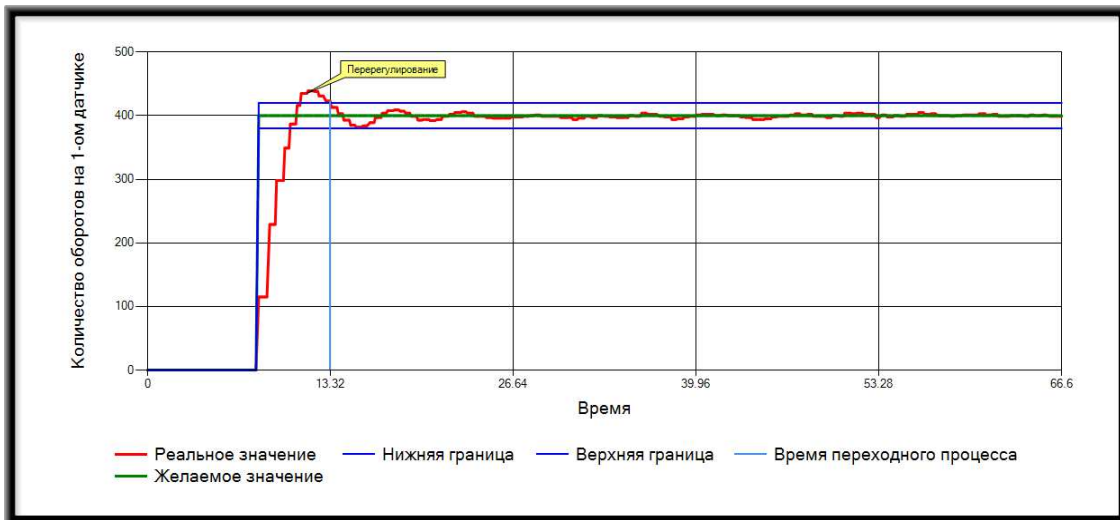
Рис. 3. Пример графического интерфейса программы

На данный момент программа верхнего уровня выполняет следующие функции:

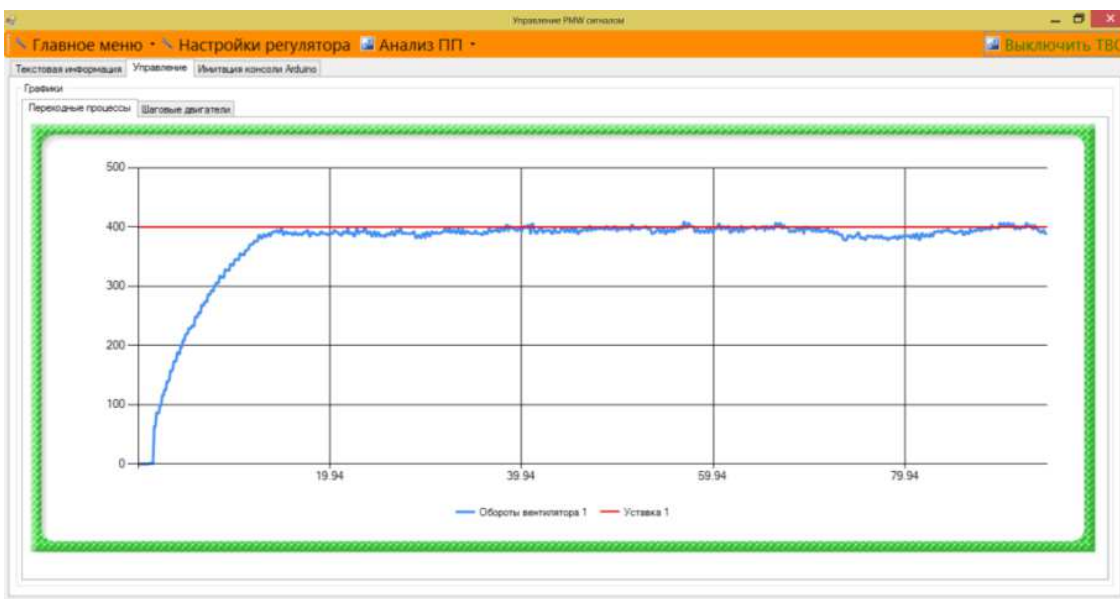
- 1) построение графиков зависимостей числа оборотов и управляющих сигналов на вентиляторах и заслонках;
- 2) различные взаимодействия с этими графиками: просмотр в диапазоне, прокрутка предыстории, центрирование;
- 3) автоматическое сохранение результатов эксперимента в файл и их последующая загрузка с целью просмотра и анализа графиков;
- 4) управление параметрами регуляторов.

На рис. 4 представлены примеры графиков переходных процессов, полученные в ходе реальных испытаний на стенде.

На рис. 4 можно наблюдать некоторые качественные различия переходных процессов на одном и том же воздуховоде при различных способах регулирования воздушного потока (с помощью частоты вращения вентилятора и с помощью управления заслонкой).



*а*



*б*

Рис. 4. Графики переходных процессов: *а* – частота вращения на 1-м датчике в случае использования ПИ-регулятора для управления частотой вращения 1-го нагнетающего вентилятора; *б* – частота вращения на 1-м датчике в случае использования ПИ-регулятора для управления степенью открытия заслонки между 1-м датчиком и 1-м нагнетающим вентилятором



Таким образом, на данном этапе модернизации программного обеспечения лабораторного стенда была реализована возможность управления заслонкой с помощью шагового двигателя. В частности, обеспечена реализация ПИ-регулятора, который изменяет степень открытости заслонки с целью достижения желаемого уровня воздушного потока в соответствующей части воздуховода. Также для этой функции реализована поддержка на уровне графического интерфейса верхнего уровня системы управления и сформировано дополнение к имеющейся системе команд для контроллера Arduino. Это открывает новые возможности для проведения учебных занятий, связанных с локальными системами управления, а также разработкой программного обеспечения систем автоматизации и управления.

### **Библиографический список**

1. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс] // Аппаратная платформа Arduino. – URL: [http://arduino.ru/Arduino\\_environment](http://arduino.ru/Arduino_environment) (дата обращения: 31.10.2014).
2. Arduino Playground – Bounce [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.arduino.cc/playground/Code/Bounce> (дата обращения: 31.10.2014).

## ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСКРОЯ-УПАКОВКИ НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 7.7

Аспирант И.С. Степаненко,  
канд. физ.-мат. наук, доцент Н.В. Семенчук  
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

Работа содержит ряд новых результатов по решению задачи раскроя-упаковки. В данной статье приводятся описание задачи и методы ее решения. Приведен алгоритм решения данной задачи применительно к процессу расположения готовой продукции на печатном формате, для офсетной типографии, с использованием платформы 1С: Предприятие 7.7. Полученные результаты применены в системе комплексной добычи данных о производстве изделия как часть модуля калькуляции плановой себестоимости выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** задача раскроя-упаковки; прямоугольный раскрой; расположение продукции на листе.

## EXAMPLE OF RESOLVING CUTTING AND PACKING PROBLEM USING 1C: ENTERPRISE 7.7 PLATFORM

Graduate student I.S. Stepanenko,  
Ph.D. of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor N.V. Semenchuk  
The Yanka Kupala Grodno State University

The article contains a number of new results about the resolving cutting and packing problem. The overview of this problem, methods of it resolving is provided. The algorithm of resolving this problem, in relation to process of product imposition, for offset printing house, using 1C: Enterprise 7.7 platform is provided. The results are used as a part of system for complex collection of product manufacturing data.

**Keywords:** cutting and packing problem; 2 Dimensional Bin Packing; product imposition.

Под задачами раскроя-упаковки (Cutting and Packing, C&P) понимается широкий класс задач. Все эти задачи объединяет необходимость установления определенного соответствия между двумя группами, как правило, больших (с размерами  $W_i$ ,  $L_i$ ) и малых объектов (с размерами  $w_i$ ,  $l_i$ ), для двухмерного случая, чтобы заданная целевая функция достигала экстремума.

Примерами задач, сводящихся к задачам раскроя-упаковки, являются следующие: раскрой/распил материалов; упаковка грузов в контейнеры; распределение ресурсов (кластеров) в глобальных

вычислительных сетях; составление графика выполнения работ; планировка зданий, помещений и др. Разнообразие моделей С&Р определяется, прежде всего, фактором геометрии. Различают задачи линейного (одномерного), прямоугольного (двухмерного) и параллелепипедного (трехмерного) раскроя-упаковки [1].

Среди этих задач выделяют гильотинный раскрой и упаковку. Гильотинными называют задачи, для которых допустимыми являются только сквозные линии разреза, параллельные кромкам материала.

Для задачи прямоугольной ортогональной упаковки в полубесконечную полосу (1.5 Dimensional Bin Packing, 1.5DBP) требуется на множестве допустимых упаковок рулона за минимальное время и с максимальным коэффициентом раскроя минимизировать длину занятой части полосы. Термин 1,5-размерной задачи ввел в 1980 г. А. Hinxman [2].

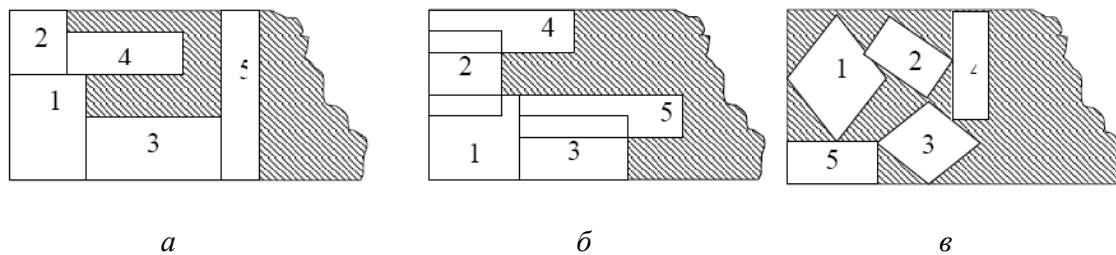


Рис. 1. Упаковки прямоугольников в полосу: *a* – допустимая ортогональная упаковка; *б* – недопустимая ортогональная упаковка; *в* – неортогональная упаковка

Для задачи, в которой используется лист с фиксированными сторонами прямоугольной формы, кроме ширины листа  $W$ , известна его длина  $L$  (класс 2 Dimensional Bin Packing, 2DBP), необходимо найти минимальное количество листов. В задачах параллелепипедной упаковки (3 Dimensional Bin Packing, 3DBP), если задан параллелепипед неограниченной длины ( $L \rightarrow \infty$ ), требуется на множестве допустимых упаковок за минимальное время и с максимальным коэффициентом раскроя минимизировать длину занятой части параллелепипеда. Если стороны параллелепипедов фиксированы, необходимо найти их минимальное количество.

Фундаментальные научные разработки в области решения задач раскроя-упаковки принадлежат Л.В. Кантаровичу и В.А. Залгаллеру [3]. Они рассматривали способы решения таких задач с точки зрения применения аппарата линейного программирования. Аналогичные

методы получили развитие в 60-е гг. за рубежом в работах P. Gilmore, R. Gomory [4], а позднее – G. Scheithauer, J. Terno [3].

Результаты дальнейших исследований в этой области отражены в работах Э.А. Мухачевой, А.Ф. Валеевой, И.П. Норенкова, Ю.А. Кочетова, В.М. Картак, А.С. Филипповой, А.В. Чиглинцева, И.В. Романовского, В.А. Кузнецовой и др. Задачи C&P, по сути, являются прикладными комбинаторными задачами исследования операций. Н. Гэри и Д. Джонсон показали, что задача одномерной упаковки в контейнер принадлежит классу NP-трудных (или NP-полных) проблем [4]. Как отмечено в [2], задачи упаковки и раскроя большей размерности не менее трудны. В связи с тем, что точные методы, основанные на полном переборе решений, не реализуемы при большой размерности данных, используют более эффективные методы сокращенного перебора:

- 1) метод ветвей и границ (и его модификации);
- 2) методы локального поиска и поиска с запретами;
- 3) метаэвристики.

Пример решения этой задачи, рассматриваемый в данной статье, реализован с помощью технологической платформы 1С: Предприятие 7.7 и используется в системе комплексной добычи данных о производстве изделия, для офсетной типографии\*.

На полиграфическом предприятии данная задача применяется в моменты расчета необходимого количества материалов для производства. Чаще всего на производстве используется метод гильотинной резки, т.е. метод, при котором печатный лист может быть разрублен неограниченное количество раз, однако каждая резка производится строго горизонтально или вертикально, и лист не может быть разрезан частично. В случаях, когда используемый материал хранится в рулонах, сначала рассчитывается необходимая длина печатного формата (задачи прямоугольной ортогональной упаковки в полубесконечную полосу), а уже после этого производится непосредственно упаковка. В некоторых случаях вообще невозможно будет применить раскрой материала, так как положение элементов на печатном формате будет продиктовано способом резки на готовые изделия: с помощью высечного пресса, лезвия которого имеют строго определенную конфигура-

---

\* Данная система успешно внедрена на предприятии ООО «Мастерпринт».

цию. В тех же случаях, когда пресс не будет применяться, используется следующий способ раскрытия печатного формата.

Пусть  $m$  – число видов продукции, необходимых к производству,  $k_i$  – тираж продукции  $i$ -го вида,  $n_i$  – количество продукции  $i$ -го вида, которое теоретически необходимо расположить на одном печатном формате, а  $n_i^*$  – количество продукции  $i$ -го вида, фактически расположенное на печатном формате, где  $i = 1..m$ . Пусть  $H$  – вертикальный размер печатного формата,  $W$  – горизонтальный размер печатного формата,  $h_i$  – вертикальный размер продукции  $i$ -го вида,  $w_i$  – горизонтальный размер продукции  $i$ -го вида, где  $i = 1..m$ .

Опишем процесс упаковки:

1) определяем количество объектов, которые можно разместить. Для этого вычисляем

$$n_i = \left[ \frac{HWk_i}{h_i w_i \sum_{i=1}^m k_i} \right], \quad i = 1..m .$$

Поскольку данная величина рассчитана, исходя из площади листа, то истинное количество размещенных на печатном формате объектов будет меньше либо равно рассчитанному, т.е.  $n_i \leq n_i^*$ ,  $i = 1..m$ ;

2) проверяем, чтобы размеры продукции каждого вида не превосходили размеры печатного формата, т.е.  $h_i \leq H$  и  $w_i \leq W$ , где  $i = 1..m$ ;

3) сортируем всю продукцию по ширине, от более широкой к менее, т.е.  $w_i \leq w_{i+1}$ ,  $i = 1..m - 1$ ;

4) берем продукцию первого вида и помещаем её в левый верхний угол;

5) берем следующую продукцию этого же вида, помещаем её в правый нижний угол, после чего перемещаем её влево, пока она либо не выйдет за пределы формата, либо не пересечет ранее размещенный продукт. После этого перемещаем её вверх и снова влево, и так до тех пор, пока будет возможность её сдвинуть. Повторяем эти операции для всей продукции этого вида, как показано на рис. 2;

б) отмечаем вертикальные линии, по которым впоследствии будет производиться резка. Они будут проходить по правому краю каждого получившегося столбца;

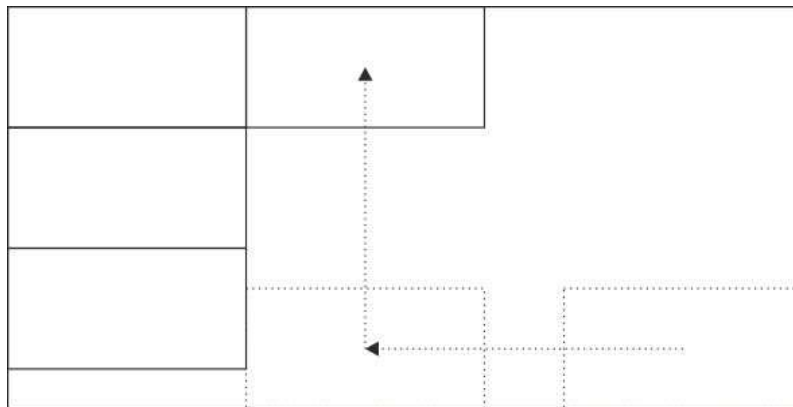


Рис. 2. Процесс упаковки продукции  $i$ -го вида на печатном формате

7) теперь определяем области печатного формата, в которых будет производиться дальнейшая упаковка, они заключены между линиями разреза и в оставшейся части печатного формата, как показано на рис. 3;

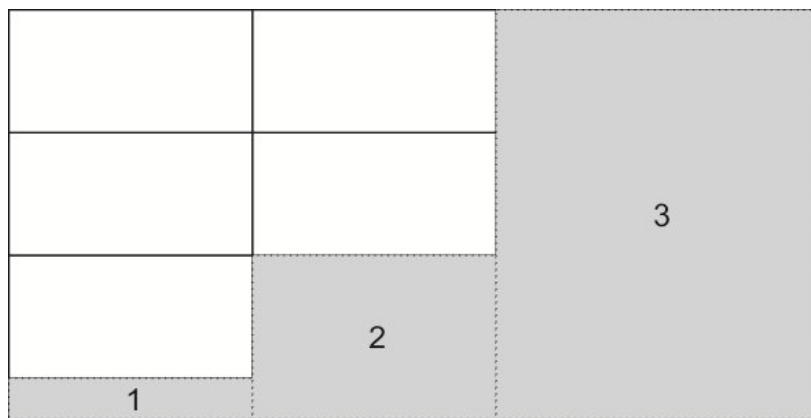


Рис. 3. Отображение областей, в которых будет производиться дальнейшая упаковка, с границами, пересечение которых недопустимо в связи с особенностями резки

8) теперь для каждой области проделываем ту же операцию, используя продукцию того же вида, повернутую на  $90^\circ$ , если необходимое количество элементов еще не размещено, либо используем продукцию следующего вида. Повторяем процесс, пока либо не будет размещена продукция всех видов, либо свободных участков не будет хватать для размещения какой-либо продукции;

9) берем фактическое число продукции каждого вида и рассчитываем, сколько печатных форматов необходимо для производства тиража, а также количество продукции, производимое сверх необходимого количества;

10) сохраняем результаты. Переворачиваем всю продукцию, и производим повторный расчет;

11) из двух полученных результатов выбираем лучший и сохраняем его. Ввиду небольшой размерности можно повторить все шаги, начиная с 4-го пункта, поочередно изменив количество продукции, которую необходимо разместить, на 1 в большую или меньшую сторону.

Как показывает практика, можно повторять расчеты несколько раз, так как обычно используется не более 3 видов продукции, а чаще всего используется только 1 вид. Часто нет возможности вращать продукцию из-за направления волокон бумаги, в этом случае размерность задачи уменьшается.

Результаты работы модуля выводятся пользователю с помощью стандартного объекта 1С: Предприятие 7.7 – табличного документа. Результат работы программы применительно к разрезанию картона, упакованного в рулон, с шириной 50 см, при резке его на размоточной машине с шестерней диаметром 100 мм, приведен на рис. 4. В данном случае технолог видит, какие отходы получатся при таком способе резки и сколько печатных форматов можно получить с одного листа.

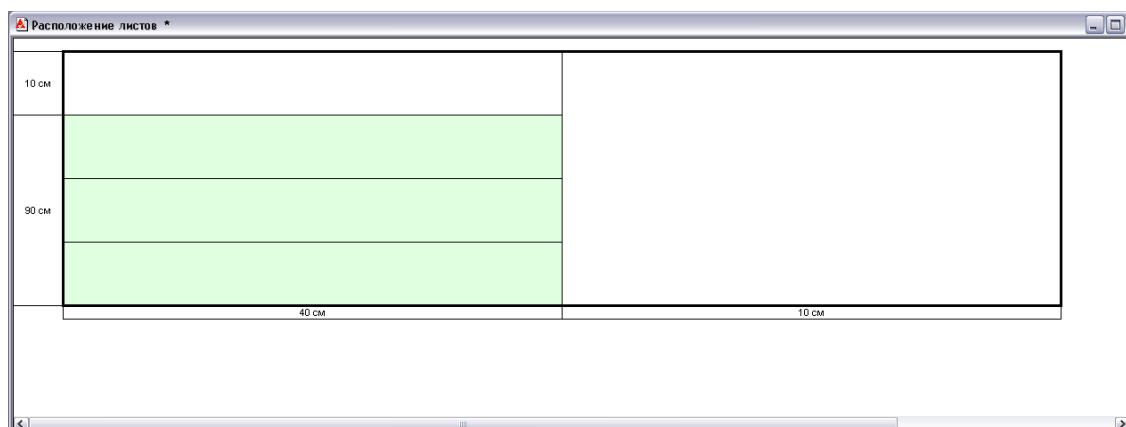


Рис. 4. Схематичное отображение разрезки форматов на печатные листы

При отрисовке результатов работы алгоритма применительно к размещению готовой продукции на печатном формате используется

тот же метод, только показываются дополнительные сведения: о необходимом количестве печатных листов, количестве продукции на печатном формате, перепечатке и т.д. Пример расположения готовой продукции двух видов одинакового размера 10×7 см, но с разным тиражом 600 и 15 000 шт представлен на (рис. 5).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	2	2	2		28.5 см					
2	2	2	2	2	2							
3												
4	39.3 см											
5												
6		Количество этикеток на изображении: 10										
7												
8		Общий тираж по всем нарядам: 15600										
9		1 Наряд 2763: Тираж: 600, Фактически будет напечатано: 1667, Размещено на изображении: 1										
10		2 Наряд 2765: Тираж: 15000, Фактически будет напечатано: 15003, Размещено на изображении: 9										
11		Всего необходимо листов на тираж: 1667										

Рис. 5. Схематичное отображение продукции на печатном формате

В случае, когда продукция имеет различный размер, и использование одной ячейки таблицы для отображения одного элемента сборки невозможно, размер ячеек уменьшается до такого размера, чтобы в процессе отрисовки их можно было бы сгруппировать, залить цветом и вывести пользователю на экран.

### Библиографический список

1. Hinxman A. The Trim-Loss and assortment problems: a survey // *European Journal of Operational Research*. – 1980. – № 11. – P. 863–888.
2. Мухачева А.С., Валеева А.Ф., Картак В.М. Задачи двухмерной упаковки в контейнеры: новые подходы к разработке методов локального поиска оптимума. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 193 с.
3. Канторович Л.В., Залгаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. – Новосибирск: Наука, 1971. – 299 с.
4. Scheithauer G., Terno J. About the gap between the optimal values of the integer and continuous relaxation one-dimensional cutting stock problem // *Oper. Res. Proc.* – Berlin: Springer-Verlag, 1991. – P. 439–444.
5. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982. – 416 с.



# **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА TPM И SMED НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА-НАДАДЧИКА ПРЕССА «FEINTOOL»**

**Ассистентка, аспирантка М.С. Трофимова,  
студент С.М. Трофимов**

Нижегородский государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматриваются применение на практике инструментов бережливого производства TPM и SMED, а также одна из основных проблем, с которыми сталкиваются предприятия, строящие свои производственные системы на основе бережливого производства.

**Ключевые слова:** бережливое производство; всеобщий уход за оборудованием; быстрая переналадка; локальная оптимизация.

## **RESEARCH OF EFFICIENCY OF THE INSTRUMENTS OF ECONOMICAL PRODUCTION TPM AND SMED ON THE EXAMPLE OF WORK OF THE OPERATOR- SERVICEMAN OF THE PRESS "FEINTOOL"**

**Assistant Lecturer, graduate student M.S. Trofimova,  
Student S.M. Trofimov**

Nizhny Novgorod State Technical University of R.E. Alekseev

In this article it is told about the practical application of instruments of economical production TPM and SMED, and also about one of the main problems which the enterprises building the production systems on the basis of economical production face.

**Keywords:** economical production; Total Productive Maintenance (TPM); Single-Minute Exchange of Dies (SMED); local optimization.

Среди множества инструментов бережливого производства для рассмотрения в данной статье были выбраны TPM и SMED.

«TPM» (Всеобщий уход за оборудованием) (англ. Total Productive Maintenance, TPM) – концепция менеджмента производственного оборудования, нацеленная на повышение эффективности технического обслуживания. Метод всеобщего ухода за оборудованием построен на основе стабилизации и непрерывного улучшения процессов

технического обслуживания, системы планово-предупредительного ремонта, работы по принципу «ноль дефектов» и систематического устранения всех источников потерь [1]. Нередко на производстве наблюдается следующая ситуация: происходит поломка оборудования, поломку устраняют, оборудование работает дальше. При этом никто не задумывается о том, насколько часто происходит такая поломка и в чем коренная причина ее возникновения. Концепция TPM подразумевает, в первую очередь, изучение причин периодически повторяющихся поломок с целью поиска и устранения причины возникающих поломок. В результате значительного снижения общей продолжительности простоев увеличивается общая эффективность использования оборудования и, как следствие, производительность.

«Быстрая переналадка» (Single-Minute Exchange of Dies (SMED) – быстрая смена пресс-форм) – один из многих методов бережливого производства, представляющий собой способ сокращения издержек и потерь при переналадке и переоснастке оборудования. Представляет собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования до 10 мин. Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы «быстрой переналадки» можно применять ко всем типам процессов [2]. По определению, время переналадки – время, прошедшее с выпуска последней годной детали предыдущей партии до выпуска первой годной детали следующей партии. Таким образом, деятельность по снижению времени переналадки сводится к следующему набору действий:

1. Разделение работ по переналадке на внутреннюю и внешнюю переналадку, а также на потери. При этом под внутренней переналадкой подразумеваются те действия, которые можно выполнить лишь при остановленном оборудовании (например, замена штампа), а под внешней – действия, которые можно выполнить во время автоматизированного производства деталей. Потерями являются те действия, которые не ведут к достижению цели, т.е. замены штамповой оснастки (например, поиск инструмента), и должны быть либо вовсе устранены, либо максимально сокращены (нельзя полностью устранить переходы, но сменив компоновку рабочей ячейки можно их максимально сократить).

2. Сокращение времени, затрачиваемого на внутреннюю и внешнюю переналадку. Причем, как бы парадоксально это не звучало, начинать следует именно с внешней переналадки. Как правило, у оператора-наладчика есть и другая выполняемая работа, а переход части работ из внутренней переналадки во внешнюю не снизит его нагрузку, поскольку теперь он будет делать то же самое, но при работающем оборудовании и в иной последовательности. Однако если в результате резкого снижения времени переналадок значительно была увеличена частота их проведения (с целью сократить запасы незавершенной продукции), занятость рабочего может значительно возрасти и превысить 100 %, что приведет к невыполнению плана. Соответственно, в первую очередь при снижении времени переналадки за счет разделения работ на внутреннюю и внешнюю переналадку и, как следствие, при увеличении общего количества переналадок необходимо пересчитывать загруженность оператора-наладчика. Во вторую очередь необходимо снижать продолжительность действий по внутренней переналадке за счет использования различных устройств и приспособлений, например, болты можно заменить на пневмо- или гидрозажимы или эксцентрики.

Рассмотрим, с какими именно проблемами пришлось столкнуться при исследовании работы оператора-наладчика. Работа организована следующим образом: рабочий проводит наладку оборудования, пресс начинает автоматизированное производство деталей, получаемые детали поступают в галтовочный барабан, где проходят операцию «галтовка», после чего отправляются на последующие этапы производства. Разумеется, по каждой детали требуется поддерживать запасы, которые будут использоваться на последующих этапах, пока производятся другие детали номенклатуры. Таким образом, по этим 8 типам деталей существуют запасы на 6 дней, в течение которых рабочий успевает осуществить 8 переналадок и пополнить запасы по каждой детали на ближайшие 6 дней. Переналадка длится более получаса (по регламенту на переналадку отводится 94,7 мин, при замере рабочий потратил 93'26"). Периодически происходят простои оборудования, в связи с чем не выполняется план. Наиболее часто простои случались из-за остановки транспортировочной ленты галтовочного барабана. При попадании в галтовочный барабан детали обрабатываются содовым раствором и абразивными элементами, при этом с деталей снимаются заусенцы и смывается масло. После обработки детали с помощью магнитного сепаратора извлекаются из галтовочного барабана, транспортируются

по ленте в транспортировочную тару и отправляются на последующие этапы производства. Однако детали попадают под транспортировочную ленту, что вызывает простаивание оборудования. Продолжать работу можно лишь после снятия ленты, извлечения деталей (ставших непригодными для последующих этапов) и установки ленты обратно. После установки по бокам ленты накладок детали перестали попадать под ленту, простои по этой причине полностью исчезли. Еще одна проблема, связанная с галтовочным барабаном, заключалась в следующем: из-за нерегламентированных концентрации соды в растворе и частоты смены этого раствора на поверхности деталей оставалось масло, и их возвращали с последующих этапов на повторное прохождение галтовки. Это также влияло на невыполнение плана, но проблема была решена путем эмпирического нахождения нужных концентрации и частоты смены раствора, что устранило возврат деталей.

Далее был исследован процесс переналадки. В сумме время переналадки составило 93'26". Однако только на ожидание крана была потрачена почти половина часа (1798'). Для борьбы с этой проблемой сначала стал использоваться электропогрузчик, но ожидания крана превратились в ожидания погрузчика, в связи с чем была изготовлена тележка для штампа. Теперь рабочий с помощью крана заранее перемещает требуемый штамп на тележку, а во время переналадки извлекает штамп из пресса на вторую тележку и устанавливает штамп с первой тележки. При этом не используются ни кран, ни погрузчик (выполняют другую работу). Только за счет этого переналадка стала длиться немногим более часа.

Несколько меньшим по результативности было следующее предложение: перенести стойку с мерительными инструментами к тому месту, где рабочий их использует. За счет перемещения стойки и визуализации инструмента (для каждого инструмента выделено и подписано конкретное место), время на перемещение и поиск инструмента было сокращено с 51 до 3 с.

При работе пресса из металлической ленты вырубается детали, которые затем сдуваются и попадают вместе с «выдрой» (отходами при прорубании отверстий) по склизу в защитный кожух, после чего детали отделяются от «выдры» и попадают в отдельную тару. Однако склиз на данном прессе был изменен по сравнению с заводской конструкцией, в связи с чем «выдра» стала попадать в пазы на нижней плите пресса. Из-за Т-образного строения пазов рабочий был вынужден тратить на извлечение «выдры» из пазов 417 с (почти 7 мин). По-

сле установки склиза, соответствующего заводской конструкции, «выдра» практически перестала попадать в пазы, и рабочий стал тратить около 5 с на контроль, что «выдры» действительно нет.

По итогам удалось сократить время переналадки пресса более чем в 1,5 раза, что снизило дни запасов деталей с 6 до 4. Общее количество времени, затрачиваемого на переналадку, не изменилось, за счет уменьшения времени переналадки увеличилось их общее количество. Именно для этого и создавался инструмент SMED: снизив время переналадки, максимально сократить запасы и увеличить количество переналадок.

Завершить статью хотелось бы выводом о «локальной оптимизации». Локальная оптимизация – основная проблема при использовании бережливого производства. Вместо поиска участка, где действительно тормозится производство, и улучшения работоспособности этого этапа производства проводятся повсеместные попытки улучшений, которые влекут лишь ненужные затраты и не увеличивают прибыль. Когда Деминг говорил о непрерывных улучшениях, он не имел в виду улучшения всегда и везде. Деятельность по улучшению нужна только тогда, когда она действительно увеличивает прибыль предприятия, иначе потраченные на эти улучшения средства не несут никакого дохода и не имеют смысла, ведь любая коммерческая организация создается для получения прибыли. Всегда существует лишь один участок, который имеет производительность ниже, чем все остальные, и улучшения именно на этом участке и только на нем дадут ожидаемый результат. Деятельность по исследованию рассмотренных рабочих мест не привела к увеличению производительности, при этом лишь снизились запасы и высвободилась часть места, на котором находятся запасы. Хочется верить, что высвободившееся место будет использовано по назначению и приведет к увеличению прибыли предприятия.

### **Библиографический список**

1. TPM (Total Productive Maintenance) [Электронный ресурс]: Энциклопедия производственного менеджера // Деловой портал «Управление производством». – URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/total-productive-maintenance.html> (дата обращения: 17.11.2014);
2. Быстрая переналадка [Электронный ресурс]: Википедия, 2014. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрая\\_переналадка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрая_переналадка) (дата обращения: 17.11.2014).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОЧЕНИЕМ\*

Студентка А.В. Филиппова,  
канд. техн. наук М.А. Прокофьев, канд. техн. наук М.В. Тимофеев  
Рыбинский государственный авиационный технический  
университет им. П.А. Соловьева

В работе представлены результаты исследований влияния подачи, скорости резания и других параметров технологического процесса на величину параметров шероховатости поверхности при точении. Сравнительный анализ показателей подтверждает, что выбор режимов резания оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности. Результаты испытаний дают основание использовать полученную зависимость для практического применения степенной зависимости параметра шероховатости Ra и Rz при токарной обработке от режимов резания. Определены возможности управления процессом механической обработки для обеспечения требуемых параметров точности и качества обработки.

**Ключевые слова:** режимы обработки; поверхностный слой; шероховатость.

## STUDYING OF THE CUTTING MODES INFLUENCE ON THE SURFACE ROUGHNESS WITH TURNING PROCESSING

Student A.V. Philippova,  
Ph.D. of Technical Sciences M.A. Prokofiev,  
Ph.D. of Technical Sciences M.V. Timofeev  
Rybinsk State Aviation Technical University name P.A. Soloviev

By the example of grinding the influence of delivery, cutting speed and other technological process parameters on the surface roughness value has been researched. The comparison of values proves the choice of cutting mode to have a significant influence on the processed surface quality. The dependency, acquired as a result of the experiment, enables a power dependence between surface roughness values – Ra, Rz and cutting modes to be used in practice. The possibilities in the managing of the processing for the provision of required accuracy and quality has been determined.

**Keywords:** machining conditions; surface layer; roughness.

---

\* Исследования выполнены в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (НИР №824 «Основы формирования допустимого уровня накопленной энергии в поверхностном слое деталей ответственных узлов машин, обеспечивающей требуемые эксплуатационные свойства»).

Качество деталей в машиностроении и приборостроении определяется допусками на размер, форму, взаимное расположение элементов детали и шероховатостью поверхности. Высота неровностей поверхностей влияет на неопределенность выполняемого размера детали. При общей тенденции ужесточения допусков на размер и форму деталей возрастает доля влияния шероховатости и волнистости в указанных допусках. Во время обработки на поверхности заготовки под действием процесса резания появляются следы обработки – неровности поверхности. Детали с геометрически идеальными поверхностями (номинальными) не могут быть выполнены, а детали, поверхность которых близка к совершенству, становятся очень дорогими. Следовательно, наличие неровностей на поверхностях деталей является неизбежным, а часто и необходимым для обеспечения функциональных свойств поверхности.

Шероховатость образованной поверхности прежде всего определяется методом обработки, поскольку в большинстве технологических ситуаций формируемые микронеровности можно считать следом режущего клина на обработанной поверхности. При обработке резанием величина, форма и направление микронеровностей зависят от режимов, схемы обработки и других факторов. Шероховатость влияет на прочность деталей, особенно работающих в условиях знакопеременной нагрузки. Впадины микропрофиля, являясь своеобразными надрезами поверхности, становятся зонами концентрации напряжений и приводят к образованию усталостных трещин. Особенно это сказывается в местах резкого перепада сечений детали. Коррозия возникает легче и распространяется быстрее на грубообработанных поверхностях. Шероховатость уменьшает фактическую площадь контакта, который происходит лишь по отдельным участкам сопрягаемых поверхностей в районе линии выступов. Поэтому шероховатость влияет на контактную жесткость сопрягаемых деталей, на условия смазки, трение, герметичность стыков и т.д.

Например, при точении в процессе участвуют два движения (окружная скорость  $V$  и линейная подача  $S$ ), поэтому траекторией движения вершины резца относительно заготовки будет винтовая линия. Начав резание в т.  $A$ , резец вновь встретится с образующей цилиндрической поверхности только в т.  $B$  (рис. 1). Следовательно, не вся площадь поперечного сечения  $ABCD$  будет срезана, а только ее часть  $BEDC$ , и на обработанной поверхности останутся микронеровности

(*ABE*). Чем меньше величина продольной подачи  $S$ , т.е. чем ближе точка  $B$  к точке  $A$ , тем меньше расчетная величина шероховатости.

Так, из схемы рис. 1 следует:

$$R_z = S \frac{\sin(\varphi + \varphi_1)}{\sin \varphi \cdot \sin \varphi_1},$$

где  $\varphi$  и  $\varphi_1$  – главный и вспомогательный углы резца в плане, град.

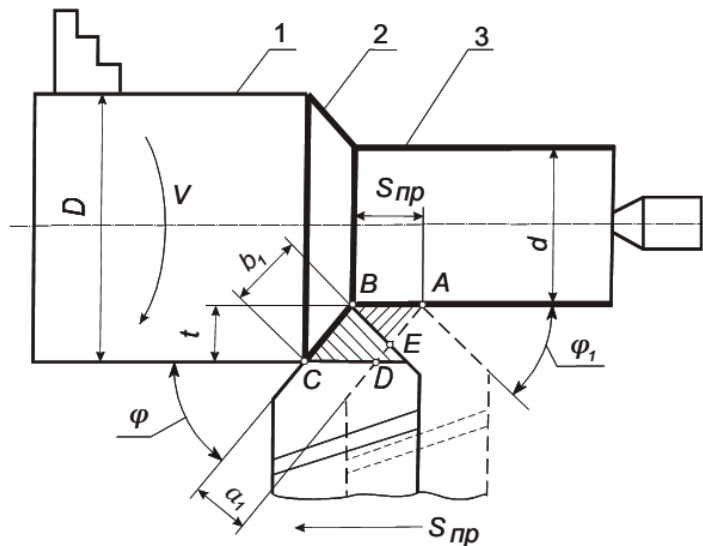


Рис. 1. Режимы резания и геометрия срезаемого слоя, поверхности: 1 – обрабатываемая; 2 – резания; 3 – обработанная

В пределах одного метода обработки, помимо подачи и геометрии режущего клина, заметное влияние на шероховатость оказывает и ряд других факторов. Например, при резании пластичных сталей на скорости 20–40 м/мин при прочих равных условиях высота микронеровностей достигает наибольшего значения. Это связано с образованием на режущей кромке инструмента нароста, состоящего из частиц обрабатываемого материала.

Разную шероховатость предопределяет и непостоянство жесткости в разных сечениях заготовки, обусловленное условиями ее закрепления. Так, при консольном закреплении шероховатость повышается в направлении свободного конца обрабатываемого вала, а при обработке длинных валов с поджатием задним вращающимся центром максимальная высота микронеровностей имеет место на середине их длины. Кроме того, при недостаточной жесткости технологической системы СПИЗ в целом значительная амплитуда вибраций ее элементов приводит к резкому увеличению микро- и макронеровностей.



Помимо приведенных примеров на шероховатость обработанной поверхности влияют свойства материала заготовок (при резании конструкционных сталей шероховатость выше, чем при обработке твердых высокоуглеродистых), наличие смазочно-охлаждающих жидкостей (минеральные масла снижают шероховатость на 20–40 %) и ряд других факторов [1].

В настоящей работе представлены результаты исследований влияния подачи, скорости резания и других параметров технологического процесса на величину параметров шероховатости поверхности с целью определения возможности управления процессом механической обработки для обеспечения требуемых параметров шероховатости поверхности детали. Так, были проведены исследования по определению изменения параметров шероховатости поверхности детали диаметром  $\varnothing 48,3$  мм из стали 45 после обработки на станке NH22 проходным резцом T15K6. Геометрия инструмента:  $j = 45^\circ$ ,  $j_1 = 20^\circ$ ,  $a = 10^\circ$ ,  $g = 18^\circ$ ,  $r = 0,3$  мм при подаче  $S = 0,04 \dots 0,2$  мм/об, глубине резания  $t = 0,45 \dots 0,8$  мм, при частоте вращения шпинделя 715–1575 об/мин. Исследования проводились с измерением сил резания. Параметры шероховатости Ra и Rz измерялись с помощью профилометра-профилографа TR-200.

При относительно постоянной глубине резания ( $t = 0,5 \dots 0,8$  мм) и подаче ( $S = 0,08$  и  $S = 0,2$  мм/об) произвели обточку 4 отдельных участков валика с различными скоростями резания. Значения фактически обеспечиваемых на станке режимов резания занесены в табл. 1.

Таблица 1

Значения фактически обеспечиваемых на станке режимов резания

№ образца	Скорость резания, $V$ , (м/мин)	Подача, $S$ , (мм/об)	Сила резания, $P_z$ , Н	Глубина резания, $t$ , (мм)	Ra, мкм	Rz, мкм
1	3,98	0,08	145	0,5	1,91	9,05
6	1,81	0,08	210	0,75	2,11	9,36
5	1,81	0,2	450	0,8	4,94	14,05
8	3,04	0,2	390	0,65	5,06	15,26

Результаты испытаний показывают, что при относительно постоянной глубине резания ( $t = 0,5 \dots 0,8$  мм) и подаче ( $S = 0,08$  и  $S = 0,2$  мм/об) между шероховатостью Ra и Rz существует прямая зависимость от скорости резания  $V$  (рис. 2). С увеличением скорости

резания шероховатость также увеличивается (с 1 до 5 мкм и с 9 до 15 мкм, Ra и Rz соответственно).

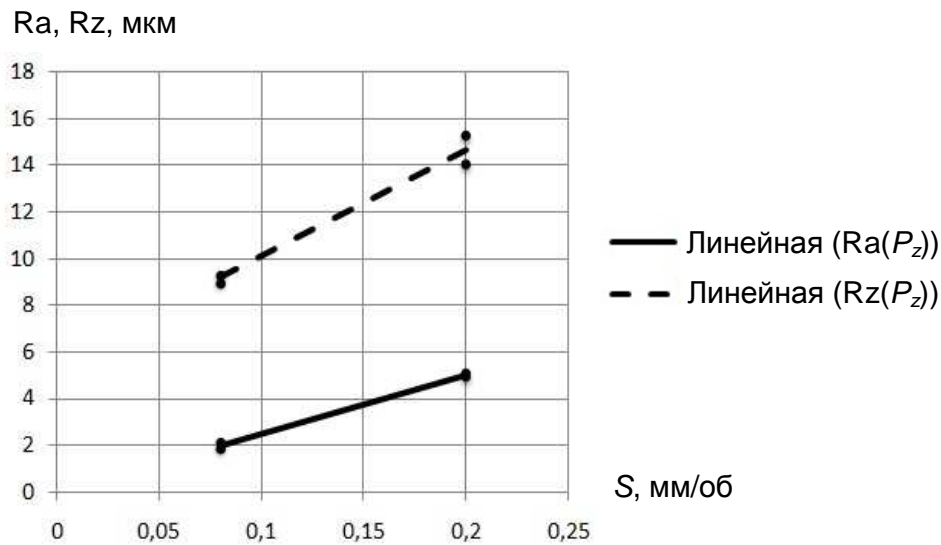


Рис. 2. Зависимость шероховатости Ra и Rz от скорости подачи S

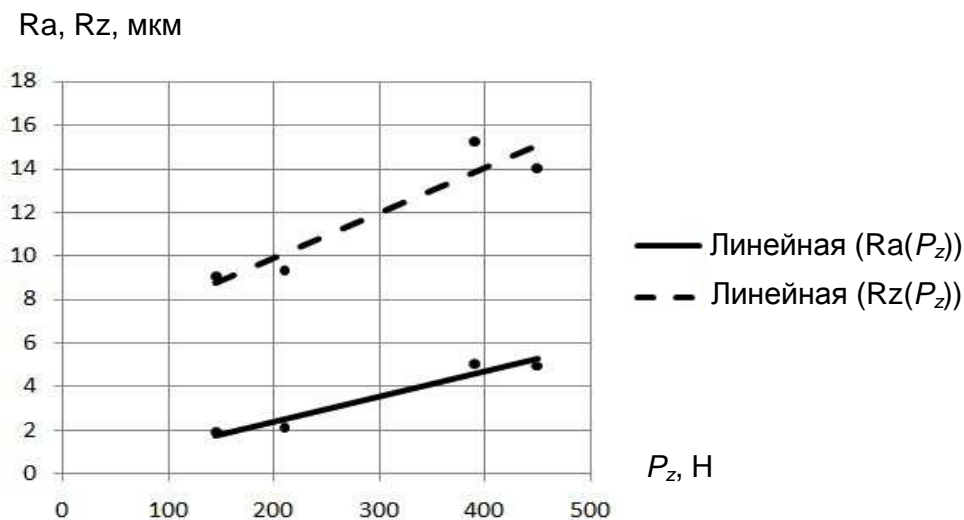


Рис. 3. Зависимость шероховатости Ra и Rz от силы резания Pz

Аналогично можно наблюдать прямую зависимость между шероховатостью Ra и Rz и силой резания Pz (рис. 3). С увеличением силы резания шероховатость напрямую увеличивается (с 2 до 5 мкм и с 9 до 15 мкм, Ra и Rz соответственно).

При относительно постоянной глубине резания ((a)  $t = 0,45 \dots 0,55$  мм; (б)  $t = 0,55 \dots 0,65$  мм) и скоростях резания ((a)  $V = 3,06$  м/мин; (б)  $V = 3,98$  м/мин) произвели обточку 6 участков валика с разными подачами (рис. 4).

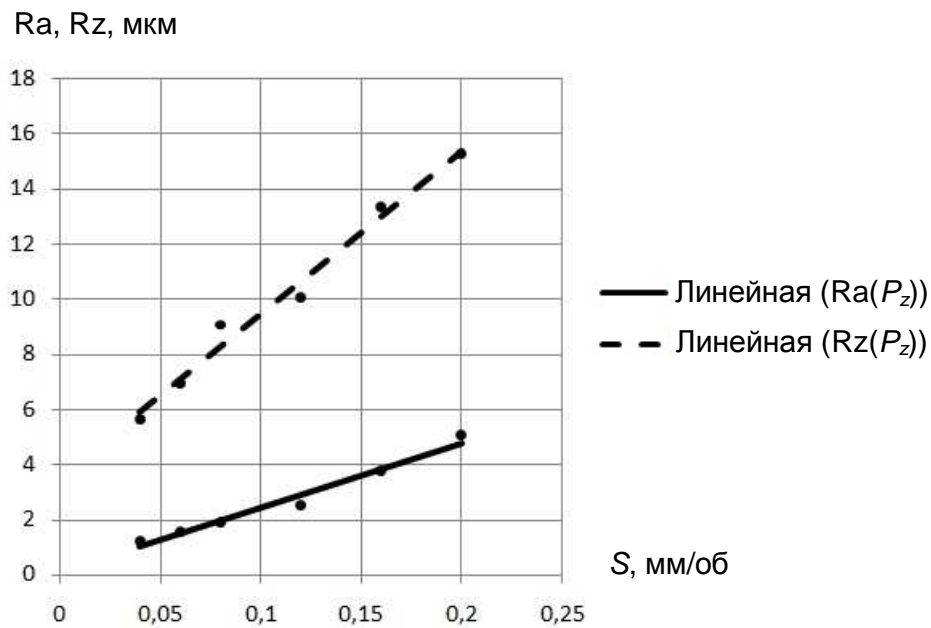


Рис. 4. Зависимость шероховатости Ra и Rz от скорости подачи S

Значения фактических режимов резания занесены в табл. 2 и табл. 3.

Таблица 2

Значение фактических режимов резания образцов 7, 1, 2

№ образца	Скорость резания, V, м/мин	Подача, S, мм/об	Сила резания, P <sub>z</sub> , Н	Глубина резания, t, мм	Ra, мкм	Rz, мкм
7	3,98	0,04	80	0,45	1,23	5,63
1	3,98	0,08	145	0,5	1,91	9,05
2	3,98	0,16	285	0,55	3,76	13,32

Таблица 3

Значение фактических режимов резания образцов 4, 3, 8

№ образца	Скорость резания, V, м/мин	Подача, S, мм/об	Сила резания, P <sub>z</sub> , Н	Глубина резания, t, мм	Ra, мкм	Rz, мкм
4	3,06	0,06	150	0,55	1,55	6,95
3	3,06	0,12	265	0,6	2,51	10,04
8	3,06	0,2	390	0,65	5,06	15,26

Результаты испытаний показывают, что при относительно постоянной глубине резания ((a)  $t = 0,45 \dots 0,55$  мм; (б)  $t = 0,55 \dots 0,65$  мм) и скоростях резания ((a)  $V = 3,06$  м/мин; (б)  $V = 3,98$  м/мин) с увеличением подачи в 2 раза шероховатость Ra и Rz увеличивается приблизительно в 1,5 раза (рис. 5).

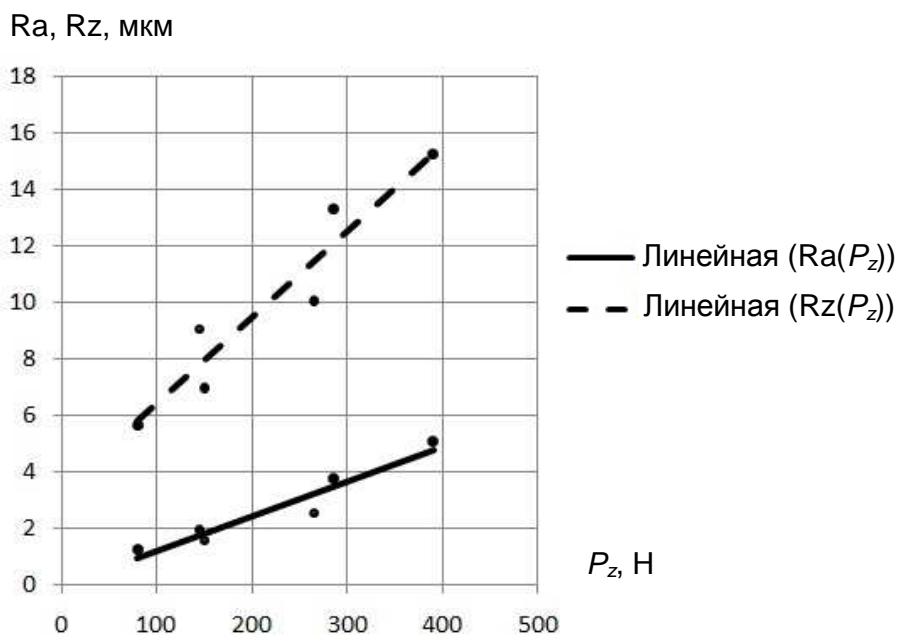


Рис. 5. Зависимость шероховатости  $Ra$  и  $Rz$  от силы резания  $P_z$

По результатам испытаний можно наблюдать, что с увеличением силы резания приблизительно в 1,8 раза шероховатость  $Ra$  и  $Rz$  увеличивается приблизительно в 1,5 раза.

Таким образом, параметры шероховатости поверхности зависят непосредственно от подачи резания, которая в свою очередь влияет на другие технологические факторы, такие как глубина резания, температура резания, сила резания. Наибольшее влияние на качество обрабатываемой поверхности оказывает подача, с уменьшением подачи качество обработки заготовки улучшается, неровностей меньше. С увеличением подачи в 2 раза шероховатость  $Ra$  и  $Rz$  увеличивается приблизительно в 1,5 раза, а сила резания приблизительно в 1,8 раз.

Глубина резания непосредственного влияния на шероховатость поверхности не оказывает. Ее косвенное влияние на обрабатываемую поверхность проявляется через вибрации, возникающие в технологической системе при увеличении сил резания, связанном с изменением глубины резания при обработке [2].

### Библиографический список

1. Рыкунов А.Н. Технологические процессы в машиностроении: лабораторный практикум. – Рыбинск: Изд-во РГАТА, 2007. – 80 с.
2. Технология машиностроения: учебное пособие / В.И. Муратов, А.Н. Преображенский, Б.Н. Хватов, В.Х. Фидаров. – Тамбов, 2003. – 128 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 1. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>Андреев Р.А., Феофилова П.А., Тюрин С.Ф. GREEN COMPUTING. Основные принципы и преимущества .....</b>	<b>4</b>
<b>Бояршинова В.В. Елтышев Д.К. Автоматизация контроля состояния оборудования электроэнергетических объектов .....</b>	<b>9</b>
<b>Воробьева В.И., Чигиринец Е.Э., Воробьева М.И. Использование летучих ингибиторов коррозии на основе отходов растительного сырья для защиты металла, покрыто- го продуктами коррозии .....</b>	<b>17</b>
<b>Шадрин А.В. Распределённая РС-линия на основе полупроводниковой структуры .....</b>	<b>21</b>
<b>Воробьева М.И., Пивоваров А.А., Воробьева В.И. Полу- чение наноразмерных частиц металлов с использованием контактной неравновесной низкотемпературной плазмы .....</b>	<b>24</b>
<b>Трус И.Н., Грабитченко В.Н., Гомеля Н.Д. Использование методов ионного обмена для деминерализации сточных вод .....</b>	<b>30</b>
<b>Жураев Т.Х. Решение проблем энергоресурсосбережения в разработках технических средств применением индустри- ального дизайна .....</b>	<b>33</b>
<b>Прокопенко Д.С., Зайцев Р.В., Кириченко М.В. Автомати- зированный измерительный комплекс вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов .....</b>	<b>39</b>
<b>Зайцева Л.В., Хрипунов Г.С., Горкунов Б.М., Зайцев Р.В. Исследование тонкопленочных слоев ITO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для новейших емкостных преобразователей .....</b>	<b>47</b>
<b>Ивойлов Е.В., Катюк Д.Ю., Деева В.С. Модель развития межвитковой ионизации .....</b>	<b>54</b>
<b>Артемов С.А., Кычкин А.В. Разработка структуры системы энергомониторинга для подвижной мобильной платформы с электроприводом .....</b>	<b>58</b>
<b>Литовченко А.В., Авдулов А.А. Применение электромаг- нитного перемешивания при непрерывном литье .....</b>	<b>65</b>

<b>Приемышев Г.А., Мингалева А.С., Вотинова С.Ю.</b>	
Применение возобновляемых источников энергии в бытовых целях .....	71
<b>Рашевский Р.Б., Хлебников М.В.</b> Современные технологии «зеленых» вычислений .....	78
<b>Закиров Д.Г., Слаутин Ю.А.</b> Проблемы и перспективы по- лучения экологически чистой энергии от геотермальных и других источников для теплоснабжения .....	84
<b>Снитков Д.В.</b> Исследование влияния частоты питающего тока на эффективность работы МГД-насоса .....	89
<b>Суворов А.А.</b> Исследования средств регулирования напря- жения и реактивной мощности .....	95
<b>Трофимов И.М., Зырин Д.В.</b> О перспективах регулирова- ния транспортных потоков мощности в электрических сетях .....	102
<b>Манцера Т.Ф., Чиж Е.П.</b> Варианты модернизации и реконструкции энергетических объектов .....	108
<b>Секция 2. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ .....</b>	113
<b>Богданов Н.В., Третьякова Н.Н.</b> Решение задачи удалён- ного контроля и управления автономными аппаратными комплексами .....	114
<b>Врачев Е.Э.</b> Устройство для измерения характеристик резонансных СВЧ-датчиков .....	121
<b>Кирнос В.Ю.</b> 3D-Маппинг .....	126
<b>Маро Е.А.</b> Повышение эффективности алгебраических ме- тодов оценки стойкости блочных шифров .....	129
<b>Пенязь А.Л., Колбасова Г.С.</b> Поиск новых технических решений по обеспечению структурной скрытности инфо- коммуникационных систем специального назначения .....	135
<b>Пустохайлова Е.А., Семейкин В.Д.</b> Вопросы информаци- онной безопасности в самоорганизующейся сенсорной сети .....	144
<b>Ровин К.О., Коновалова О.А., Удалова Г.А.</b> LTE или но- вый вид высокоскоростного доступа в Интернет .....	147
<b>Третьякова Н.Н.</b> Конфигурирование БЦП «РУБЕЖ-08» с помощью программы «Рубеж Консоль» .....	151

<b>Туганов П.Ю.</b> Исследование радиопоглощающих материалов для широкополосных безэховых камер .....	156
<b>Харин Б.Ю., Фрейман В.И.</b> Моделирование процессов и экспериментальный анализ в сетях OVER THE TOP (OTT) .....	159
<b>Цымбалова Е.И., Сало А.А.</b> Особенности стандарта 4G и его отличие от 3G .....	166
<b>Шилова Ю.А., Кавалеров М.В.</b> Исследование влияния параметра скорости обучения на результаты работы алгоритма маршрутизации Q-ROUTING .....	172
<b>Шоричева А.Ю.</b> Информационная безопасность личности в коммуникационной сети .....	180
<b>Секция 3. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ</b> .....	183
<b>Аверин Н.А., Югов Ю.А.</b> Разработка симулятора программируемого логического реле OMRON ZEN-10C1AR-A .....	184
<b>Брюханова А.А., Мурзакаев Р.Т.</b> Программный комплекс фигурного раскроя материала <i>Itas Nesting</i> .....	190
<b>Бурак Т.И., Кернога А.Л.</b> Компьютерное моделирование динамических систем .....	196
<b>Ветчанинов А.А., Мурзакаев Р.Т.</b> Диалоговое окно для открытия файлов с предпросмотром деталей .....	202
<b>Воронцов Г.Г., Череватенко Н.П.</b> Децентрализованная кроссплатформенная система обмена данными для мобильных платформ .....	207
<b>Софин Н.А., Даниш Е.А., Кавалеров М.В.</b> О подходе к разработке системы учета и планирования времени на основе облачных технологий .....	212
<b>Дмитриев В.Л.</b> О возможности скрытой передачи информации на основе особенных точек изображения .....	217
<b>Жуковский Я.В.</b> Пакетная передача информации .....	222
<b>Иванов А.С.</b> Виртуальная реальность и ее перспективы .....	225
<b>Козлов А.Н.</b> Средства разработки для распознавания сурдоперевода .....	228
<b>Кравченко К.В., Бояркин Г.Н.</b> Система «1С: Образование. Школа» как инструмент организации учебного процесса .....	234
<b>Куприяшин М.А., Борзунов Г.И.</b> Анализ и сравнение алгоритмов нахождения точного решения задачи о рюкзаке .....	237

<b>Леонов Е.Р., Казанцев А.С., Мурзакаев Р.Т.</b> Разработка имитатора резки для станка с ЧПУ .....	245
<b>Heinrich N., Luzyanin I.S., Yarmonova O.A.</b> Practice report of early access on data acquisition via Jervis 3.0 .....	251
<b>Мещеряков С.А.</b> Использование информационных технологий для повышения эффективности изучения дисциплины «Инженерная графика» .....	256
<b>Мещерякова А.А., Костевич А.И.</b> Система компетентностного развития молодежи для формирования управленческих компетенций .....	262
<b>Нестеренко А.Е.</b> Реализация шифра Хилла на CUDA .....	267
<b>Плебан И.В.</b> Управление поручениями в КУЗГТУ с использованием информационной системы .....	281
<b>Poliakov A.N., Poluianov D.A.</b> Development of software module for control program for CNC machines forming .....	284
<b>Прошкин В.А.</b> Использование программного комплекса «Лабораторный практикум по предмету “Прикладная электроника”» для обучения студентов среднего профессионального образования .....	289
<b>Рутин В.А., Мурзакаев Р.Т., Шилов В.С.</b> Учет возможности размещения деталей во внутренних контурах в редакторе карт раскроя .....	293
<b>Рыспаева М.К., Рыспаев К.С.</b> Разработка информационной модели виброустановки .....	300
<b>Сайфудинов И.Р., Мокшин В.В.</b> Применение фильтра частиц к задаче сопровождения транспортных средств в видеопоследовательности кадров .....	306
<b>Свирский С.Н.</b> Алгоритмы детекции простейших геометрических фигур .....	311
<b>Селиванов И.А., Бранцевич П.Ю.</b> Вычисление кинематики движения на основе сенсорных данных .....	316
<b>Слаутин Ю.А.</b> Невербальный скрининг при формировании команды управления техногенными системами .....	320
<b>Степаненко И.С.</b> Комплексная добыча данных о производстве изделия, для офсетной типографии .....	326
<b>Сурмач А.И.</b> Построение оценок спектральной плотности в системе компьютерной алгебры «МАТЕМАТИСА» .....	333



<b>Тагиров М.А., Мокшин В.В.</b> Разработка инновационной самообучаемой и энергоэффективной автоматизированной системы управления жилым пространством «Умный дом» .....	338
<b>Щедрин С.С.</b> Учет проживающих в общежитиях образовательного учреждения .....	343
<b>Халитов К.А., Седяров О.И.</b> Универсальный графический интерфейс пользователя на примере системы акустического мониторинга .....	346
<b>Чёрный А.В., Мурзакаев Р.Т.</b> Разработка механизма интеграции программного комплекса фигурного раскроя материала с информационной системой предприятия .....	352
<b>Чиганова Н.В.</b> Разработка автоматизированной информационной системы для администратора косметического салона средствами «1С:Предприятие 8.2» .....	359
<b>Шилов В.С.</b> Применение алгоритмов ортогонального раскроя для размещения деталей на листах сложной формы .....	366
<b>Секция 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ</b> .....	371
<b>Березовский Ю.С., Слободян С.М.</b> Инновационные технологии разработки тонких пластов высоковязкой нефти с подошвенной водой .....	372
<b>Григоров М.С., Басов О.О.</b> Классификация методов оценки качества цифровых рентгеновских изображений .....	378
<b>Даденков С.А., Чмыков В.В.</b> Имитационная модель уровня приложения узла промышленной сети автоматизации LonWorks .....	384
<b>Жартыбаева М.Г., Байрак С.А., Дадыкин Б.А., Михалькевич Е.Ф., Татур М.М.</b> Разработка системы управления робототехническими комплексами .....	390
<b>Коптелова Н.Б., Ермолаева Е.О.</b> Разработка автоматизированной системы учёта и анализа показателей качества продукции предприятий хлебопекарной промышленности .....	394
<b>Григорьева А.В., Туранский Р.А., Макаров В.Ф.</b> Повышение точности проходного сечения сопловых лопаток турбин .....	399

<b>Григорьева А.В., Туранский Р.А., Макаров В.Ф.</b> Обеспечение производительности и качества прошивки охлаждающих отверстий лопаток турбин на основе использования современного электроэрозионного станка с ЧПУ .....	406
<b>Макаров А.В., Фирсов А.В.</b> Использование технологии двумерного штрихового кодирования для идентификации продукции .....	413
<b>Марков А.С., Морозов А.Е.</b> Противоскользящие набойки для обуви «Антилёд» .....	418
<b>Митрошин Ю.В.</b> Математическая модель температурного поля изолированной кабельной жилы на участке охлаждения экструзионной линии .....	425
<b>Mubarakzyanov N.R., Horoshev N.I.</b> Automation of newsprint flaw recognition .....	430
<b>Григорьева А.В., Туранский Р.А., Шакиров Р.К., Песин М.В.,</b> Повышение усталостной прочности резьбы деталей машиностроения .....	437
<b>Плебан И.В.</b> Печать документов в качестве объекта автоматизации .....	444
<b>Соколова А.С.</b> Формирование бизнес-модели в отрасли информационных технологий с помощью инновационных инструментов .....	447
<b>Сорин А.В.</b> Альтернативные методы в многофазных измерениях .....	454
<b>Софин Н.А., Кавалеров М.В.</b> Модернизация программного обеспечения лабораторного стенда «Модель вентиляционной системы» .....	459
<b>Степаненко И.С., Семенчук Н.В.</b> Пример решения задачи раскроя-упаковки на платформе «1С: Предприятие 7.7» .....	466
<b>Трофимова М.С., Трофимов С.М.</b> Исследование эффективности инструментов бережливого производства TPM и SMED на примере работы оператора-наладчика прессы «FEINTOOL» .....	473
<b>Филиппова А.В., Прокофьев М.А., Тимофеев М.В.</b> Исследование влияния режимов резания на шероховатость поверхности при обработке точением .....	478

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ,  
ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА**

Материалы VI Международной  
интернет-конференции молодых ученых,  
аспирантов, студентов  
(01 ноября 2014 г. – 30 ноября 2014 г.)

Редактор и корректор *И.Н. Смирнова*

---

Подписано в печать 18.03.2015.  
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 30,75.  
Заказ 41/2015.

---

Типография ИП Щеглова Н.В.  
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Индустриализации, 4