Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

# НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2008

**Материалы докладов**
**Всероссийской научно-технической конференции**
**студентов, аспирантов и молодых ученых**
**«Научная сессия ТУСУР–2008»**
**5–8 мая 2008 г.**

**В пяти частях**

Часть 2

В-Спектр
2008

**УДК 621.37/.39+681.518 (063)**
**ББК 32.84я431+32.988я431**

**Научная сессия ТУСУР–2008:** Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 5–8 мая 2008 г.: В пяти частях. Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2008. –340 с.

ISBN 978-5-91191-080-8
ISBN 978-5-91191-082-2 (Ч. 2)

Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых посвящены различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированным системам управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, автоматизации технологических процессов, в частности, в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены материалы по математическому моделированию в технике, экономике и менеджменте, по антикризисному управлению, автоматизации управления в технике и образовании. Широкому кругу читателей будет доступна информация о социальной работе в современном обществе, о философии и специальной методологии, экологии, о мониторинге окружающей среды и безопасности жизнедеятельности, инновационных студенческих идеях и проектах.

УДК 621.37/.39+681.518 (063)
ББК 32.84я431+32.988я431

**ISBN 978-5-91191-080-8**
**ISBN 978-5-91191-082-2 (Ч. 2)**

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2008

Федеральное агентство по образованию
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

# Всероссийская научно-техническая конференция студентов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР – 2008» 5–8 мая 2008 г.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- **Кобзев А.В.** – председатель, ректор ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Рempe Н.Г.** – сопредседатель, проректор по НР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Шурыгин Ю.А.** – первый проректор ТУСУР, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор
- **Ехлаков Ю.П.** – проректор по информатизации ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Уваров А.Ф.** – проректор по экономике ТУСУР, к.э.н.
- **Малютин** Н.Д. – заместитель проректора по НР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Казьмин Г.П.** – нач. отдела по инновационной деятельности Администрации г. Томска, к.т.н.
- **Малюк А.А.** – декан фак-та информационной безопасности МИФИ, к.т.н., г. Москва
- **Беляев Б.А.** – зав. лабораторией электродинамики Ин-та физики СО РАН, д.т.н., г. Красноярск
- **Разинкин В.П.** – к.т.н., доцент каф. ТОР НГТУ, г. Новосибирск

- **Лукин В.П.** – директор отд. распространения волн, почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., профессор, Ин-т оптики атмосферы СО РАН, г. Томск
- **Кориков А.М.** – зав. каф. АСУ ТУСУР, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор
- **Московченко А.Д.** – зав. каф. философии ТУСУР, д.ф.н., профессор
- **Шарыгин Г.С.** – зав. каф. РТС ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Пустынский И.Н.** – зав. каф. ТУ ТУСУР, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор
- **Шелупанов А.А.** – зав. каф. КИБЭВС ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Пуговкин А.В.** – зав. каф. ТОР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Осипов Ю.М.** – зав. отделением каф. ЮНЕСКО при ТУСУР, академик Международной академии информатизации, д.т.н., д.э.н., профессор
- **Грик Н.А.** – зав. каф. ИСР ТУСУР, д.ист.н., профессор

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- **Ремпе Н.Г.** – председатель, проректор по НР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Ярымова И.А.** – зам. председателя, заведующий ОППО ТУСУР, к.б.н.
- **Акулиничев Ю.П.** - председатель совета по НИРС РТФ, д.т.н., профессор каф. РТС ТУСУР
- **Еханин С.Г.** – председатель совета по НИРС РКФ, д.ф.-м.н., профессор каф. КУДР ТУСУР
- **Коцубинский В.П.** – председатель совета по НИРС ФВС, зам. зав. каф. КСУП ТУСУР, к.т.н., доцент
- **Мицель А.А.** – председатель совета по НИРС ФСУ, д.т.н., профессор каф. АСУ ТУСУР
- **Орликов Л.Н.** – председатель совета по НИРС ФЭТ, д.т.н., профессор каф. ЭП ТУСУР
- **Казакевич Л.И.** – председатель совета по НИРС ГФ, к.ист.н., доцент каф. ИСР ТУСУР
- **Куташова Е.А.** – секретарь оргкомитета, инженер ОППО ТУСУР, к.х.н.

## ЭКСПЕРТНЫЙ КОМИТЕТ

- **Ремпе Н.Г.** – председатель, проректор по НР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Малютин Н.Д.** – заместитель проректора по НР ТУСУР, д.т.н., профессор
- **Уваров А.Ф.** – проректор по экономике ТУСУР, к.э.н.
- **Казьмин Г.П.** – нач. отдела по инновационной деятельности администрации г. Томска, к.т.н.
- **Авдзейко В.И.** – зам. руководителя НИЧ ТУСУР, к.т.н.
- **Шелупанов А.А.** – зав. каф. КИБЭВС, д.т.н., профессор
- **Мещеряков Р.В.** – к.т.н., доцент каф. КИБЭВС
- Представители фонда Бортника (по согласованию), г. Москва

Конференция **«Научная сессия ТУСУР – 2008»** вошла в число аккредитованных мероприятий по Программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.) Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (МП НТС) при поддержке Роснауки и Рособразования (фонд Бортника) (**http://www.fasie.ru/**).

Экспертным комитетом конференции при работе секции «У.М.Н.И.К.» будут отобраны молодые (до 28 лет включительно) ее участники – победители в номинации «За научные результаты, обладающие существенной новизной и среднесрочной (до 5–7 лет) перспективой их эффективной коммерциализации» с последующим финансированием проектов НИОКР.

## ПОРЯДОК РАБОТЫ, ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

Работа конференции будет организована в форме пленарных, секционных и стендовых докладов.

**Конференция проводится**
**с 5 по 8 мая 2008 г.**
**в Томском государственном университете**
**систем управления и радиоэлектроники**

**Регистрация** участников будет проводиться
перед пленарным заседанием в главном корпусе ТУСУР
(пр. Ленина, 40) в актовом зале **5 мая с 9:00 до 10:00**.

## СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

**Секция 1.** РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН – *председатель* ***Шарыгин Герман Сергеевич,*** *зав. каф. РТС, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Тисленко Владимир Ильич,*** *к.т.н., доцент каф. РТС*

**Секция 2.** ЗАЩИЩЕННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ – *председатель* ***Голиков Александр Михайлович,*** *к.т.н., доцент каф. РТС*

**Секция 3.** АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА И СЕРВИС – *председатель* ***Пустынский Иван Николаевич,*** *зав. каф. ТУ, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Костевич Анатолий Геннадьевич,*** *к.т.н., доцент каф. ТУ*

**Секция 4.** ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИООБОРУДОВАНИЯ – *председатель* ***Масалов Евгений Викторович,*** *д.т.н., профессор каф. КИПР, зам. председателя* ***Михеев Евгений Николаевич,*** *м.н.с.*

**Подсекция 4.1.** ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОМЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ – *председатель* ***Еханин Сергей Георгиевич,*** *д.ф.-м.н., профессор каф. КУДР, зам. председателя* ***Молошников Василий Анатольевич,*** *аспирант каф. КУДР*

**Подсекция 4.2.** КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ – *председатель* ***Михеев Евгений Николаевич,*** *м.н.с.*

**Секция 5.** ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ – *председатель* ***Катаев Михаил Юрьевич,*** *д.т.н., профессор каф. АСУ, зам. председателя* ***Бойченко Иван Валентинович,*** *к.т.н., доцент каф. АСУ*

**Секция 6.** КВАНТОВАЯ, ОПТИЧЕСКАЯ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА – *председатель* ***Шарангович Сергей Николаевич,*** *зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н., доцент; зам. председателя* ***Буримов Николай Иванович,*** *к.т.н., доцент каф. ЭП*

**Секция 7.** ФИЗИЧЕСКАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА – *председатель* ***Троян Павел Ефимович,*** *зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор*

**Секция 8.** РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ – *председатель* ***Ехлаков Юрий Поликарпович,*** *проректор по Информатизации ТУСУР, зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Сенченко Павел Васильевич,*** *к.т.н., доцент каф. АОИ*

**Секция 9.** ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – *председатель* ***Ходашинский Илья Александрович,*** *д.т.н., проф. каф. АОИ; зам. председателя* ***Лавыгина Анна Владимировна,*** *аспирант каф. АОИ*

**Секция 10.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ – *председатель* ***Давыдова Елена Михайловна,*** *к.т.н., ст. преподаватель каф. КИБЭВС; зам. председателя* ***Конев Антон Александрович,*** *к.т.н. каф. КИБЭВС*

**Секция 11.** АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ – *председатель* ***Шурыгин Юрий Алексеевич,*** *первый проректор ТУСУР, зав. каф. КСУП, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Коцубинский Владислав Петрович,*** *зам. зав. каф. КСУП, к.т.н., доцент*

**Подсекция 11.1.** ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ – *председатель* ***Черкашин Михаил Владимирович,*** *к.т.н., ст. преподаватель каф. КСУП*

**Подсекция 11.2.** АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИМИТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ – *председатель* ***Коцубинский Владислав Петрович,*** *зам. зав. каф. КСУП, к.т.н., доцент*

**Подсекция 11.3.** ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЛОЖНОГО ПРОЦЕССА – *председатель* ***Хабибуллина Надежда Юрьевна,*** *к.т.н., ст. преподаватель каф. КСУП*

**Подсекция 11.4.** МЕТОДЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ – *председатель* ***Дорофеев Сергей Юрьевич,*** *аспирант каф. КСУП*

**Секция 12.** МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – *председатель* ***Шелупанов Александр Александрович,*** *зав. каф. КИБЭВС, д.т.н., профес-*

*сор; зам. председателя* ***Мещеряков Роман Валерьевич,*** *к.т.н., доцент каф. КИБЭВС*

**Секция 13.** ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА – *председатель* ***Светлаков Анатолий Антонович,*** *зав. каф. ИИТ, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Шидловский Виктор Станиславович,*** *к.т.н., доцент каф. ИИТ*

**Секция 14.** РАДИОТЕХНИКА – *председатель* ***Титов Анатолий Александрович,*** *д.т.н., профессор каф. РЗИ; зам. председателя* ***Семенов Эдуард Валерьевич,*** *к.т.н., доцент каф. РЗИ;*

**Секция 15.** ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА – *председатель* ***Михальченко Геннадий Яковлевич****, д.т.н., профессор каф. ПрЭ; зам. председателя* ***Семенов Валерий Дмитриевич,*** *зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., доцент каф. ПрЭ*

**Подсекция 15.1.** СИЛОВАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ – *председатель* ***Михальченко Геннадий Яковлевич****, д.т.н., профессор каф. ПрЭ; зам. председателя* ***Семенов Валерий Дмитриевич,*** *зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., доцент каф. ПрЭ*

**Подсекция 15.2.** ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В УСТРОЙСТВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ – *председатель* ***Селяев Александр Николаевич****, д.т.н., профессор каф. ПрЭ; зам. председателя* ***Шевелев Михаил Юрьевич,*** *к.т.н., доцент каф. ПрЭ*

**Секция 16.** МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ, ЭКОНОМИКЕ И МЕНЕДЖМЕНТЕ – *председатель* ***Мицель Артур Александрович,*** *д.т.н., профессор каф. АСУ; зам. председателя* ***Зариковская Наталья Вячеславовна,*** *к.ф.-м.н., доцент каф. ФЭ*

**Подсекция 16.1.** МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУКАХ – *председатель* ***Зариковская Наталья Вячеславовна,*** *к.ф.-м.н., доцент каф. ФЭ*

**Подсекция 16.2.** МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИМИТАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ В ЭКОНОМИКЕ – *председатель* ***Мицель Артур Александрович,*** *д.т.н., профессор каф. АСУ; зам. председателя* ***Ефремова Елена Александровна,*** *аспирант каф. АСУ*

**Подсекция 16.3.** ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА – *председатель* ***Сергеев Виктор Леонидович,*** *д.т.н., профессор каф. АСУ*

**Секция 17.** ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ – *председатель* ***Осипов Юрий Мирзоевич,*** *зав. отделением каф. ЮНЕСКО при ТУСУР, д.э.н., д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Василевская Наталия Борисовна,*** *к.э.н., доцент каф. экономики*

**Секция 18.** АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ – *председатель* ***Семиглазов Анатолий Михайлович,*** *д.т.н., профессор каф. ТУ; зам. председателя* ***Бут Олеся Анатольевна,*** *ассистент каф. ТУ*

**Секция 19.** ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – *председатель* ***Карташев Александр Георгиевич,*** *д.б.н., профессор каф. РЭТЭМ*

**Секция 20.** БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ – *председатель* ***Хорев Иван Ефимович,*** *д.т.н., профессор каф. РЭТЭМ; зам. председателя* ***Полякова Светлана Анатольевна,*** *к.б.н., доцент каф. РЭТЭМ*

**Секция 21.** АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ РАБОТЫ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ – *председатель* ***Грик Николай Антонович,*** *зав. каф. ИСР, д.ист.н., профессор; зам. председателя* ***Казакевич Людмила Ивановна,*** *к.ист.н., доцент каф. ИСР*

**Секция 22.** ФИЛОСОФИЯ И СПЕЦИАЛЬНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ – *председатель* ***Московченко Александр Дмитриевич,*** *зав. каф. философии, д.ф.н., профессор; зам. председателя* ***Раитина Маргарита Юрьевна,*** *к.ф.н., доцент каф. философии*

**Секция 23.** ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, СТУДЕНЧЕСКИЕ ИДЕИ И ПРОЕКТЫ – *председатель* ***Уваров Александр Фавстович,*** *проректор по экономике ТУСУР, к.э.н.; зам. председателя* ***Чекчеева Наталья Валерьевна,*** *зам. директора студенческого Бизнес-инкубатора (СБИ), к.э.н.*

**Секция 24.** АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ – *председатель* ***Дмитриев Вячеслав Михайлович,*** *зав. каф. ТОЭ, д.т.н., профессор; зам. председателя* ***Андреев Михаил Иванович,*** *к.т.н., доцент ВКИЭМ*

**Секция 25.** ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – *председатель* ***Корнеева Татьяна Борисовна,*** *заместитель директора по методической работе ОЦ «Школьный университет»; зам. председателя* ***Нехорошева Юлия Геннадьевна,*** *начальник учебно-методического отдела ОЦ «Школьный университет», к.т.н., доцент*

**Секция 26.** СИСТЕМЫ И СЕТИ ЭЛЕКТРО- И РАДИОСВЯЗИ – *председатель* ***Пуговкин Алексей Викторович,*** *зав. каф. ТОР, д.т.н., профессор, к.т.н.; зам. председателя* ***Демидов Анатолий Яковлевич,*** *к.т.н., доцент каф. ТОР*

***Материалы научных докладов,***
***представленные на конференцию, опубликованы в сборнике***
**«НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР – 2008»**
***в пяти частях***

1-я часть сборника включает доклады 1–7-й секций;
2-я часть – доклады 8, 9, 11, 13, 14, 15-й секций;
3-я часть – доклады 10 и 12-й секции;
4-я часть – доклады 16–18-й секций;
5-я часть – доклады 19–26-й секций.


## Адрес оргкомитета:

**634050, Россия, г. Томск,**
**пр. Ленина, 40, ГОУ ВПО «ТУСУР»,**
**Научное управление (НУ), к. 205**
**Тел.: 8-(3822)-51-47-57, 52-79-42**
**E-mail: eak@main.tusur.ru**

## *СЕКЦИЯ 8*

## РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

*Председатель – **Ю.П. Ехлаков**, проректор по Информатизации ТУСУР, зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор;*
*зам. председателя – **П.В. Сенченко**, к.т.н., доцент каф. АОИ*

### АНАЛИЗ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

***Д.П. Вагнер, аспирант каф. ЭМИС***
*ТУСУР, г. Томск, adios@lenta.ru*

При разработке программного обеспечения, предназначенного для работы в сетевой среде, всегда необходимо учитывать технические особенности последующего взаимодействия между компонентами программы на разных машинах в сети. К типичным особенностям можно отнести следующие: используемые операционные системы, каналы связи, протоколы передачи данных, принципы взаимодействия компонентов программ и т.д. Во многих случаях использование Сетевого API (Application Program Interface) может даже и не требоваться, если взаимодействие между процессами осуществлять с помощью операций работы с файлами (ReadFile, WriteFile), доступ к которым будут иметь все участники сетевого обмена. Такой способ представляется достаточно универсальным, в плане требований к условиям функционирования, и несложным в реализации, однако имеет множество недостатков. Например, крайняя степень зависимости от устойчивой работы любого из участников обмена, ведь даже малейший сбой в работе программного обеспечения или аппаратуры может привести к прерыванию операции чтения/записи, следствием чего станет невозможность дальнейшего корректного функционирования. Таким образом, обработка ошибочных действий пользователя или различных сбоев оказывается крайне затруднительной для разработчика.

Поскольку анализ технологий сетевого взаимодействия проводился с целью дальнейшей разработки на его основе координатора распреде-

ленных транзакций для настольных баз данных, автором учитывались особенности клиент-серверного подхода в рамках сетевой многопользовательской среды, а потому для рассмотрения были выбраны следующие: использование именованных каналов (Named Pipes) и использование сокетов (Windows Sockets) [1].

Развитием идеи об использовании файлов, описанной выше, служит технология на основе именованных каналов.

Именованные каналы – это объекты ядра операционной системы, являющиеся средством межпроцессной коммуникации между сервером канала и одним или несколькими клиентами канала. Сервером канала называется процесс, создающий именованный канал. Клиентом канала называется процесс, подключающийся к созданному именованному каналу. Базовым объектом для реализации именованных каналов служит объект «файл», поэтому для посылки и приема сообщений по именованным каналам используются те же самые функции Windows API, что и при работе с файлами (ReadFile, WriteFile).

При создании именованного канала ему назначается уникальное имя, определяется максимальное количество одновременных соединений с клиентами канала и режим работы канала (должен ли канал быть односторонним или двусторонним (дуплексным), ведется ли передача пакетами или потоком байтов и т.п.

Именованные каналы отличаются следующими возможностями: гарантированная доставка сообщений, возможность асинхронного ввода/вывода, возможность коммуникации между процессами на разных компьютерах в локальной вычислительной сети и относительная простота использования.

Однако данная технология все же имеет существенный недостаток: создание именованных каналов возможно только в NT-системах, хотя подключение к созданному каналу возможно как в NT-системах, так и в W*i*n9x.

Windows Socket (сокеты) – механизм, позволяющий независимо от протокола передачи данных организовать сетевой интерфейс между двумя компьютерами в сети. Обращение к сокету происходит по IP-адресу машины, на которой был создан Windows Socket, и номеру порта.

Различают сокеты с установлением соединения, то есть адреса сокета отправителя и получателя выясняются заранее, до передачи сообщений между ними, – устанавливается так называемый виртуальный канал между двумя машинами в сети и без установления соединения – адреса сокетов отправителя и получателя передаются с каждым пересылаемым сообщением. Для каждого сокета назначается тип, посредством которого определяется способ передачи данных между двумя сокетами. Тип

Windows Socket с установлением соединения – это виртуальный канал, а тип Windows Socket без установления соединения – дейтаграмма. В первом случае используется протокол TCP, отличающийся высокой степенью надежности при передаче данных. При этом появляется возможность мгновенно отслеживать состояние канала (соединения по сокету), что в свою очередь позволит корректно разграничить доступ к данным. Во втором случае используется протокол UDP, при этом надежность передачи данных оказывается существенно ниже, однако к преимуществам данного способа относится более высокая скорость работы.

Сокеты с установлением соединения взаимодействуют по схеме клиент/сервер: серверному сокету назначается общеизвестный адрес, и он непрерывно ожидает прибытия клиентских сообщений. Клиентский процесс посылает сообщения на сервер по объявленному адресу серверного сокета [2].

Одним из преимуществ сокетов является и тот факт, что большинство современных операционных систем (Windows, Unix, Linux) поддерживает сокеты на уровне встроенных в ядро библиотек.

На основе проведенного анализа сделан вывод о возможности использования и именованных каналов, и сокетов при разработке клиент-серверных приложений, в частности координатора распределенных транзакций. Однако ограничение функциональности каналов в W*i*n9x системах делает их менее универсальными в использовании по сравнению с сокетами.

**Литература**

1. *Вагнер Д.П.* Координатор распределенных транзакций для настольных баз данных // Научная сессия ТУСУР–2007: Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 3–7 мая 2007 г. Томск: В-Спектр, 2007. Ч. 1. С. 342–345.

2. *Соломон Д.* Внутреннее устройство Microsoft Windows 2000. Мастер-класс / Д. Соломон, М. Руссинович; пер. с англ. СПб.: Питер; М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004. 746 с.

## ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

***А.А. Белоус*, *студент 4-го курса каф. ЭМИС***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *anton844@sibmail.com*

В связи с интенсивным развитием электронных обучающих систем (ЭОС) на данный момент актуальна проблема контроля знаний. Наиболее подходящим способом решения этой проблемы считается электрон-

ное тестирование, которым можно как непосредственно дополнить каждый отдельный раздел ЭОС, так и выделить его в отдельный ресурс.

В настоящее время не существует стандартов в программной реализации электронных тестов (ЭТ). Существующие гостребования описывают только информативное наполнение теста. Это создает трудности в выборе технологий и языков программирования. При выборе той или иной технологии всегда будут и плюсы и минусы, как и при выборе языка. В результате проведенного исследования было выявлено, что на данный момент для разработки электронных тестов не создано специализированных инструментальных сред (ИС), однако программная реализация ЭТ возможна с помощью различного прикладного программного обеспечения, предназначенного для разработки электронных учебных курсов, систем дистанционного обучения, электронных учебников, систем мониторинга качества обучения и т.п.

Условно данный инструментарий можно разделить на три группы [1]:

– языки программирования;

– инструментальные среды;

– приложения общего назначения, используемые для создания отдельных видов компьютерных средств обучения (в первую очередь средств представления информации).

Программная реализация ЭТ с помощью какой-либо одной вышеописанной инструментальной среды наверняка не позволит автору-разработчику в полной мере реализовать его педагогический замысел, поэтому «готовые программные решения» стоит использовать в комплексе, заменяя недостатки одной ИС достоинствами другой.

Разработка тестовых материалов для компьютерного контроля должна удовлетворять определенным принципам, выработанным требованиям, правилам оформления.

По гостребованиям принято три типа тестовых заданий: выбор одного ответа из предложенных, выбор нескольких ответов из предложенных и указания последовательности или соответствия. Задания должны быть простыми для восприятия, четко сформулированными, являться утверждениями, не допускается вопросительная форма и присутствие отрицания [2].

Существует много информационных технологий для создания сетевых компьютерных тестов. Основные языки программирования для Интернет: JavaScript, VBScript, PHP, Perl, Java.

Язык JavaScript (не путайте с Java) и VBScript – это языки программирования для Интернет, используемые на стороне клиента. Программы на этих языках встраиваются в код web-страниц, или выносятся в отдельный файл, обращение к которому осуществляется из web-страницы.

Серьезным недостатком языков JavaScript и VBScript является доступность просмотра кода страницы в броузере или при сохранении страницы на диске и открытии любым текстовым редактором. Это создает сразу две проблемы – невозможность скрытия исходного кода и огромная дыра в безопасности, т.к. злоумышленник может изменить значение переменных JavaScript или VBScript, в поле формы вложить вредоносную программу или изменить алгоритм программы.

PHP – это язык обработки гипертекста (HTML), используемый на стороне сервера, конструкции которого вставляются в HTML-текст. Этот язык дает возможности для создания полномасштабных приложений, начиная с пятой версии его можно называть объектно-ориентированным. PHP является открытым программным продуктом, что означает его бесплатность и возможность создавать свои собственные расширения языка. Его основные преимущества: широкая поддержка различных технологий, совместимость с серверами, базами данных, простота и бесплатность.

Синтаксис языка PHP позволяет быстро освоить этот язык любому, кто знаком с HTML, а если у Вас есть опыт программирования на других языках программирования, Вы сможете сравнить его с ними на собственном опыте и наверняка забудете о использовании других языков при разработке приложений для Интернет, используемых на стороне сервера [3].

Язык Perl (Practical Extraction and Report Language) является интерпретируемым языком, который появился еще до появления Internet. Язык Perl разработан в конце 80-х годов и получил распространение потому, что был доступен на каждом web-сервере, поскольку практически все они работали под управлением Unix, и альтернативой ему являлся только более сложный, чем Perl язык C.

Язык Perl создавался под разработку самых разных приложений, и потому в значительной степени избыточен. Для разработки Интернет-приложений проще и намного быстрее использовать язык PHP, который сразу разрабатывался под эти цели, проще интегрируется с уже имеющимся HTML и дает возможность аналогичные задачи решать более просто, чем язык Perl [4].

Язык Java (не путайте с JavaScript) – C-подобный язык, который разрабатывался как упрощенная и улучшенная версия языка C++.

Java относится к объектно-ориентированным языкам и обладает переносимостью, что является основными его достоинствами. Это позволяет создавать сложные и объемные приложения. Но у языка Java есть и недостатки: медленное выполнение и потребление большого количества памяти, как плата за кроссплатформенность, а также сложность разработки web-приложений по сравнению с языком PHP, практически не

уступающим Java в гибкости и масштабируемости созданных приложений [5].

Применение языка Java для разработки web-приложений не оправдано для относительно простых приложений, кроме того, это обходится значительно дороже, чем использование PHP.

Сделан сервер, отвечающий за тестирование, основанный на технологии XML/XSL. При поступлении ответов на сервер они записываются в текстовый файл. Проверка ответов и непосредственная запись их в файл происходит на языке PHP.

**Литература**

1. *Балыкина Е.Н.*, *Бузун Д.Н.* Тестология: электронный учебно-методический комплекс // ИБ АИК. № 32: Материалы IX конф. АИК. Москва; Томск, 2004. С. 17–19.

2. Аттестационное тестирование в сфере профессионального образования. http://www.att.nica.ru

3. *Кузнецов М.*, *Симдянов И.*, *Голышев С.* PHP 5 на примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. С. 576.

4. *Линкольн Д. Штайн*. Разработка сетевых программ на Perl: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2001. 752 с. с ил.

5. *Шилдт Г.*, *Джеймс Холмс.* Искусство программирования на Java. М.: Диалектика, 2005. С. 336.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

***С.М. Буркова, Ю.С. Михайлова, студенты 4-го курса каф. ЭМИС***

*ТУСУР, г. Томск, svetlana.burkova@gmail.ru*

Интенсивное развитие информационных технологий, компьютерной техники и средств телекоммуникаций нашло свое отражение в образовательных системах. Большое количество и разнообразие обучающего программного обеспечения ставит учебные заведения перед выбором электронной обучающей системы (ЭОС), наиболее полно удовлетворяющей требованиям организации учебного процесса. Далеко не всегда готовые решения, предлагаемые коммерческими программными продуктами, отвечают этим требованиям, а адаптация программного обеспечения по ряду причин (экономических, технических, организационных) оказывается нецелесообразной. В этой связи учебные заведения самостоятельно разрабатывают оригинальные ЭОС и внедряют их в учебный процесс.

Целью является исследование принципов проектирования и создания электронных обучающих систем, которые должны стать адаптивными и ориентированными на пользователя.

Проведенный анализ работ [1], посвященных проблеме электронного обучения, опубликованных в Интернет систем автоматизированного и дистанционного обучения и различного рода образовательных ресурсов, а также анализ их преимуществ и недостатков позволили сформулировать ряд требований к ЭОС, среди которых наиболее важными являются рассмотренные ниже требования:

– адаптивность;
– актуальность;
– безопасность;
– контентная независимость;
– масштабируемость;
– простота в использовании;
– развитость коммуникационных сервисов;
– разграничение полномочий пользователей;
– распределенность;
– расширяемость;
– универсальность программного обеспечения;
– универсальность системы;
– эффективность администрирования;
– эффективность контроля над ходом учебного процесса;
– эффективность работы;
– эффективные средства планирования учебного процесса [2].

В процессе исследования была принята следующая классификация электронных образовательных ресурсов по функциональному признаку, определяющему их значение и место в учебном процессе:

– учебно-методические электронные ресурсы (методические указания, методические пособия, рекомендации для изучения отдельного курса);

– обучающие электронные ресурсы (сетевые учебники и учебные пособия, мультимедийные, электронные текстовые учебники, электронные учебные пособия);

– вспомогательные электронные ресурсы (сборники документов и материалов, хрестоматии, книги для чтения, энциклопедии, справочники и др.);

– контролирующие электронные ресурсы (тестирующие программы, банки контрольных вопросов и заданий по учебным дисциплинам, банки тем рефератов, проектных работ) [3].

Рассмотрены стандарты форматов и принципов разработки образовательных ресурсов. Этот вопрос является чрезвычайно важным для сферы образования России. Конечная цель стандартизации информационно-образовательного пространства – достижение мобильности ресурсов, стабильности и эффективности учебного процесса.

Особое внимание было уделено дизайну ЭОС, поскольку дизайн играет немаловажную роль в процессе восприятия информации. Дизайн – это проектирование интерфейса, ориентированного на пользователя. Удобный, хорошо организованный интерфейс работает на более полноценный результат, привлекает внимание, позволяет быстрее и качественнее осваивать материал. Важным является визуальное целостное представление.

В учебник, помимо основного содержания, включены вспомогательные материалы: словарь, Flash-анимационные ролики.

Немаловажную роль играет навигация, поскольку это один из неотъемлемых атрибутов современных ЭОС. Навигация – средство управления страницами учебника. По сути это гиперссылки, с помощью которых осуществляются все внутренние связи. Навигатор представляет собой область страницы ЭОС, на которой расположены текстовые гиперссылки, ведущие слушателя от главы к главе по структуре учебника.

По аналогии с традиционными учебными материалами в ЭОС выделяют отдельные «порции» информации в виде страниц. В отличие от бумажной страницы размер электронной редко фиксируют в геометрическом смысле, но информационный объем страницы фиксирован и зависит от ее типа. Малое количество текста приводит к частым переходам от страницы к странице, что замедляет работу. В нашем случае каждый раздел учебника расположен на отдельной странице.

Всякое художественное оформление сведено к минимуму, основной упор сделан на то, чтобы информация была максимально доступна, легко находилась и быстро предоставлялась. Графика работает на информативность. Любые излишества в графическом оформлении увеличивают объем страниц и отвлекают внимание от учебного материала.

Выбор цветовой гаммы всегда субъективен, но в цветовой гармонии существуют и объективные законы, связанные с устройством глаза. Для оформления учебной информации необходимо использовать небольшое количество цветов, а также не слишком яркие оттенки.

В процессе работы были рассмотрены основные требования, принципы создания и проектирования электронной обучающей системы. Была предложена классификация электронных обучающих ресурсов и определены основные элементы интерфейса и навигации ЭОС. В результате работы создан вариант ЭОС, реализованный с использованием технологии XML. Разработана структура представления информации, содержащая главы, разделы и подразделы учебника. ЭОС содержит в себе словарь терминов с функцией поиска. Разработаны система навигации, интерфейс пользователя.

**Литература**

1. *Кабальнов Ю.С.*, *Тархов С.В.*, *Минасов Ш.М.* Информационно-обучающие среды образовательных систем. Уфа, 2002.

2. *Черткова Е.А.* Концепция спецификации требований для проектирования компьютерных обучающих систем. Саратов. 2005.

3. *Черткова Е.А.* Разработка компьютерных обучающих систем. Саратов, 2005.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДАННЫМ БАЗ ДАННЫХ

***Е.А. Ейбог*, студент 1-го курса магистратуры каф. ЭМИС**

*ТУСУР, г. Томск, EAEybog@mail.ru*

С самого начала развития вычислительной техники образовались два основных направления ее использования. Первое направление – применение вычислительной техники для выполнения численных расчетов, которые слишком долго или вообще невозможно производить вручную. Второе направление связано с использованием средств вычислительной техники в целях хранения, накопления и обработки данных (информации), что способствовало появлению и развитию компьютерных информационных систем, ядром которых является база данных. Для решения задач компьютерных систем используют специализированное программное обеспечение – системы управления базами данных (СУБД), которые позволяют структурировать, систематизировать и организовывать данные для их компьютерного хранения и обработки. Системы управления базами данных на сегодня составляют фундамент информационной деятельности практически во всех сферах деятельности человека. Информация становится главным стратегическим ресурсом, и своевременный доступ к ней – это критический фактор для успешного ведения бизнеса. Как только речь заходит о крупных базах данных, объемом в сотни, тысячи, миллионы записей, возникает проблема организации эффективного способа доступа к ним множества пользователей. В случае распределенных баз данных эта проблема становится еще более актуальной.

В связи с этим возникла необходимость анализа методов доступа к данным для разработки рекомендаций по использованию того или иного метода в зависимости от требований конкретной задачи.

Из литературных источников известно, что существует несколько различных методов взаимодействия приложения с базой данных. Все методы можно условно разделить на две категории:

– использование клиентского API, который содержит в своем составе СУБД;

– применение универсальных механизмов доступа к данным, которые обычно реализованы в виде библиотек и модулей (драйверов или провайдеров), содержащих стандартный набор функций или классов, реализованных на основе функций клиентского API конкретных СУБД.

Клиентские API для разных СУБД имеют существенно различные реализации.

Наиболее общеупотребительными среди универсальных механизмов являются ODBC, OLE DB, а также способы, использующие их для получения доступа к данным.

Технология ODBC была разработана компанией Microsoft как открытый интерфейс доступа к базам данных и предоставляет унифицированные средства взаимодействия приложения–клиента с сервером – базой данных. В основу интерфейса ODBC были положены спецификация CLI-интерфейса и язык SQL как стандарт языка доступа к базам данных.

Технология OLE DB (Microsoft) представляет собой низкоуровневый программный COM-интерфейс доступа к данным. Эта технология предоставляет постоянный доступ к SQL-данным, не SQL-данным и неструктурированным источникам данных по локальным сетям и Интернет.

В процессе работы были реализованы клиентские приложения для СУБД Sybase, СУБД Oracle, СУБД MySQL. Использование клиентского API является эффективным способом манипуляции данными в приложении. Данный метод обеспечивает максимальную скорость передачи и обработки запросов. Большим недостатком этого подхода является привязка приложения к конкретной СУБД. Достоинством универсальных механизмов является возможность применения одного и того же абстрактного API для доступа к разным типам СУБД. Приложения, использующие универсальные механизмы доступа к данным, легко модифицировать, если необходима смена СУБД. При этом модификация в большинстве случаев затрагивает не код приложения как таковой, а настройки доступа к данным. Однако использование универсальных методов лишает возможности доступа к уникальной функциональности, специфичной для конкретной СУБД, что влечет за собой снижение производительности приложений.

# МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

***Д.А. Иванов, студент 4-го курса каф. ЭМИС***
*ТУСУР, г. Томск, ivanof@sibmail.com*

Сегодня образование занимает одну из важнейших сфер человеческой жизни. Неотъемлемой частью любого образовательного процесса является самообразование, которое в привычном его понимании представляется индивидуальной работой человека с литературой. В связи с всеобщей компьютеризацией в настоящее время все активнее развиваются методы альтернативного самообразования, выраженные не только способностью передать какую-либо информацию, а возможностью обучить человека, продемонстрировать какие-либо процессы в наглядном ему виде, а также осуществить контроль полученных знаний. Все это объединяется в понятие: электронное учебное пособие или просто электронный учебник. Набор электронных учебников объединяется в группу, именуемую электронной библиотекой.

Еще до появления новой информационной технологии эксперты, проведя множество экспериментов, выявили зависимость между методом усвоения материала и способностью восстановить полученные знания некоторое время спустя. Если материал был звуковым, то человек запоминал около 1/4 его объема. Если информация была представлена визуально, – около 1/3 [1]. При комбинировании воздействия (зрительного и слухового) запоминание повышалось до половины, а если человек вовлекался в активные действия в процессе изучения, то усвояемость материала повышалось до 75% [1]. Эта информация оказывает большое воздействие на необходимость внедрения в обучающие системы мультимедийных данных.

Итак, мультимедиа означает объединение нескольких способов подачи информации – текст, неподвижные изображения (рисунки и фотографии), движущиеся изображения (мультипликация и видео), звук (цифровой и MIDI) – в интерактивный продукт [1].

Мультимедиа может быть грубо классифицирована как линейная и нелинейная. Аналогом линейного способа представления может являться кино. Человек, просматривающий данный документ, никаким образом не может повлиять на его вывод. Нелинейный способ представления информации позволяет человеку участвовать в выводе информации, взаимодействуя каким-либо образом со средством отображения мультимедийных данных. Участие человека в данном процессе также называется интерактивностью. Такой способ взаимодействия человека и компьютера наиболее полным образом представлен в категориях

компьютерных игр. Нелинейный способ представления мультимедийных данных иногда называется «гипермедиа».

В качестве примера линейного и нелинейного способа представления информации можно рассматривать такую ситуацию, как проведение презентации. Если презентация была записана на пленку и показывается аудитории, то этот способ донесения информации может быть назван линейным, так как просматривающие данную презентацию не имеют возможности влиять на докладчика. В случае же живой презентации аудитория имеет возможность задавать докладчику вопросы и взаимодействовать с ним прочим образом, что позволяет докладчику отходить от темы презентации, например, поясняя некоторые термины или более подробно освещая спорные части доклада. Таким образом, живая презентация может быть представлена как нелинейный (интерактивный) способ подачи информации [2].

На сегодняшний момент существует большое количество форматов предоставления мультимедийных данных, начиная от простых изображений и звуковых потоков до интегрированных систем, включающих в себя всевозможные форматы мультимедийных данных.

Также существует большое множество программных средств для разработки мультимедийных приложений. Их можно разделить на несколько категории:

средства создания и обработки изображения;

средства создания и обработки анимации, 2D, 3D-графики;

средства создания и обработки видеоизображения (видеомонтаж, 3D-титры);

средства создания и обработки звука;

средства создания презентации.

Для подробного ознакомления выберем технологию, которая объединяет в себе все возможные виды мультимедийных данных – технологию Flash.

Технология Flash основана на использовании векторной графики в формате Shockwave Flash (SWF). Хотя это далеко не первый векторный формат, создателям SWF удалось найти наиболее удачное сочетание между изобразительными возможностями графики и инструментальными средствами для работы с ней.

В основе Flash лежит векторный морфинг, т.е. плавное «перетекание» одного ключевого кадра в другой. Это позволяет делать достаточно сложные мультипликационные сцены, задавая лишь несколько ключевых кадров для каждого объекта.

Главными особенностями Flash технологии являются:

– небольшой размер конечного ролика;

– возможность внедрения в ролик таких мультимедийных данных, как изображения, аудио- и видеопотоки;

– возможность создания сложных анимационных сцен;

– возможность создания интерактивных сцен средствами встроенного интерпретируемого языка Action Script.

К недостаткам Flash-приложений можно отнести требовательность к ресурсам процессора (в случае одновременного нахождения на сцене большого количества сложных объектов или сложных анимационных сцен). Поэтому недостаточная мощность компьютера может привести к искажению результатов работы Flash-приложения, связанных с отображением анимации или подсчетом времени.

Другой недостаток заключается в том, что не всегда есть возможность запустить Flash-приложение, либо она связана с некоторыми трудностями (например, необходимо установить плагин или обновить его до последней версии).

Flash-файлы имеют расширение .swf и просматриваются с помощью Flash Player, который может быть установлен как плагин для браузера. Также swf-файлы можно просматривать с помощью плейера Gnash. Распространяется бесплатно через сайт Adobe. Исходные файлы с расширением .fla создаются в среде разработки Adobe Flash, а потом компилируются в понимаемый Flash Player формат – .swf [3].

В качестве примера был создан интерактивный мультимедийный ролик демонстрирующий перевод числа из десятичной системы исчисления в двоичную.

**Литература**

1. Мультимедиа для всех: Статьи И.Р. Кузнецова (http://inftech.webservis.ru/it/multimedia).

2. *Новосельцев С.* Мультимедиа – синтез трех стихий // Компьютер–Пресс. 1991. № 7.

3. *Бурлаков М.В.* Adobe Flash CS3. Самоучитель. М.: Диалектика, 2007. 624 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ORACLE SPATIAL В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

***Н.А. Кабаненко*, *студент 3-го курса***

*ТУСУР, г. Томск, nieky@mail.ru*

Хранение пространственных данных является сегодня актуальной проблемой. Активное развитие данного класса ПО различных организа-

ций ГИС привело к потребности хранения пространственных данных в едином хранилище. В результате работы корпорации Oracle и ведущих разработчиков ПО для работы с пространственными данными (например, Autodesk, Intergraph, MapInfo) был создан интегрированный в СУБД Oracle модуль Spatial, который позволяет хранить и обрабатывать пространственные данные.

Преимущества использования Oracle для хранения пространственных данных:

– хранение пространственных данных в открытом, стандартизированном формате;

– хранение пространственных и семантических данных в единой СУБД;

– стандартизованный, унифицированный доступ как к пространственным, так и к семантическим данным через SQL;

– обеспечение совместной работы с данными и разделение доступа на уровне СУБД Oracle;

– надежность, производительность и масштабируемость СУБД Oracle;

– техническая поддержка и постоянное совершенствование программного обеспечения Oracle.

Oracle Spatial поддерживает объектно-реляционную модель для представления геометрии. Объектно-реляционная модель использует таблицы со столбцом MDSYS.SDO_GEOMETRY и строкой для каждого примера геометрии.

Индексирование пространственных данных в Oracle Spatial осуществляется с помощью двух технологий: R-tree-индексирование и индексирование деревом квадратов (Quadtree-индексирование). Каждая из этих технологий применяется в определенных случаях. R-tree-индекс аппроксимирует каждую геометрию одним прямоугольником – MBR минимально близко к самой геометрии, как показано на рис. 1:

Рис. 1. MBR аппроксимирует геометрию

Индексирование позволяет получать быстрый доступ к запрашиваемым данным.

Тип SDO_GEOMETRY состоит из следующих столбцов:

SDO_GTYPE NUMBER,

SDO_SRID NUMBER,

SDO_POINT SDO_POINT_TYPE,

SDO_ELEM_INFO MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY,
SDO_ORDINATES MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY.

Использование данного типа позволяет выполнять различные операции над пространственными данными.

В Oracle Spatial имеется набор операторов и функций для выполнения запросов, пространственных join-запросов и других операций для анализа пространственных данных. Таким образом, Oracle Spatial предлагает альтернативный вариант решения задач, не входящих напрямую в функции ГИС.

Анализ пространственной базы данных – это система построения запросов к пространственной БД и обработка полученных данных при помощи методов и алгоритмов. Пространственные данные могут включать любые объекты, представляемые в векторном виде точками, линиями и полигонами.

Анализируя задачи, решаемые в рамках ГИС, можно выделить следующие требования к системам запросов:

– Система должна поддерживать запросы с указанием точки, линии и полигона.

– Система должна иметь возможность поддерживать вложенные запросы.

– Пользователь может создавать свои комбинированные запросы.

При разработке примерной ГИС (например, на основе Autodesk MapGuide) все запросы можно разбить на группы, где пользователь указывает объект и место выборки и где пользователь указывает место выборки и условие без указания объекта. Группы запросов можно объединить в пакеты процедур и функций. Следовательно, можно выделить набор пакетов:

1. Пакет функций и процедур, содержащий запросы с указанием точки:

– выборка дуг, выходящих или входящих в точку;

– выборка совпадающих объектов (находящихся в той же самой координате – точка в точке);

– выборка объектов, которые содержат внутри себя указанную точку (линии или полигоны);

– выборка объектов по буферной зоне;

– ближайший объект от указанной точки по прямой.

2. Пакет функций и процедур, содержащий запросы с указанием линии:

– выборка объектов на конечных точках;

– выборка пересекаемых объектов;

– выборка объектов из буферной зоны;

– выборка всех соприкасаемых объектов.

3. Пакет функций и процедур, содержащий запросы с указанием полигона:

– выборка всех объектов внутри полигона;

– выборка всех объектов, пересекающих границы полигона;

– выборка объектов, попадающих в буферную зону полигона.

4. Пакет процедур и функций, содержащий запросы без указания определенного объекта:

– выборка всех точек, которые являются вершинами полигонов;

– выборка всех полигонов с заданным количеством сторон.

Все вышеперечисленные запросы являются шаблонными, и из них строится система, при помощи которой пользователь сможет комбинировать нужные ему запросы в один сложный для получения необходимого результата. Данные наборы запросов позволяют разрабатывать полнофункциональную ГИС.

**Литература**

1. http://www.oracle.com/technology/products/spatial/pdf/10gr2_collateral/spatial_twp_10gr2.pdf

2. http://www.oracle.com/global/ru/oramag/feb2006/tema_rdtex_ora2.html

3. *Шаши Шекхар*, *Санжей Чаула*. Основы пространственных баз данных. М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. 336 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРНЕТ БРАУЗЕРОМ

***С.В. Комзолов*, *студент 1-го курса магистратуры каф. ЭМИС***

*ТУСУР, г. Томск, Truth-Digger@sibmail.com*

С развитием Интернета и соответствующим ростом его услуг, в частности веб-сайтов, появилось большое количество веб-браузеров, которые предназначены для просмотра и навигации по веб-страницам.

Наиболее распространенным браузером является Internet Explorer, предложенный компанией Microsoft.

Большое распространение получили сайты с пользовательским интерфейсом, который позволяет производить различные манипуляции на сайте, например заполнение форм, выполнение запросов и многие другие.

С целью автоматизации действий на веб-странице и экономии времени было разработано приложение – WebExplorer, уникальной возможностью которого является задание алгоритмов манипуляции элементами веб-страницы. Например: нажатие кнопки, заполнение полей, обновление страницы, переход на другую страницу, а также циклические действия.

Разработанное приложение WebExplorer базируется на открытом интерфейсе IWebBrowser2 [1, 2]. Это приложение выполняет поиск за-

пущенных экземпляров веб-браузеров Internet Explorer и подсоединение к ним. При отсутствии запущенных экземпляров он создается.

Для запуска сценария необходимо загрузить файл, содержащий сценарный код. Автором разработан интерпретируемый язык исполнения сценариев без привязки к конкретным браузерам, что дает возможность использования предлагаемой методики с другими известными аналогами Internet Explorer.

С целью облегчения написания сценарного файла в программе предусмотрен набор элементов управления, позволяющих упростить пользователю процесс написания сценария.

Чтобы написать какой-либо сценарий, необходимо подсоединиться к запущенному экземпляру Internet Explorer либо создать его, затем перейти на веб-страницу. После осуществления изложенных действий программа заполняет список элементов веб-страницы, и пользователь может приступить к выборке соответствующих действий над этими элементами.

Программа позволяет эффективно выполнять часто повторяющиеся действия, например многократное нажатие кнопки, что для обычного пользователя может стать весьма трудной задачей. Также имеется возможность запуска последовательности действий в определенное время, что может дать определенному кругу пользователей существенное преимущество над другими, т.к. у них появляется возможность опережения.

По мнению автора, разработанная программа может получить широкое распространение, т.к. она позволяет выполнять заранее написанные сценарные действия, что дает возможность пользователям сэкономить время при выполнении повседневных долгих процедур на определенных веб-страницах.

**Литература**

1. http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa752127.aspx
2. http://www.rsdn.ru/Forum/?mid=2839001

## АРХИТЕКТУРА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

***Д.И. Литвинова*, *студентка 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, dasha_lv@mail.ru*

В последнее время большое распространение получили ГИСы – программные продукты, которые предназначены для создания, визуализации и анализа данных об объектах, имеющих географическую привязку и атрибутивные характеристики. ГИС кардинально отличаются от большинства других информационных систем тем, что вся информация в них очень наглядно представлена в виде электронных карт, позволяя человеку извлекать новые знания.

Сегодня геоинформационные системы решают самые разные задачи в различных отраслях экономики.

Для хранения данных используются списки. Поскольку такое хранение данных является наиболее универсальным, то добавление элементов в список и получение доступа к одним элементам из других происходит без особых проблем. Немаловажным фактором является то, что такая структура хранения не требует большого объема памяти.

Для реализации геоинформационной системы была построена следующая архитектура.

В основе иерархии лежит класс Объекты, которые различаются на типы: вершина, полилиния, полигон. Вершина характеризуется географическими координатами. Полилиния представляет собой последовательность соединенных отрезками точек. Полигон представляет собой двумерные объекты, состоящие из нескольких контуров, заданных в виде последовательности замкнутых линий, и частей плоскости внутри контуров.

Полями этого класса будет указатель на Слой, к которому относится объект, флаги – видимый и отмеченный (является ли объект видимым/выбранным в данный момент). Методами класса будут: рисование объекта, рисование точки, полилинии, полигона.

Для обеспечения высокой наглядности карты существует класс Меток. Под меткой будем понимать объект, содержащий текстовую информацию о привязанной к нему реализации класса Объект. Классы находятся на одном уровне. Полями класса являются: ширина и высота метки, цвет метки, флаг – видимость метки, ссылка на Объект, текст, а также параметры форматирования, применяемые к тексту: цвет, шрифт, размер. Методы, принадлежащие классу: рисовать и установить значение текста.

В основе ГИС лежит концепция послойной организации данных. То есть однотипные данные на земной поверхности группируются в слои (иногда называемые темами). Деление производится так, чтобы в одном слое были сгруппированы объекты одной природы происхождения. Совокупность всех слоев в ГИС образует карту.

На уровень выше класса Объекты лежит класс Слой. Он имеет такие методы, как создание нового/удаление слоя, рисование слоя, нажатие левой и правой кнопкой мыши; действия, применяемые к Объектам и Меткам: добавление, удаление, выделение и перемещение. Наиболее важными полями класса являются: имя, список меток и ссылок на объекты, принадлежащие слою, флаги: отображение меток, редактируемость слоя и видимость слоя. В случае необходимости некоторые слои карты могут быть временно отключены, чтобы не мешать просмотру остальных.

Обобщающим классом является класс Карта. Полями класса являются: имя карты, список слоев, входящих в карту, флаг изменения масштаба. Поскольку масштаб карты можно изменять, то необходимы поля для хранения масштаба источника текущего, максимального и минимального масштабов. Видимый компонент – поле Image, предназначен для отображения карты на экране. Методы, которые можно применить к этому классу: создание нового объекта, загрузка карты из файла, сохранение карты в файл, увеличение и уменьшение масштаба, измерение расстояния между объектами на карте, рисование карты на экране. Действия, производимые пользователем: нажатие левой и правой кнопки мыши, прокрутка колеса, движение мышки. Действия, применяемые к слоям: добавление и удаление слоя.

Приведенная архитектура является универсальной и после определенной доработки может быть применена в большинстве ГИС.

**Литература**

1. *Скворцов А.В.* Геоинформатика: Учебное пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. 336 с.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ МЕЖДУ КЛИЕНТОМ И СЕРВЕРОМ. ПРОВАЙДЕРЫ ДЛЯ ДОСТУПА К БАЗАМ ДАННЫХ

***В.А. Лобанов*, *студент 3-го курса***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *vadimcom@yandex.ru*

В настоящей статье описывается один из возможных способов построения информационной системы доступа к библиографическим базам данных, распределенным по мини-серверам, на основе протокола Z39.50.

Толчком для создания подобного программного комплекса явилась задача организации унифицированного сетевого доступа к библиографическим базам данных института, находящихся под управлением интегрированной информационно-поисковой системы CDS/ISIS/M версии 3.0 и выше (далее – ISIS), с использованием возможностей сети Internet и сервиса WWW. При этом принимались во внимание следующие необходимые условия:

– Совместимость с мировыми стандартами.

– Обеспечение надежной коммуникационной дисциплины или дисциплины обмена данными на основе протокола TCP/IP.

– Эффективная по времени и потребляемым системным и сетевым ресурсам реализация функции системы управления базами данных (СУБД) ISIS.

– Наличие удобного русскоязычного пользовательского интерфейса, в том числе графического.

– Переносимость (что подразумевает доступность исходного кода) либо наличие версий программного продукта для установки на различные аппаратные платформы в средах ОС UNIX, Windows NT, Windows 95.

– Низкая стоимость.

Эти условия определяют, в свою очередь, требования к информационной системе, предназначенной для обеспечения доступа к библиографическим базам данных через Internet с использованием широко распространенных Web-броузеров типа Netscape или MS Internet Explorer:

– Централизованное хранение информации о всех доступных библиографических ресурсах с возможностью динамического обновления.

– Доступ к базам данных в CDS/ISIS в своем исходном виде по модели «клиент–сервер» с возможностью форматного вывода информации.

– Корректную работу с кириллическими текстами и поисковыми полями.

– Возможность управления доступом к информационной системе в целом и к конкретным базам данных на уровне IP адресов, сетей и конкретных пользователей.

– Сбор статистической информации по работе с базами данных.

– Возможность расширения для организации доступа к другим информационным ресурсам.

– Предоставление каждому пользователю графического интерфейса для организации поиска и просмотра информации из библиографических баз данных на основе стандартных протоколов.

Центральное место в информационной системе, несомненно, занимает сервер баз данных, поддерживающий протокол Z39.50. Для этого был разработан модульный сервер Z39.50, допускающий работу с данными различных СУБД. Включение в поисковую систему данных из новой СУБД для описываемого сервера сводится к разработке специального модуля с фиксированным программным интерфейсом (провайдер данных).

Функциональные характеристики сервера существенно зависят от возможностей поставщиков (провайдеров) данных. Все провайдеры данных представляют собой динамически загружаемые библиотеки Win32 (для версии 1) или отдельные модули, включаемые в код сервера на стадии компоновки (для версии 2). На сегодняшний момент в комплект сервера входят следующие провайдеры данных:

Провайдер данных CDS/ISIS (в.1,2) – обеспечивает доступ к базам данных CDS/ISIS. В версии 1 сервера доступ к данным организован через динамически загружаемую библиотеку Win32 – модуль WWWISIS

(Bireme), в версии 2 сервер содержит оригинальный программный код провайдера данных CDS/ISIS, включающий поисковую машину. Этот провайдер работает с данными, для создания которых используется другое программное обеспечение, например CDS/ISIS v.3.

Провайдер удаленного доступа Z39.50 (в.1,2) – обеспечивает перенаправление запроса к другим серверам по протоколу Z39.50. Этот провайдер данных реализует прозрачный доступ пользователя к распределенным по разным серверам ресурсам.

Провайдер доступа к файл-организованным текстовым данным (в.2) – основан на коде Zebra (IndexData) и поддерживает доступ к текстовым и MARC базам данных, организованных в виде обычных файлов. Совместно с пакетом индексации Zebra позволяет включить в информационную систему Z39.50 полнотекстовые данные.

Провайдер метаданных (в.1,2) – обеспечивает доступ к специальной базе данных IR-Explain-1, содержащей (согласно протоколу Z39.50) описание сервера, баз данных, атрибутов, выходных форматов и другую метаинформацию (см. выше).

Провайдер данных MS-ADO (в.1) – обеспечивает извлечение данных через интерфейсы MS ADO из OLE DB, а следовательно, из всего множества OLE DB провайдеров данных, в том числе ODBC-совместимых СУБД (например, из MS-SQL, FoxPro).

В настоящее время ведутся работы по расширению возможностей сервера в части поддержки дополнительных функций Z39.50 (сортировка, расширенный сервис, управление доступом и др.).

**Литература**

1. *Жижимов О.Л.*, *Мазов Н.А.*, *Фролов А.С.* Доступ к базам данных ISIS из Internet и построение распределенной информационной системы // Вычислительные технологии. 1997. Т. 2. № 3. С. 45–50.

2. ANSI/NISO Z39.50-1995. Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification. Z39.50 Maintenance Agency Offical Text for Z39.50-1995, July 1995.

3. *Племнек А.И., Усманов Р.Т.* Z39.50: открытый доступ к библиографической информации // Научные и технические библиотеки. 1998. № 8. С. 24–28.

4. Index Data. YAZ User's Guide and Reference. Version 1.4.
(http://www.indexdata.dk)

5. Index Data. Zebra Server – Administrators's Guide and Reference. Revision 1.38. (http://www.indexdata.dk)

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС «УКРУПНЕНИЕ РЕГИОНОВ»

***Р.А. Мамрашев, И.С. Ходаков, студенты 5-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, eretic_cosma@rambler.ru*

В настоящее время найти информацию о процессе укрупнения регионов не составляет большого труда, но следует отметить тот факт, что эта информация не систематизирована и разнесена по многочисленным источникам. Так, новости о процессе укрупнения представлены на новостных сайтах, аналитические статьи – на различных источниках с большим количеством статей и т.д. На сегодняшний момент нет ни одного источника с систематизированными новостями, статьями, аналитикой по отдельным укрупнениям или по процессу укрупнения в целом без «лишней» информации.

Для оценки информатизации процесса укрупнения регионов были проанализированы сайты [1–8], содержащие информацию об укрупнении регионов РФ, по нескольким критериям. Результаты оценки сайтов по критериям представлены в таблице, откуда видно, что отсутствует сайт, отвечающий всем выдвинутым критериям.

**Оценка источников информации об укрупнении по критериям**

| Сайт | Критерии | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | По содержанию | | | | |
| | Обновляемость | Удобство навигации | Наличие «лишней» информации | Наличие опроса | Наличие аналитики | Наличие новостных статей | Наличие НПА |
| Ukrupnenie.ru | – | + | – | + | + | –/+ | + |
| Federalism.ru | + | + | + | – | + | –/+ | – |
| Kazanfed.ru | + | + | + | – | + | – | – |
| Stratagemma.ru | + | + | + | + | + | + | – |
| Regnum.ru | + | –/+ | + | – | – | + | – |
| Ng.ru | + | – | + | – | – | + | – |
| Rg.ru | + | – | + | – | – | + | – |
| Bd.fom.ru | + | + | + | + | – | – | – |

Предлагаемая информационная система предполагает предоставление пользователям систематизированной информации о процессах объединения регионов. Также с ее помощью, органы государственной власти могут проводить социологические опросы перед инициативой и в процессе объединения регионов.

Предполагается реализовать функцию оценки социально-экономических последствий объединения регионов, используя упрощенную автоматизированную информационную систему «ОПОРА» [9] и модель комплексной оценки социально-экономического развития территории в рамках объединения регионов Российской Федерации [10].

Доступ к информационной системе предполагается осуществить через WWW. Предполагается следующая структура Internet-сайта:

Новости:
- По дате
- По конкретной дате
- За период времени
- По теме
- Общие
- По запущенным проектам
- По обсуждаемым проектам
- По завершенным проектам

Проекты:
- Запущенные проекты
- Обсуждаемые проекты
- Завершенные проекты

Публикации:
- НПА
- По уровню
- По сюжету
- Статьи
- По видам
- По сюжетам
- По источникам
- Книги

Опросы:
- Текущий
- Предыдущие
- Поиск по сайту
- Форум
- Карта сайта

Ссылки:
- ОГВ
- Новости
- Похожие
- Полезная информация
- Контакты.

При реализации проекта планируется построить Interet-приложение с доступом к базе данных.

Примером может служить приложение динамической публикации отчетов, где в качестве CGI-процедуры используется генератор отчетов с настраиваемыми параметрами. Браузер считывает введенные элементы формы, формируется сообщение и отправляется на сервер. Форме соответствует внешняя процедура сервера, которая активизируется при получении сообщения [11].

**Литература**


1. Укрупнение.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.ukrupnenie.ru

2. Сайт о проблемах федерализма в РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.federalism.ru

3. Сайт Казанского института федерализма [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.kazanfed.ru

4. Стратагемма.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.stratagemma.ru

5. Информационное агентство «ИА Regnum» [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.regnum.ru

6. Официальный сайт «Новой газеты» [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.ng.ru

7. Официальный сайт «Российской газеты» [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.rg.ru

8. Официальный сайт «Фонда «Общественное мнение» [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: www.bd.fom.ru

9. *Сидоров А.А.*, *Мамрашев Р.А.* Концептуальные основы разработки автоматизированной информационной системы оценки последствий объединения регионов // Информационные технологии в науке, образовании и экономике: Материалы II Всероссийской научной конференции, 6–8 ноября 2007 г.: В 2 ч. Ч. 2. Якутск, 2007.

10. *Мамрашев Р.А.*, *Сидоров А.А.* Оценка социально-экономического развития территории в рамках объединения регионов Российской Федерации // Студенческий сборник статей ТУСУР–2007: Первый ежегодный сборник статей по результатам научно-исследовательской деятельности студентов по приоритетным направлениям развития научных исследований ТУСУР: В 2 ч. Ч. 2. Томск: В-Спектр, 2007. 220 с.

11. *Веберова И.И.* Распределенные информационные системы: Учебное пособие. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2001.

# АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ DOM-XML И COM

***Д.Н. Насыртдинов, В.В. Марченко***

*Томский политехнический университет, depeche@sibmail.com*

В настоящее время компьютеры все более активно используются для обработки и анализа биопотенциалов человека. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) – запись электрической активности головного мозга – применяется в медицине при выявлении различных патологий головного мозга, т.к. позволяет дополнить картину болезни данными о функциональном состоянии центральной нервной системы [1]. При компьютерном анализе данные ЭЭГ представляются в виде последовательностей чисел – значений разности потенциалов, снятых во времени с фиксированным интервалом (частотой).

Традиционные методы анализа ЭЭГ, реализованные в имеющихся программных комплексах, такие как спектральный анализ, исходят из предположения стационарности процесса, описываемого ею. В то же время на сегодняшний момент разработаны новые методы, учитывающие нестационарность ЭЭГ, такие как метод нелинейной динамики и вейвлет-анализ, которые могли бы помочь медикам получить больше важной информации из ЭЭГ.

Однако в имеющихся программных комплексах добавление новых методов анализа невозможно или крайне затруднено ввиду их архитектурной закрытости и ориентированности на работу с аппаратными средствами снятия ЭЭГ – электроэнцефалографами. Целью данной работы является разработка архитектуры программного комплекса, ориентированного на работу с ЭЭГ-данными из различных источников, в котором расширение аналитической функциональности было бы максимально упрощено.

Для достижения поставленной цели была разработана архитектура принципиально нового учебно-прикладного комплекса для анализа ЭЭГ, обладающая следующими преимуществами по сравнению с существующими аналогами:

– технологии, используемые в разработке, предоставляют возможность работы над комплексом нескольким программистам, распределяя обязанности между «чистыми программистами», реализующими каркас комплекса, и математиками-прикладниками, разрабатывающими модули с новыми методами обработки и анализа данных;

– представление данных внутри комплекса унифицировано для обеспечения строгости и единообразия всех составляющих частей программы;

– архитектура программного комплекса является открытой и модульной, что позволяет сравнительно легко расширять его функциональные возможности и проверять теоретические предположения на практике.

Описанные выше преимущества были достигнуты в результате применения двух технологий – DOM-XML и COM.

XML (eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки) используется как основной формат обмена данными внутри комплекса (рис. 1). Модуль загрузки помещает данные ЭЭГ внутрь дерева XML-документа, доступ к которым осуществляется путем вызова методов DOM (Document Object Model – объектная модель документа, технология, широко применяемая для работы с XML). Требуемые для анализа участки ЭЭГ помещаются в XML-документ, содержащий, помимо самих данных, различную вспомогательную информацию, такую как частота дискретизации сигнала или имя пациента. Полученный из модуля загрузки ЭЭГ XML-документ в виде строки отправляется к методам обработки, которые разбирают его, извлекая необходимые для работы данные. Важно отметить, что XML позволяет, отправляя по сути одинаковые входные данные для любого метода, не беспокоиться о совместимости их с реализацией метода – каждый метод извлечет из входных XML-данных только необходимую ему информацию. После обработки данных результат помещается в выходной XML-документ. Затем к выходным данным в XML можно применить XSLT-преобразование для получения наглядных HTML-, Adobe PDF и текстовых отчетов, осуществления агрегации результатов обработки для многих пациентов и многое другое.

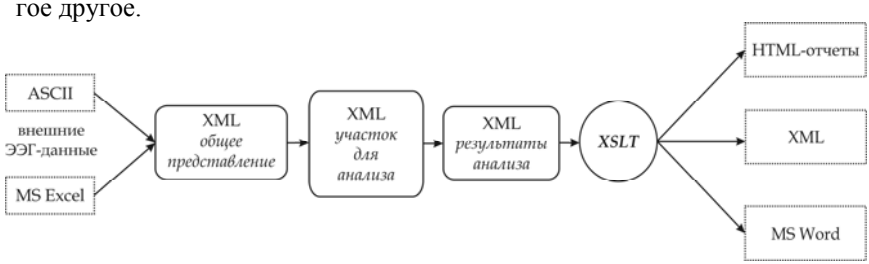



Рис. 1. Представление данных внутри комплекса

Каждый из компонентов комплекса реализован в виде COM-объекта – программного модуля, реализующего некоторый функционал через абстракцию COM-интерфейса. Это дает возможность улучшать производительность и надежность каждой составляющей программы по отдельности, не боясь разрушить принципы их взаимодействия (рис. 2). Примером такого компонента может служить модуль загрузки данных ЭЭГ libEEGDOM, доступный через интерфейс IEEGDOM.

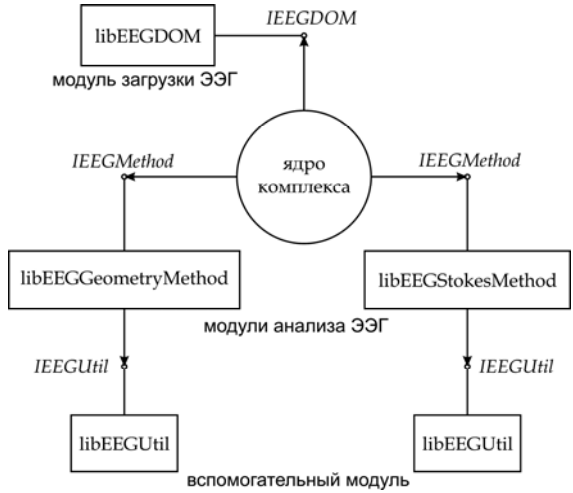


Рис. 2. Архитектура программного комплекса для анализа ЭЭГ

Методы анализа ЭЭГ реализованы также в виде COM-объектов – это дает возможность автономной работы над реализацией конкретного метода для исследователя, который может сосредоточиться на улучшении быстродействия и точности алгоритма, не вникая в особенности графического интерфейса пользователя или получения ЭЭГ-данных из внешних источников.

В результате работы на основе технологий DOM-XML и COM была разработана архитектура программного комплекса, которая в данный момент успешно реализуется в средах разработки Delphi™ и C++ Builder™ от компании Borland.

**Литература**

1. *Сахаров В.Л.*, *Андреенко А.С.* Математические методы анализа электроэнцефалограмм. Таганрог: Антон, 2000. 44 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕБ 2.0 В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

***А.В. Отчалко*, *студент 5-го курса***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *alexey_otchalko@mail.ru*

В последнее время большое развитие получили так называемые технологии Веб 2.0. Четкого определения данного понятия нет, но можно сказать, что различные Интернет-сервисы, использующие в своей

основе принципы коллективизма, кооперации, открытости, доступности, интерактивности, можно смело называть Веб 2.0. Один из непременных аспектов данных сервисов – возможность создания контента самими пользователями. В частности, яркими примерами являются различные сервисы, поддерживаемые компанией Google, в том числе Google Earth (Google Планета Земля) и Google Maps (Google Карты) [1]. Данные сервисы служат для совместного использования геоинформации об объектах реального мира, полученной из различных источников и отличающейся атрибутивными данными. Создание и размещение информации на данных сервисах осуществляется в виде создания файла специализированного формата – KML.

KML, или Keyhole Markup Language, – это язык, наследующий XML грамматику и формат файлов, для отображения географических данных в геобраузерах [2]. Данный формат изначально разработан фирмой Keyhole Inc., в дальнейшем купленной компанией Google. В настоящее время разрабатывается версия 2.2 языка и ведется его принятие в Open Geospatial Consortium в качестве открытого стандарта для всех геобраузеров. Формат KML представляет возможности для создания и организации в различные структуры географических примитив, интерактивного взаимодействия с пользователем и управления процессом загрузки данных. Кроме того, данный формат поддерживает 3D модели объектов. Это позволяет отображать на поверхности Земли различные объекты, непосредственно не присутствующие на спутниковых фотографиях. Кроме того, возможность одновременного отображения информации из нескольких источников предоставляет возможности для пространственного анализа.

Так как любой KML файл – сформированный по всем правилам XML документ, то динамическая генерация KML файлов легко реализуется при помощи средств управления данными в XML формате. К примеру, стоит упомянуть стандарт DOM XML, имеющий реализации практически во всех широко используемых языках программирования. Одна из проблем, которая может здесь возникнуть, – необходимость пересчета координат объекта. Зачастую в ГИС используется некоторая локальная система координат, в то время как KML использует фиксированную стандартную систему координат World Geodetic System of 1984 (WGS84). Такое ограничение не позволяет использовать данный язык для геодезических целей, ограничивая его только как средство для просмотра геоданных.

Рассмотрим прототип системы, которая позволяет динамически генерировать KML файлы по хранящейся в пространственной базе данных (Oracle Spatial) информации. В качестве программного средства реализа-

ции был выбран язык сценариев PHP как веб-ориентированный язык программирования, имеющий большой инструментарий по работе с XML документами. Для генерации требуемого KML документа был использован алгоритм, представленный на рис. 1.

В качестве основы построения берется пустой документ, содержащий лишь заголовок XML и один корневой элемент <kml/>. Затем каждому полученному из базы объекту ставится в соответствие свой тип элементов языка KML. Из фала считывается XML шаблон требуемого элемента, который заполняется необходимыми данными. Полученный XML элемент добавляется в результирующий KML файл. После заполнения всего документа происходит его очистка и сжатие для снижения сетевого трафика.

Рис. 1. Схема алгоритма динамической генерации KML-документа

Данный подход к решению проблемы имеет множество преимуществ, к примеру:

– обеспечивает гибкость и адаптируемость метода к различным изменениям, как в БД, так и в структуре выходного файла;

– позволяет легко добавлять поддерживаемые типы элементов, а также реагировать на изменение спецификации языка разметки KML.

Такая система может быть использована для совместного использования информации об инженерной инфраструктуре крупных территориальных организаций (например, электронный генеральный план предприятия).

**Литература**

1. *Тим О'Рейли.* Что такое Веб 2.0 // Компьютерра. 2005. № 37 (609), 38 (610).

2. http://code.google.com/apis/kml

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛА ПОСЛЕВУЗОВСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТУСУРа

***Е.С. Павинич, А.В. Свищенко, П.В. Сенченко, Т.Ю. Коротина, И.А. Ярымова***
*ТУСУР, г. Томск, evglen@ms.tusur.ru*

Отдел послевузовского профессионального образования Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ОППО ТУСУРа) является структурным подразделением научного управления, осуществляющим функции организации и контроля подготовки специалистов высшей квалификации (кандидатов и докторов наук); организации и контроля дополнительной подготовки специалистов высшей квалификации, связанной с оказанием платных образовательных услуг.

Основной деятельностью ОППО являются:

– Информационное обеспечение, заключающееся в определении целевой аудитории для проведения информационной работы с целью набора, а также разработки и создание информационно-рекламных материалов о деятельности ОППО ТУСУРа.

– Организация приема в аспирантуру и докторантуру.

– Прикрепление соискателей ученой степени кандидата наук к аспирантуре ТУСУРа.

– Подготовка годовых и текущих отчетов, статистических отчетов по запросам вышестоящих организаций.

– Организация аттестации аспирантов и соискателей с целью контроля выполнения индивидуальных учебных планов аспирантами и индивидуальных планов работы соискателями.

У каждого факультета университета существует собственная учебная деятельность. С каждым годом информации о магистрантах, аспирантах, докторантах и соискателях становится больше. Факультетам ТУСУРа необходима оперативная информация об учебной деятельности своих кафедр. Подразделению ОППО требуется подготовка годовых и текущих отчетов, статических отчетов по запросам вышестоящих организаций.

По этим причинам очевидна необходимость создания принципиально новой автоматизированной информационной системы в рамках вуза для нужд научного управления.

Основной целью создания системы является автоматизация и оптимизация управления процессом подготовки кадров высшей квалификации, в том числе:

– ведение БД обучаемых (аспирантов, соискателей, докторантов, магистрантов);

– ведение БД диссертационных советов;

– ведение БД профессорско-преподавательского состава (научных руководителей);

– учет организаций, с которыми взаимодействует ОППО по подготовке кадров высшей квалификации;

– мониторинг, учет и контроль процесса обучения аспирантов, докторантов и др.;

– мониторинг, учет и контроль процесса обучения аспирантов;

– формирование отчетности (в том числе статистической);

– формирование основных документов (договора, приказы и т.д.).

В рамках предоставления вузом отчетности:

– формирование отчетной документации для предоставления в министерство, Росаккредагентство, администрацию Томской области, управление статистики и др.;

– формирование отчетной документации для внутренней отчетности вуза;

– формирование академических документов для предоставления по запросам подразделений университета.

Рассмотрим механизм технической реализации информационной технологии поддержки деятельности ОППО. Для основной составляющей части проекта (автоматизации отдела ОППО) достаточно использовать архитектуру клиент–сервер в связи с территориальной обособленностью подразделения, другие АРМы (для кафедр и других структурных подразделений ТУСУРа) и средства интеграции с ИАСУ «Университет» проектируются в многоуровневой архитектуре, что позволяет существенно упростить распределенные вычисления, делая их не только более надежными, но и более доступными.

В рамках ИАСУ «Университет» повсеместно используется СУБД Oracle. Применение СУБД Oracle в АИС «Управление подготовкой кадров высшей квалификации» является ограничением проектирования. В качестве инструмента разработки АИС выбрана среда визуального программирования Borland Delphi 7.0. Это средство представляет собой мощный инструмент, основанный на визуальном программировании, что максимально облегчает работу программиста по созданию современных интерфейсов [2].

Для взаимодействия приложения с СУБД Oracle существуют сторонние компоненты – DOA (Direct Oracle Access), обеспечивающие доступ ко всем объектам БД через интерфейс OCI (Oracle Call Interface) [1] (рис. 1).

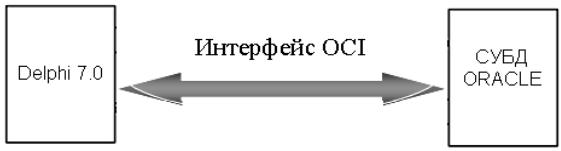



Рис. 1/ Взаимодействие Delphi 7.0 с СУБД Oracle

Автоматизированная система управления (контроля) подготовкой кадров высшей квалификации представляет собой Windows приложение, устанавливаемое на рабочих местах в отделе послевузовского профессионального образования. Также на стороне клиента предварительно устанавливается и настраивается клиентская часть СУБД Oracle. Запросы и результаты запросов между Windows приложением и базой данных осуществляется посредством интерфейса DOA. Вся информация о субъектах обучения накапливается в единой централизованной базе данных, под управлением СУБД Oracle, расположенной на удаленном сервере организации.

Состав АИС управления (контроля) подготовкой кадров высшей квалификации:

– Программные модули системы представляют собой файлы с программным кодом, образующие подсистемы АИС.

– Отчеты представляют собой специализированные модули, отображающие выбранную информацию в удобном, привычном виде для вывода ее на печать с помощью принтера.

– База данных физически представляет собой набор файлов, которые полностью описывают структуру базы данных в формате, принятом в выбранной СУБД. В данном случае БД представляет собой файл табличного пространства, находящийся под управлением СУБД Oracle.

Разработанная АИС внедрена в опытную эксплуатацию в Отделе послевузовского профессионального образования ТУСУРа. В настоящее время ведется наполнение информационной части базы данных системы, разрабатываются дополнительные экранные и отчетные формы в соответствии с требованиями заказчика.

**Литература**

1. *Пэйдж Вильям Дж.* (*мл*). Использование Oracle8/8i. М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. 1024 с.

2. Электронный журнал Delphi World http://www.delphiworld.narod.ru

# ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ ПРЕДПРИЯТИЯ

***П.В. Сенченко, к.т.н., доцент;***
***Р.Р. Галин, А.П. Николаенко, студенты 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, pvs@muma.tusur.ru*

Использование в организациях различных форм собственности систем электронного документооборота (СЭД) позволяет решать такие важные задачи, как автоматизация работы с документами, оптимизация бизнес-процессов, обеспечение совместной работы с данными, обеспечение безопасности и надежности хранения информации.

Одна из основных проблем использования сторонних программных продуктов в рамках автоматизации документооборота заключается в сложной интеграции СЭД с имеющимися АИС, входящими в информационное пространство организации. При этом необходимо учитывать, что система должна обеспечивать мониторинг информации во всех документах, создаваемых как в ней самой, так и во всех смежных системах, а также предоставлять качественные инструменты контроля их исполнения, ускорять процессы согласования и утверждения документов.

Коллективом кафедры автоматизации обработки информации ТУСУРа разрабатывается АИС «Электронный документооборот». Исходя из требований, предъявляемых к СЭД, очевидно, что необходимо использовать комплексный подход для решения задачи создания системы электронного документооборота с использованием технологии объектного моделирования. На рис. 1 представлена диаграмма классов создаваемой системы.

На диаграмме представлены основные классы системы. Классы содержат методы получения и установки соответствующих атрибутов и управления своими коллекциями. Объекты данных классов определяются как Plain Old Java Object (POJO) и участвуют в объектно-реляционном отображении.

Следует отметить, что АИС «Электронный документооборот» разрабатывается в трехзвенной архитектуре, при этом пользовательский интерфейс, бизнес-логика, доступ к данным и хранение данных разрабатываются и функционируют как независимые модули.

В архитектуре разрабатываемой системы в качестве клиента используется «тонкий клиент», в качестве сервера приложений – web-сервер и для хранения данных используется СУБД Oracle. Основные достоинства такого подхода:

– пользователи взаимодействуют с системой по средствам web-интерфейса через браузер, поэтому нет необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение на компьютере пользователя;

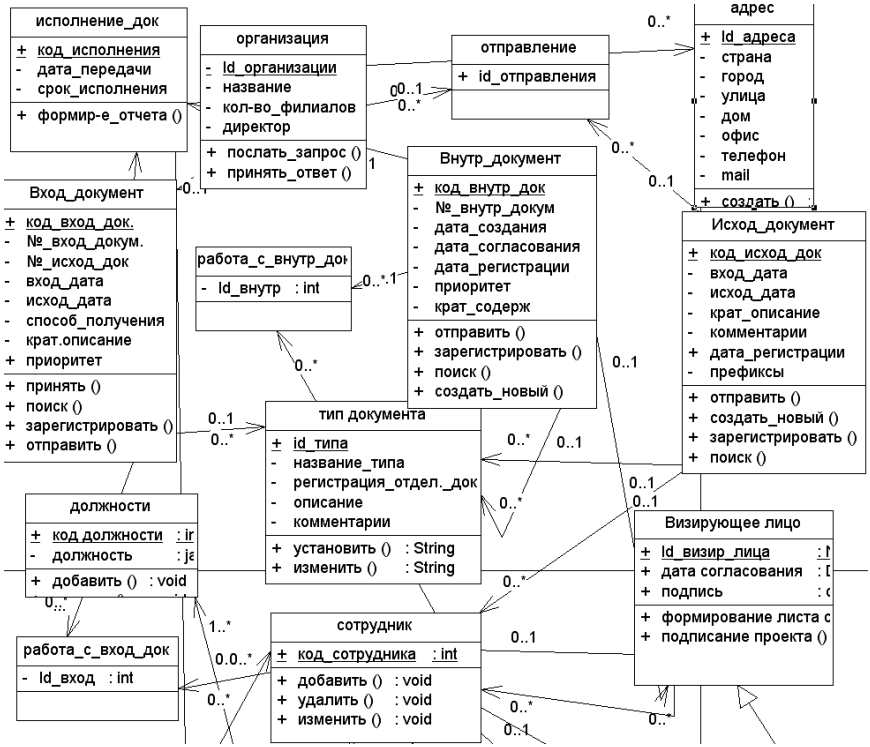



Рис. 1. Фрагмент диаграммы классов АИС «Электронный документооборот»

– пользователь может работать с системой, имея практически любую аппаратно-операционную платформу;

– пользователь может работать с АИС «Электронный документооборот» из любой точки мира, обладая компьютером, подключенным к Интернет;

– АИС разворачивается и обновляется только на web-сервере, поэтому любые изменения сразу доступны для всех пользователей системы;

– возможность реализовать нетривиальную бизнес-логику обработки потока документов на уровне сервера;

– удобство интеграции, как с существующими системами, так и с новыми разработками.

Разрабатываемая система будет способна обеспечить выполнение общепринятых для систем подобного класса требований:

– разграничение прав и уровней доступа к существующим функциям системы;

– одновременная работа нескольких пользователей с системой, обеспечивающая отсутствие программных коллизий и информационного несоответствия;

– оптимальное быстродействие системы, обеспечивающее приемлемый отклик системы на информационные запросы конечных пользователей;

– достоверность и актуальность выходной информации при условии корректного и своевременного первичного ввода информации в базу данных системы.

## СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

***А.С. Шпока, студент 1-го курса каф. ЭМИС***

*ТУСУР, г. Томск, npOnoBegHuk@rambler.ru*

Для представления графической информации на двумерной плоскости в вычислительной технике применяются два основных подхода: растровый и векторный.

При векторном подходе графическая информация описывается как совокупность неких абстрактных геометрических объектов, таких как прямые, отрезки, кривые, прямоугольники и т.п.

Растровая графика же оперирует изображениями в виде растров. Растр – это описание изображения на плоскости путем разбиения всей плоскости или ее части на одинаковые квадраты и присвоение каждому квадрату своего цветового (или иного, например прозрачности, для последующего наложения изображений друг на друга) атрибута. Если таких квадратов имеется конечное число, то получается, что непрерывная цветовая функция изображения приближенно представлена конечной совокупностью значений атрибутов. Иногда понятие растра определяют более широко: как разбиение плоскости или ее участка на равные элементы, например шестиугольниками (гексагональный растр).

С другой стороны, растр можно рассматривать как кусочно-постоянную аппроксимацию изображения, заданного как цветовая функция на плоскости. Такая точка зрения позволяет применять математический аппарат теории аппроксимации для работы с растровыми изображениями.

Для обычного изображения разрешения 3000×2000, т.е. около 6 мегапикселей; с использованием для передачи цвета 24 бит на пиксель объем исходных данных составляет порядка 17 мегабайт. Для профессиональных устройств ввода изображений размер получаемого растра может быть значительно больше, а глубина цвета – достигать 48 бит на

пиксель. Соответственно, размер одного изображения может быть больше 200 мегабайт. Поэтому весьма актуальными являются алгоритмы сжатия изображений, которые позволяют уменьшить объем данных, представляющих изображение.

Существуют два основных класса алгоритмов:

Алгоритм сжатия без потерь (англ. lossless compression), если существует алгоритм A-1 (обратный к A) такой, что для любого изображения I A(I) = I1 и A-1(I1) = I. Изображение I задано как множество значений атрибутов пикселей; после применения к I алгоритма A получаем набор данных I1. Сжатие без потерь применяется в таких графических форматах представления изображений, как: GIF, PCX, PNG, TGA, TIFF1, и т.д.;

A называется алгоритмом сжатия с потерями (англ. lossy compression), если он не обеспечивает возможность точного восстановления исходного изображения. Парный к A алгоритм, обеспечивающий примерное восстановление, будем обозначать как A*: для изображения I A(I) = I1, A*(I1) = I2 и при этом полученное восстановленное изображение I2 не обязательно точно совпадает с I. Пара A, A* подбирается так, чтобы обеспечить большие коэффициенты сжатия при сохранении визуального качества, т.е. добиться минимальной разницы в восприятии между I и I2. Сжатие с потерями применяется в следующих графических форматах: JPEG, JPEG2000 и т.д.

Простейший способ получения снимка экрана для операционных систем Windows – использование клавиши Print screen (для всего экрана) или сочетания клавиш Alt + Print Screen (для текущего окна) на клавиатуре. При этом снимок копируется в буфер обмена операционной системы и может быть затем вставлен и при необходимости отредактирован в любом графическом редакторе, например в Paint, входящем в стандартный набор приложений Windows.

Оконный интерфейс – способ организации полноэкранного интерфейса программы, в котором каждая интегральная часть располагается в окне – собственном субэкранном пространстве, находящемся в произвольном месте «над» основным экраном. Несколько окон, одновременно располагающихся на экране, могут перекрываться, находясь «выше» или «ниже» относительно друг друга.

Наиболее естественным для оконного интерфейса является графический режим, основные его элементы применимы и в текстовом режиме, где он применяется в равной степени.

Оконный интерфейс очень быстро завоевал популярность и в настоящее время является самым популярным видом программного интерфейса. Возникает необходимость сохранения выделенных областей экрана с различной целью, например для создания памятки или сохранения важной не копируемой информации.

Автором предложена программная реализация битового способа сохранения произвольной части экрана. Так, были рассмотрены различные алгоритмы обработки и анализа изображений, которые могут использоваться для решения поставленной задачи. Была предложена последовательность этапов обработки и анализа изображений. Для каждого этапа были выбраны соответствующие методы обработки. После чего предложенные методы были реализованы на языке C++. Результатом работы стало Windows-приложение, решающее поставленные задачи, которое позволяет сохранять выделенную область экрана в файл.

Однако представленная программная реализация не позволяет произвести «снятие» видеоинформации из видеоплееров, что связано с иным способом отображения видеопотока. Таким образом, дальнейшим продолжением данной работы является создание специализированных методов получения видеоизображения из области видеоплееров.

**Литература**

1. *Госалес Р.*, *Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.

2. *Павлидис Т.* Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1986. 400 с.

## АИС «ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ»

***А.А. Сидоров*, *ст. преп.*; *И.В. Лазарев*, *студент 4-го курса***

*ТУСУР*, *г. Томск*, *saa@muma.tusur.ru*, *liv@ms.tusur.ru*

Оценка социально-экономического развития муниципального образования – задача, от решения которой зависит эффективность территориального управления. Сейчас существует множество различных методик подобной оценки, каждая из которых имеет определенные достоинства и недостатки.

В настоящей работе рассматривается методика оценки социально-экономического развития муниципальных образований на основе построения ряда моделей, подробно описанных в [1]. С точки зрения технологии расчета, оценка уровня социально-экономического развития муниципального образования представляет пятиуровневую систему показателей (рис. 1).

Базовые социально-экономические показатели – статистические данные, такие как число родившихся, объем платных услуг, число зарегистрированных преступлений, общая численность населения муниципального образования и т.п. Первичные показатели – относительные

значения базовых показателей, применяются для сопоставления различных муниципальных образований. Нормированные показатели необходимы для сопоставления показателей измеряемых в различных шкалах. Агрегированные показатели являются взвешенными суммами нормированных показателей и определяют уровень развития по определенному направлению (финансово-экономическому, инфраструктурному, социальному и др.). Интегральный показатель выражает оценку социально-экономического развития и по сути является агрегированным показателем, но на более высоком уровне.

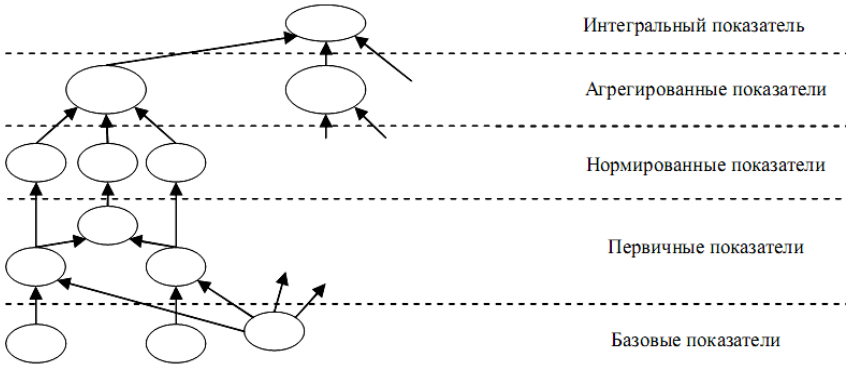



Рис. 1. Структура оценки социально-экономического развития муниципальных образований

В рамках разработки информационной системы такую структуру оценки удобно представить в терминах объектно-ориентированного моделирования (рис. 2).

Основой объектной модели оценки является класс Показатель, его расширяют два класса: Базовый показатель и Рассчитываемый показатель. В свою очередь класс Рассчитываемый показатель расширяется классами Первичный показатель, Нормированный показатель и Агрегированный показатель. Для интегрального показателя вводить класс нет смысла, т.к. он является агрегированным показателем, но на более высоком уровне. Для связи показателей в оценку введем класс Модель. Класс Модель объединяет показатели и имеет методы по расчету общей оценки.

В рамках построения информационной системы в модель следует ввести вспомогательные классы, описывающие исследуемую территорию. Такими классами являются Муниципальное образование, Год, Статистический показатель и объединяющий эти понятия класс Единица данных. Класс Проект позволит объединить все введенные ранее классы, он описывает предметную область и имеет методы взаимодействия с базой данных (рис. 3).

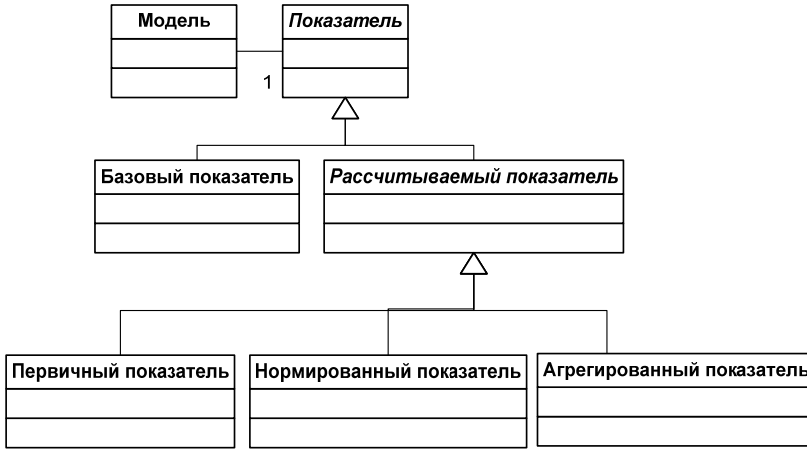



Рис. 2. Объектно-ориентированная модель

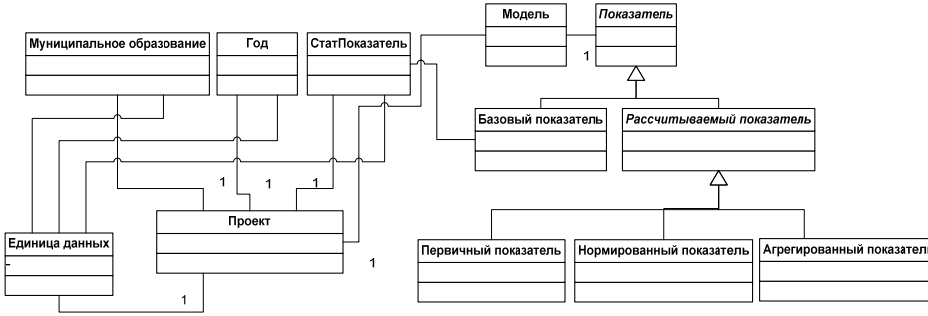



Рис. 3. Класс Проект

Разработку подобной системы целесообразно проводить на одном из объектно-ориентированных языков программирования, таких как JAVA или C#, тем более что современные CASE-средства позволяют генерировать программный код на основе построенных диаграмм классов, а это в свою очередь снизит время на разработку системы.

Все данные системы хранятся в XML-формате, что удобно с точки зрения экспорта-импорта данных.

Система разрабатывается на языке C# с использованием технологий .NET.

В рамках создания рассматриваемой АИС были созданы модули построения оценок текущего уровня и уровня изменений социально-экономического развития муниципальных образований. В настоящий

момент ведется разработка модуля интерпретации социально-экономической информации с использованием аппарата нечетких множеств и модуля взаимодействия с системами управления баз данных.

**Литература**

1. *Сидоров А.А.*, *Силич М.П.* Комплексная оценка демографического развития муниципального образования // Проблемы управления. 2008. № 1. С. 29–35.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ С ПОСТРОЕНИЕМ МОДЕЛИ

***С.М. Старолетов*, *аспирант***

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, serg_soft@mail.ru*

Сейчас на рынке программного обеспечения существует тенденция к переходу от настольных программ к системам, компоненты которых написаны на различных языках программирования и работающих распределенно через сеть Интернет. Существующие методологии тестирования, такие как модульное тестирование, уже не способны гарантировать качество ПО. Необходимо разработать инструмент тестирования всей распределенной системы в целом.

В процессе описания модели нас не будут интересовать переменные, поля классов, нас будут интересовать состояния системы и взаимодействие (посылка сообщений от объекта к объекту, от приложения к приложению, от сервера к клиенту и обратно, а также вызов удаленных методов). Состояния системы – это наиболее важные с точки зрения разработчиков точки исходного кода, в которых происходит важное взаимодействие в системе. Состояния системы и множество переходов определятся программистом и описываются на разработанном XML языке описания моделей. Для описания модели мы используем принцип – «код и модель – одно целое», т.е. описание модели реализуется в комментариях к исходному коду программы (программ), причем для разных языков программирования язык описания модели является единым, и далее описание модели обрабатывается собственным синтаксическим анализатором и игнорируется компилятором среды разработки.

Конечный автомат модели программы тестируемой системы, как обычно, имеет вид пятерки: $M=(Q,\Sigma,\delta,q_0,F)$, где для нас имеет наибольшее значение функция переходов δ. В нашей математической модели программы определим δ следующим образом:

$$\delta: K\times(D\cup(E\cup\{\varepsilon\}))\times P\times(N\cup\{1\})\longrightarrow 2^{K\times(E\cup\{1\})\times W},$$

где $K \in Q$ – состояние программной системы; $D$ – словесное действие, однозначно идентифицирующие переход из данного состояния; $E$ – событие (Event) или исключительная ситуация (Exception), $E \in Q$, которые могут быть сгенерированы во время перехода в следующее состояние; $P$ – вероятность перехода из заданного состояния по действию $D$. Наша модель программной системы является вероятностной. Вероятности различаются на априорную вероятность, примерно определяемую программистом, а также апостериорную – вероятность, вычисляемую динамически на какой-то момент времени работы программной системы тестирующей подсистемой на основе модели программы. $N$ – кратность. Если логика работы программы зависит от числа подключенных клиентов, то в процессе перехода из состояния в состояние необходимо учитывать кратность. W-флаг состояния системы, определяемого разработчиком как ошибочный.

Программист описывает модель тестируемой системы в комментариях к исходному коду программы вручную или с помощью разрабатываемых Plug-in'ов для средств разработки (рис. 1).

В результате работы синтаксического анализатора в местах определения состояний системы и переходов в теле программы создается специальный код, который во время работы системы обеспечивает отсылку данных о том, в каком состоянии находится система в данный момент, на многопоточный сервер системы тестирования. Это позволяет строить динамически обновляемый конечный автомат работы системы ($M_{\text{дин}}$).

Используя данные, получаемые в процессе работы тестируемой системы, можно определить корректность построения модели системы (все переходы из состояния в состояние описаны), построить граф переходов, определить время перехода из состояние в состояние, наиболее часто вызываемые состояния (а следовательно, и узкие места системы), апостериорную вероятность исхода для каждой пары состояний (можно сравнить ее с априорной вероятностью). Используя эти данные, обучающим нейросетевым модулем с некоторой долью вероятности можно сделать вывод о правильности или неправильности работы программы в данном прогоне.

Предполагается также проводить нагрузочное тестирование распределенных систем для языков, поддерживающих сериализацию объектов и Reflection. При этом вводится понятие модели виртуального пользователя, действия которого записываются, а потом воссоздаются при помощи средств сохранения и восстановления объектов в местах перехода между состояниями. Такой механизм будет работать правильно в том случае, если автомат системы таков, что последовательность переходов

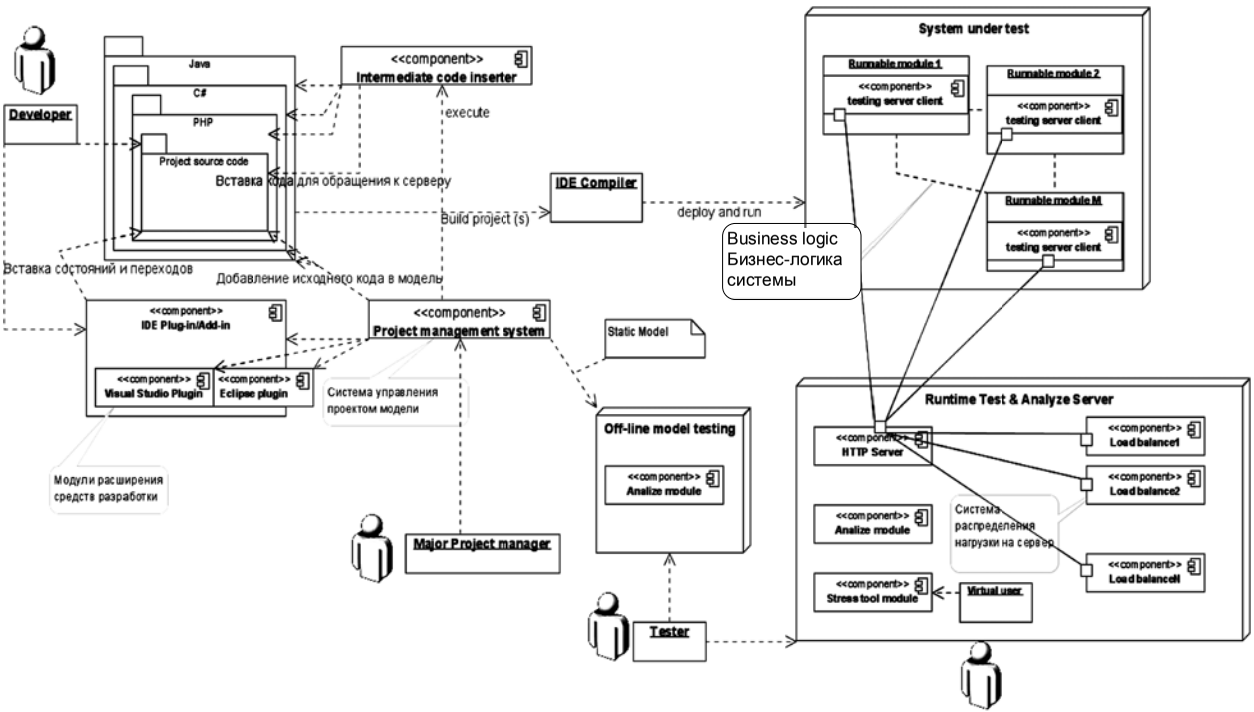



Рис. 1. Архитектура системы

из состояния в состояние не зависит от уже свершившихся прошлых переходов (цепь Маркова).

Таким образом, в работе приведены новые методы для построения и использования моделей при тестировании программ.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

***В.Л. Тараненко*, *студент 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, j0y.dvl@gmail.com*

Существует несколько способов реализовать интерфейс для геоинформационной системы. Это может быть полностью автономное приложение, устанавливаемое на клиенте для работы с электронными картами или же более сложное web-приложение, где нужно правильно, для каждого случая распределить «роли» между клиентом и сервером.

Для начала рассмотрим оконное приложение. Оно будет являть собой двухзвенную архитектуру. В базе данных либо в потоковом файле хранятся данные, с которыми и будет работать наше приложение. Приложение будет полностью написано на языке Java, с использованием самых новых технологий, способных в целом оптимизировать проект, например Enterprise JavaBeans (EJB). Архитектура EJB существенно упрощает связь между уровнями приложений и баз данных. Спецификация EJB 2.0 продвигает это преимущество на следующую ступень, позволяя разработчикам создавать портативные приложения, не зависящие от БД и не содержащие кода доступа к БД, что упростит интеграцию для конкретного клиента. Почему именно Java?.. Платформа Java – это фундамент для создания и использования разнообразных сетевых сервисов. Java обеспечивает свободу выбора, благодаря своей платформенной независимости, что позволит упростить сопровождение системы. Это очень надежная, открытая, устойчивая, жизнеспособная и гибкая платформа.

Далее рассмотрим способы реализации web-приложения. Заметим, благодаря гибкости платформы Java несложно будет, реализовав одну схему, осуществить и остальные, чтобы с наибольшим эффектом данное приложение могло использоваться в любых условиях. Современные сетевые технологии позволяют реализовать три схемы работы ГИС, различающиеся местом выполнения ГИС функций и форматом (растровый/векторный) передаваемых данных:

– работа с картой на стороне сервера. Все действия по созданию карты производятся на сервере; результат работы в виде html-страницы с

инкапсулированной растровой картой отправляется на клиентскую машину (Java-сервлеты, Jsp-страницы) – «тонкий клиент»;

– работа с картой на стороне клиента (Java-апплеты) – «толстый клиент»;

– часть функций по работе с картой выполняет клиентское приложение, часть – серверное.

Реализация «тонкого клиента» сервлетами Java:

– пользователь формирует свой запрос;

– запрос пользователя переводится на язык SQL и передается в качестве составляющей HTTP-запроса Java-сервлету;

– сервлет, получив запрос, обращается к базе, получает из нее данные и формирует растровый вариант карты.

«Толстый клиент»:

Клиент загружает java-applet, который предлагает пользователю более удобный интерфейс, кроме того, клиент работает с векторной картой, что позволяет расширить набор используемых при работе с картой инструментов. Однако в начале работы с картой требуется первичная загрузка апплета.

Предполагается использовать третий подход, который позволит объединить достоинства как серверных, так и клиентских приложений. Здесь часть функций возьмет на себя клиентская сторона, а другую – серверная, где будут производиться наиболее сложные расчеты. В результате будет получена комплексная геоинформационная расширяемая система, функциональность которой может наращиваться в зависимости от требований пользователя.

**Литература**

1. *Кей С. Хортсман*, *Гари Корелл*. Java2. Библиотека профессионала. Т. 1. Основы. 7-е изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2008. 896 с.

2. *Кей С. Хортсман*, *Гари Корелл*. Java2. Библиотека профессионала. Т. 2. Тонкости программирования. 7-е изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2008. 1168 с.

3. http://ru.sun.com/java

## СОЗДАНИЕ АИС «КАРЬЕРНЫЙ РОСТ ВЫПУСКНИКА»

***Л.П. Турунтаев*, *к.т.н.*, *доцент;***
***Г.В. Фролов*, *О.О. Плотников*, *А.И. Гулин*, *студенты 4-го курса***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *tlp@sbi.tusur.ru*

В настоящее время перед выпускником высшего учебного заведения существует проблема трудоустройства по специальности после окончания обучения. Одной из основных проблем анализа трудоустройства

выпускников является проблема сбора информации, адекватно отражающей траекторию карьерного роста выпускников. С этой целью спроектирована система показателей, характеризующих пространственно и во времени полный цикл деятельности выпускников, включая образование и трудовую деятельность.

Для удобства и автоматизации процессов такого мониторинга создается АИС «Карьерный рост выпускника», которая способна собирать, структурировать, хранить и выдавать в различных формах требуемую информацию о трудоустройстве и карьерном росте выпускника.

Рис. 1. Система показателей карьерного роста выпускника

Для выполнения поставленных задач проектируемая АИС должна обладать следующими функциональными возможностями:

– загрузка информации из анкет выпускников в базу данных различными способами:

а) прямой ввод через клиентское приложение,

б) внесение данных администратором из письменного источника (анкеты);

– передача текстового документа любым способом (например, электронная почта) и последующая автоматическая обработка и занесение в базу данных;

– анализ и обработка хранящейся информации;

– предоставление отчетной информации в различных формах и для различных целей: государственной отчетности, отчетности на уровне вуза, информации для предприятий и т.д.;

– служебные функции, такие как администрирование, аутентификация, разделение прав доступа пользователей.

Для создания модели базы данных необходимо определиться с набором входных и выходных данных. Выделим систему показателей, которые легли в основу АИС, – входные и выходные данные. На рис. 1 представлены основные показатели, которые являются атрибутами базы данных, можно сказать, что это дерево обобщенно отражает структуру концептуальной модели базы данных. Здесь представлены карьерный рост выпускника по модели жизненного цикла и информация, которая требуется системе для анализа на всех этапах.

Чтобы собирать вышеперечисленную информацию, используется 3 вида анкет:

– анкета студента, заполняемая во время обучения;

– анкета выпускника, заполняемая при выпуске;

– анкета выпускника в последующие годы, позволяющая отследить дальнейший карьерный рост после выпуска.

В соответствии с законом РФ от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» соответствующие пункты в анкете требуют подписи анкетируемого, которой он подтверждает свое согласие с тем, что данные будут размещены в АИС и использованы для служебных целей.

В качестве выходных данных представлены отчеты, содержащие списки (например, списки выпускников, окончивших вуз, за определенный период со сведениями об успеваемости), а также показатели статистики, такие как:

– число выпускников, трудоустроившихся сразу после выпуска;

– отношение числа трудоустроившихся к общему числу выпускников;

– число трудоустроившихся выпускников через определенный промежуток времени (например, 1 год);

– средние показатели зарплаты;

– число трудоустроенных выпускников по специальности;

– оценка работодателем качества работы выпускников;

– количество предприятий, имеющих договоры с ТУСУРом (предприятия УНИК);

– количество предоставляемых ими рабочих мест.

Для реализации АИС используется клиент-серверная архитектура. Для серверной части используется сервер Oracle 9i, клиентские приложения реализованы на Delphi 7.0.

АИС «Карьерный рост выпускника» информационно совместима с автоматизированной информационной системой содействия трудоустройству и карьерному росту выпускников «АИСТ», реализованной в ТУСУРе по Интернет-технологии, что позволяет пополнять ее БД из БД «АИСТ». АИС «Карьерный рост выпускника» доступна только из локальной сети ТУСУРа, что позволяет хранить более полную информацию, которая защищена законом РФ от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных».

На данный момент, в соответствии с техническим заданием, достигнуты следующие результаты:

– проведен анализ объекта автоматизации и определены функции управления, подлежащие автоматизации;

– определены состав входной и выходной информации, формы входных и выходных документов, технология сбора информации;

– разработаны состав и структура БД АИС «Карьерный рост выпускника»;

– разработана тестовая версия клиентского приложения.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУБ ИЗНУТРИ

***В.Е. Баландин, Д.О. Анисимов, А.А. Терещенкова, студенты;***
***Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП***
*ТУСУР, г. Томск, ng@muma.tusur.ru*

Для предотвращения коррозии на внутренней поверхности трубы формируется интерметаллическое соединение.

Для этого внутри трубы помещается металлическая спираль, с которой формируется дуговой разряд.

**Суть проблемы.** Стальные трубы имеют свойство ржаветь изнутри и снаружи. В настоящее время известные методы формирования покрытий (полимерами, гальваника) несостоятельны для покрытия труб изнутри, особенно для диаметров $d < 50$ мм и для длины более  диаметра. Развитие диффузионных методов покрытия в расплавах солей или в газовых

средах (воронение, нитридирование, пассивация) сдерживается их дороговизной и ограниченными габаритными возможностями [1].

**Метод решения.** Предлагается формировать пленку из нержавеющей стали путем размещения внутри трубы системы дугового разряда. Предстоит решить задачу обеспечения устойчивого горения разряда в диапазоне повышенных давлений 1–10 Па при достаточном массопереносе.

**Экспериментальные исследования.** Цель экспериментов – определить возможность горения разряда внутри трубы, при котором возможна модификация поверхности.

Эксперименты проводились на типовой вакуумной установке ПУР 5–50.

На рис. 1 представлена схема эксперимента. Внутрь трубы 1 диаметром 30 мм помещалась спираль 2 из меди. Труба с электродами помещалась внутрь вакуумной камеры. При обеспечении в системе давления на уровне 10 кПа и подаче напряжения 1–2 кВ возникал пробой с конца спирали. Протекающий ток 2–3 кА создает магнитное поле, втягивающее дугу внутрь трубы. По мере приближения к концу спирали ток разряда конденсатора уменьшается, магнитное поле ослабевает и разряд прекращается. После заряда конденсатора снова возникает пробой и цикл продолжается снова.

**Полученные результаты.** Горение разряда подчиняется закону Пашена. (Напряжение зажигания пропорционально произведению давления $P$ на расстояние $d$ между электродами). Область горения соответствует $Pd = 200$ тор · см. При давлениях ~10 кПа наблюдается формирование пленки на внутренней стенке трубы.

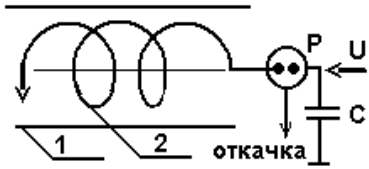



Рис. 1. Схема устройства напыления: 1 – труба; 2 – спираль

Сегрегатный состав пленки составляют остаточный газ, карбиды паров масел, оксиды, нитриды материала электродов. Скорость роста пленки составляет 0,5 мкм за 10 мин. Для роста пленки необходимо, чтобы давление паров в катодном пятне дугового разряда превышало давление остаточного газа. Реализуется гидродинамическая (флюидная модель массопереноса).

**Выводы.** Проведенная работа отражает приоритетное направление развития критических технологий РФ. Предполагается коммерциализация разработки путем замены электролитического оцинкования внутренней поверхности водопроводных труб. Научная новизна коммерческого решения заключается в способе сочетания технологических операций через механизм термодесорбции газов, влияющего на режимы формирования покрытий. Конкурентное преимущество предлагаемой разработки перед аналогами заключается в чистой экологии, в повышении срока службы труб, расширении области применения в химических производствах, экономии на подготовке поверхности к покрытию и к сварочным работам.

**Литература**

1. *Кудинов В.В. и др.* Нанесение покрытий плазмой. М.: Наука, 1990. 250 с.

## СЛАБОТОЧНЫЙ ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ

***В.Н. Елизаров, И.В. Мокрушин, О.В. Попова, студенты;***
***Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП***
*ТУСУР, г. Томск, ep@fet.tusur.ru*

Рассматривается возможность формирования электронного пучка малого диаметра для микрообработки источником на основе высоковольтного тлеющего разряда (источники ВТР).

**Суть проблемы**. Известно применение пучков малого диаметра для размерной микрообработки. Традиционно для этих целей используются источники с накаленным катодом, обеспечивающие большую яркость пучка. Недостатком таких систем является необходимость применения высокого вакуума (0,01 Па), высокого напряжения (более 80 кВ), высокая стоимость электронного пучка.

**Метод решения**. На основе закономерностей формирования пучков нами предлагается использовать источник ВТР, работающий на форвакууме при давлениях 1–10 Па, обеспечиваемом механическими вакуумными насосами, и имеющий холодный ненакаливаемый катод [1, 2].

**Теоретические исследования**. Анализ работ по источникам ВТР показывает, что яркость электронного пучка может быть соизмерима с источниками на основе накаленного катода при использовании катода с ограниченной зоной эмиссии. Рассеяние электронного пучка на газе заметно проявляется при давлениях более 133 Па. Для получения пучка минимального диаметра перспективно использовать электростатическую фокусировку пучка на стадии формирования в комплексе с традицион-

ной магнитной фокусировкой. Минимальный диаметр пучка ограничен объемным зарядом электронов и поперечной составляющей в энергии заряженных частиц. Траектория электронов в продольном сечении идеально сфокусированного пучка представляет собой витой канат с мигрирующими пучностями. В поперечном сечении след идеального электронного пучка представляет собой четырехлепестковую ромашку.

**Экспериментальные исследования**. На рис. 1 представлена схема источника. Источник состоит из холодного алюминиевого катода 1 и анодов 2. Через резиновое уплотнение 3 источник устанавливается на фокусирующую колонну 4.

При обеспечении давления 1–10 Па и подаче на катод высокого напряжения 30–40 кВ в системе возникает высоковольтный разряд. Ионы из плазмы разряда устремляются на катод, из которого под действием ионно-электронной эмиссии выбиваются электроны. Электронный пучок током до 5 мА формируется по оси системы. Высокоомный резистор *R* обеспечивает перераспределение потенциала и способствует электростатической фокусировке пучка. Далее центральная часть пучка вырезается диафрагмой 5 диаметром 1 мм.

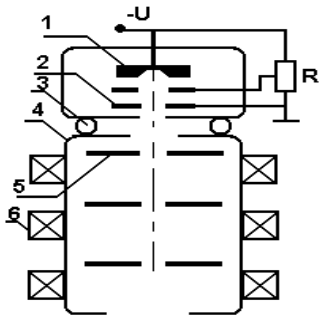



Рис. 1. Схема электронного источника

Далее пучок фокусируется линзами 6. Диаметр отверстий последующих вырезающих диафрагм не превышает 0,5 мм. В ряде случаев последний каскад фокусировки собирался на основе квадрупольных линз. Ввиду малого диаметра пучка (след на полимере ~50 мкм) его индикация проводилась на основе яркости рефлексов методом дифракции быстрых электронов, отраженных от кристалла арсенида галлия (метод ДБЭ).

**Полученные результаты**. На формирование пучка сильное влияние оказывают внешние магнитные поля. Равномерное распределение потенциала на резисторе *R* способствует наименьшему диаметру пучка. Источник показал свою перспективность при обработке изоляционных материалов.

**Литература**

1. *Орликов Л.Н.* Вопросы теории и практики вывода в газ низкоэнергетических электронных пучков. Томск: ТГУ, 2002. 150 с.

2. *Молоковский С.И., Сушков А.Д.* Интенсивные электронные и ионные пучки. М.: Энергоатомиздат, 1991. 200 с.

# СТРУЙНЫЙ ИСТОЧНИК ПАРОВ ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

***Д.М. Кауров, В. Ю. Илюшик, Д.О. Анисимов, Е.Н. Искандирова, студенты; Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП***

*ТУСУР, г. Томск, ng@ muma.tusur.ru*

Рассматривается источник паров легкоплавких материалов (селен), работающий на форвакууме в среде инертного газа.

**Суть проблемы**. Известно формирование покрытий методом термического испарения материалов в вакууме. Достоинства этого метода: высокая скорость роста пленки, незначительное изменение состава пленки, простота. Однако время получения высокого вакуума (один час) и выхода из него (один час) при времени процесса формирования пленки (менее минуты) сдерживает производительность процесса в условиях, когда к пленке не предъявляется условий сцепления с подложкой.

**Метод решения.** Известно [1], что при повышении давления функция массопереноса определяется не длиной свободного пробега молекул (модель Кнудсена), а функцией массопереноса, зависящей от разности давлений между областью испарения и областью конденсации пара (струйная гидродинамическая модель). Нами предлагается источник паров металлов, реализующий струйную модель испарения. На рис. 1 представлена схема источника.

Источник устанавливается в окно вакуумной камеры установки УРМ–387. Источник состоит из корпуса, в котором расположены холодный кольцевой катод 1 и анод 2.

При обеспечении давления ~ 5 Па на систему подается напряжение – $U_{вр}$ и в системе зажигается вспомогательный разряд.

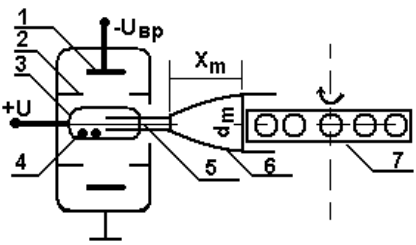



Рис. 1. Схема источника паров металлов

Электронный поток попадает на закрытый тигель 3 и нагревает расположенный в тигле материал 4 (селен). Пары металла устремляются через канал 5 с формированием потока в виде струи 6. Далее пар конденсируется на барабане с деталями 7. Напряжение на источник подается от блока питания мишени через делитель (на схеме не показан).

**Полученные результаты**. Настройка источника заключается в подборе сопротивлений делителя в цепях электродов. После прогрева тигля (3–5 мин) поток пара формируется в виде известной в газовой динамике струи с пучностями и перетяжками. Продольные $X_m$ и поперечные $d_m$

размеры первого цикла расширения удовлетворительно описываются выражениями [1]:

$$X_m = (0{,}7 - 1{,}34) d \left( k P_j / P_1 \right)^{0{,}5}, \quad (1)$$

$$d_m \approx d (k P_j / P_1)^{0{,}5}, \quad (2)$$

где $k = 1{,}3$ – показатель адиабаты для пара; $d$ – диаметр отверстия истечения; $P_J$, $P_1$ – давление испарения и давление в среде, куда истекает пар.

При форвакуумном давлении реализуется диффузный механизм движения молекул, вследствие этого отсутствует теневой эффект. Исключается необходимость прогрева подложки за счет наложения положительного потенциала на тигель. (Ввиду низкой температуры возгонки конденсата нагрев подложки исключался). Полученные покрытия толщиной 0,7–1 мкм имеют адгезию, удовлетворяющую заказчика. Показана возможность формирования покрытий в форвакуумном диапазоне давлений.

**Литература**

1. *Абрамович Г.Н.* Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976. 808 с.

## ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКРЫТЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА

***Н.В. Труков, А.Г. Чугунов, Н.А. Коноплев, Е.А. Примакова, студенты; Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП***

*ТУСУР, г. Томск; ep@fet.tusur.ru*

Рассматривается измеритель форвакуумного давления на основе мультиметра с ЭВМ.

**Суть проблемы.** Перспективным для обработки измерений является цифровое представление параметров, позволяющее повысить скорость и точность измерения [1]. Такими процессами являются характеристики выхода оборудования на рабочий режим, колебательные процессы изменения давления или температуры. Первичные сигналы с датчиков имеют в большинстве уровень милливольт, но имеющаяся аппаратура обрабатывает их либо только стационарно (температура, давление), либо только импульсно.

**Метод решения**. Нами проводилось измерение сигналов с частотой 1–2 Гц милливольтметром В7-78 с обработкой сигнала на ЭВМ с помощью разработанного программного обеспечения.

**Проведенные исследования.**

*Конфигурирование вольтметра на снятие сигнала*

Для удаленного конфигурирования и управления вольтметром при помощи ЭВМ разработано программное обеспечение на основе языка Pascal. Оно позволяет управлять вольтметром В7-78 при помощи международного языка команд SCPI (Standard Command for Programmable Interface), получать и сохранять на ЭВМ информацию от измерительного прибора, а также анализировать полученные данные при построении графика.

Команды языка SCPI имеют иерархическую структуру. Родственные команды сгруппированы в общем узле. В качестве примера показана часть подсистемы SENSE (СЧИТЫВАНИЕ).

Синтаксис командного языка показывает большинство команд в виде наборов прописных и строчных букв.

SENSe является ключевым словом команды. VOLTage и FREQuency – ключевыми словами второго уровня. DC и VOLTage – ключевыми словами третьего уровня.

FETCh – команда передачи показаний из внутренней памяти прибора в буфер вывода.

**Экспериментальные результаты**.

1) *Измерение газовыделения в системе.*

Нахождение скорости газовыделения и количества газа, выделившегося из образца, основывается на определении потока газа из объема, содержащего испытуемый образец. Схема данного метода приведена на рис. 1.

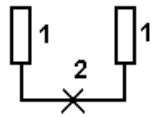



Рис. 1. Схема измерения газовыделения

При выделении газа в области одного из датчиков *1*, на калиброванном сопротивлении *2* возникает разность давлений, которая измеряется с помощью манометрических преобразователей, установленных по обе стороны сопротивления. На выходе от манометров мы имеем сигнал напряжения, который свидетельствует об уровне изменения давления на участке вакуумной системы. Данный метод описывается уравнением

$$Q = U_K \cdot (P_1 - P_2), \qquad (1)$$

где $U_K$ – проводимость канала, м$^3$/с; $Q$ – поток газа, (м$^3$/с) × Па; $P_1$, $P_2$ – давления по обе стороны от канала, Па.

Зная площадь, можно определить газовыделение на единицу площади.

2) *Исследование герметичности вакуумной системы.*

Для установления степени герметичности системы с одной стороны оболочки подают пробное вещество – газ или жидкость, легко выделяемые в окружающей среде или в составе остаточного газа. С другой сто-

роны оболочки фиксируют появление и количественное изменение содержания пробного вещества. Для контроля герметичности может быть использован любой манометрический преобразователь, имеющийся в системе. По графикам изменения давления от времени делают выводы о видах натекания в систему.

Зная объем вакуумной системы, изменение давления $\Delta p$ на участке кривой и время $\Delta t$, за которое произошло изменение давления, можно рассчитать величину натекания по формуле

$$Q = V \cdot \frac{\Delta p}{\Delta t}, \qquad (2)$$

где $Q$ – поток натекания, $(м^3/с)\times Па$ ; $V$ – объем вакуумной системы, $м^3$.

3) *Исследование состава газа (спектрометрия).* В качестве спектрометрической лампы используется специальная радиолампа, в которой ионизируется газ. Для получения масс-спектра анализируемого газа анализатор масс-спектрометра с помощью генератора настраивают на ионы с различными массовыми числами и регистрируют их прохождение через коллектор в виде последовательного ряда пиков. Наибольший пик регистрируется при совпадении резонансной частоты возбуждения иона определенной массы $f$ с частотой генератора. На рис. 2 изображена зависимость давления от времени при спектрометрии.

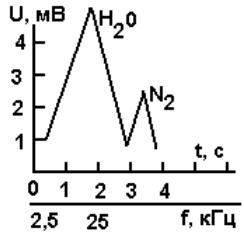



Рис. 2. Зависимость пика давления в спектрометре от времени

**Выводы**. Испытания прибора показали его перспективность при измерении неочевидных для аналоговых приборов параметров технологических процессов. В перспективе усовершенствование программного обеспечения позволит повысить частоту обработки сигналов, необходимую для ряда практических применений.

**Литература**

1. *Агуров П.В.* Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 496 с.

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

***А.Г. Чугунов, И.М. Мусина, В.А. Кишкова, В.В. Орлова, студенты;***
***Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП***
*ТУСУР, г. Томск, ng@muma.tusur.ru*

Показана возможность проведения газофазной реакции полимеризации при давлении несколько мм рт. ст. в дуговом разряде, поддерживаемом высоковольтным тлеющим разрядом применительно к обработке композиционных материалов.

**Суть проблемы**. Для проведения реакций полимеризации, стимулирования конверсии одних газов в другие важно обеспечение давления, концентрации и температуры (условия Гиббса). Однако в условиях газового разряда в вакууме трудно обеспечить одновременное выполнение этих условий, что ведет к неэффективности применения электронно-лучевых и плазменных технологий [1, 2].

**Метод решения**. Нами предлагается создавать предварительную ионизацию газа с помощью стационарного высоковольтного тлеющего разряда в магнитном поле с последующим переводом разряда в сильноточную форму. Высоковольтный тлеющий разряд формируется при давлениях 100 Па и более и может служить инициатором развития других разрядов. Длина свободного пробега частиц определяется из отношения давления испарения к давлению в окружающей среде на основе закономерностей динамики газового потока.

**Экспериментальные исследования**. На рис. 1 представлена схема устройства для формирования разряда.

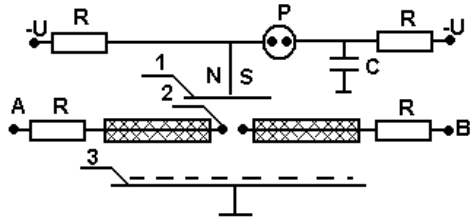



Рис. 1. Схема формирования разряда

Устройство содержит электроды 1, 2, 3, размещенные в вакуумной камере. На электроде 3 располагается обрабатываемый материал (композитная машинная смазка). Электрод 1 подключен к высоковольтному источнику питания. Электроды 2 в количестве трех штук подсоединены к трем фазам промышленной сети 380 В через балластные сопротивления *R*.

При обеспечении в системе давления 300 Па и подаче напряжения – $U$~1 кВ происходит зажигание тлеющего разряда в системе электродов 1, 2, 3. В это время заряжается емкость $C$ (600 мкФ, 5 кВ).

Затем между тремя электродами 2 возникает дуговой разряд, ограниченный балластным сопротивлением на уровне 5 А. В катодном пятне разряда происходит распыление материала электродов (Zn, C, Cu, Mo). При достижении давления в разряднике $P$ около 20 кПа в нем происходит пробой, емкость $C$ разряжается. В вакуумной камере развивается сильноточный диффузный разряд током 2–5 кА длительностью 120 мкс. При давлении в разряднике 10 кПа обеспечивается частота следования сильноточных импульсов 50 Гц с током 2 кА.

**Полученные результаты.** Расчетное давление паров в месте распыления электродов составило 5 мм рт. ст. При высоком давлении пробег молекул определяется гидродинамической моделью массопереноса и определяется дальнобойностью струи потока пара

Продольные $X_m$ и поперечные $d_m$ размеры первого цикла расширения удовлетворительно описываются выражениями [2]:

$$X_m = (0{,}7 - 1{,}34) d \left( k P_j / P_1 \right)^{0{,}5},$$

$$d_m \approx d \left( k P_j / P_1 \right)^{0{,}5},$$

где $k$ = 1, 3 – показатель адиабаты для пара; $d$ – диаметр отверстия истечения; $P_J$, $P_1$ – давление испарения и давление в среде, куда истекает пар.

**Выводы**. Проведенные исследования показали возможность полимеризации смазочных материалов в разряде при повышенных давлениях. В отличие от традиционных представлений длина свободного пробега молекулы определяется локальным давлением в месте испарения.

## Литература

1. *Пушкарев А.И, Новоселов Ю.Н, Ремнев Г.Е*. Цепные процессы в низкотемпературной плазме. Новосибирск: Наука, 2006. 226 с.

2. *Абрамович Г.Н*. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976. 808 с.

## *СЕКЦИЯ 9*

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

*Председатель – **И.А. Ходашинский**, д.т.н., проф. каф. АОИ;*
*зам. председателя – **А.В. Лавыгина**, аспирантка каф. АОИ*

### НЕПРЕРЫВНЫЙ АЛГОРИТМ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ В ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

***П.А. Дудин*, студент 5-го курса**
*ТУСУР, г. Томск, klassik86@mail.ru*

Целью данной работы является решение задачи параметрической идентификации нечеткой системы (НС) с помощью непрерывного алгоритма муравьиной $АМК_R$ колонии и его сравнение с АМК для дискретной оптимизации, далее просто АМК.

Основу АМК для дискретной оптимизации составляет полный ориентированный граф с взвешенными дугами. Веса дуг являются нормированными значениями параметров функций принадлежности (ФП).

Задача каждого муравья пройти столько дуг, сколько параметров необходимо оптимизировать. Например, для одной треугольной функции принадлежности – три параметра, для гауссовой – два. Значение фермента на дугах определяет выбор муравьем очередной дуги. Значения весов пройденных муравьем дуг $x = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ передаются в НС, которая находит ошибку, и на пройденные дуги наносится количество фермента, обратно пропорциональное найденной ошибке. НС описывается несколькими лингвистическими переменными. Каждая переменная описана несколькими ФП. Муравьи в алгоритме делятся на колонии. Каждая колония муравьев отвечает за нахождение параметров своей ФП.

В АМК при выборе очередной дуги муравей руководствуется дискретным распределением вероятности.

В случае $АМК_R$ выбор, который делает муравей, не ограничен конечным множеством, для этого дискретное распределение заменяется на непрерывное, то есть на функцию плотности вероятности (ФПВ).

Одна из самых популярных функций, которая используется как ФПВ, – функция Гаусса. Ее преимущество в простом способе генерации случайных чисел. Но очевидный недостаток в том, что функция Гаусса имеет только один максимум [1]. Поэтому в $АМК_R$ для описания используется ФПВ с Гауссовым ядром. Под Гауссовым ядром $G^i(x)$ понимается

функция, основанная на взвешенной сумме нескольких одномерных Гауссовых функций $g_l^i(x)$:

$$G^i(x)=\sum_{l=1}^{k}\omega_l g_l^i(x)=\sum_{l=1}^{k}\omega_l \frac{1}{\sigma_l^i\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_l^i)^2}{2\sigma_l^{i2}}}. \quad (1)$$

Каждому параметру соответствует свое Гауссово ядро, поэтому $i = 1, ..., n$. Каждая функция $G^i(x)$ описывается тремя векторами параметров: ω – вектор весов, связанных с индивидуальными Гауссовыми функциями; $\mu^i$ – вектор математических ожиданий; $\sigma^i$ – вектор среднеквадратичных отклонений. Количество элементов всех этих векторов равно числу функций Гаусса, составляющих Гауссово ядро, т.е. $|\omega|=|\mu^i|=|\sigma^i|=k$.

В АМК информация о ферменте хранится в виде таблицы. В $АМК_R$ вводится понятие архива решений $T$. Архив решений представлен таблицей, в которой $k$ строк. Каждая строка представляет собой найденное муравьем решение $s_l = \{s_l^1, s_l^2, \ldots, s_l^n\}$, ошибку НС $f(s_l)$ и вес решения $\omega_l$.

Решения упорядочены в архиве согласно их качеству – то есть для проблемы минимизации: $f(s_1) \le f(s_2) \le \ldots \le f(s_l) \le \ldots \le f(s_k)$. Вес $\omega_l$ решения $s_l$ вычисляется согласно следующей формуле:

$$\omega_l = \frac{1}{qk\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(l-1)^2}{2q^2k^2}}, \quad (2)$$

где $q$ – задаваемый параметр алгоритма. Когда $q$ мало, наилучшие решения строго предпочитаемы, а когда оно велико, вероятность (выбора решения) становится более однородной.

При поиске муравьем первого параметра $x_1$ по формуле (3) вычисляется вероятность выбора $l$-й функции Гаусса, составляющей Гауссово ядро. Остальные параметры ищутся также для функций с номером $l$.

$$p_l = \frac{\omega_l}{\sum_{r=1}^{k}\omega_r}. \quad (3)$$

Для того чтобы построить функцию $g_l^i(x)$, необходимо найти ее математическое ожидание $\mu_l^i$ и среднеквадратичное отклонение $\sigma_l^i$ по формулам (4) и (5) соответственно

$$\mu_l^i = s_l^i, \quad (4)$$

$$\sigma_l^i = \xi\sum_{e=1}^{k}\frac{\left|s_e^i - s_l^i\right|}{k-1}. \quad (5)$$

Параметр $\xi > 0$ является одинаковым для всех размерностей и имеет эффект, подобный норме испарения фермента в АМК. Чем выше значение $\xi$, тем ниже скорость конвергенции алгоритма [1].

При добавлении нового решения в архив решений $T$ худшее удаляется из архива. Этот процесс аналогичен процессу испарения фермента в АМК.

Ниже приведен алгоритм работы $АМК_R$ для оптимизации параметров ФП:

Шаг 1. Задать начальные параметры.

Шаг 2. Сгенерировать популяцию муравьев в колониях.

Шаг 3. Сгенерировать $k$ случайных решений, для всех архивов решений с последующим оцениванием и ранжированием.

Шаг 4. Найти значения вектора $\omega$ по формуле (2).

Шаг 5. Для текущего муравья текущей колонии вычислить номер $l$, используемой функции Гаусса по формуле (3). Определить параметры $\mu_l^i$ и $\sigma_l^i$ для $g_l^i(x)$ $i = 1, ..., n$ по формулам (4) и (5) соответственно. Сгенерировать $n$ случайных величин $\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ с законами распределения $g_l^i(x)$.

Шаг 6. Найти ошибку НС при параметрах $\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$, если ошибка меньше текущей, то сохранить новые параметры в НС.

Шаг 7. Добавить в архив решений новое решение, проранжировать архив, удалить из архива худшее решение.

Шаг 8. Если в текущей колонии имеется следующий муравей, то сделать его текущим и перейти к шагу 5, иначе перейти на шаг 9.

Шаг 9. Если имеется следующая колония, то сделать текущим первого муравья в этой колонии и перейти на шаг 5, иначе перейти на шаг 10.

Шаг 10. Если условие окончания работы алгоритма выполнено, то закончить, иначе сделать текущим первого муравья первой колонии и перейти к шагу 5.

Условием окончания работы алгоритма является достижение заданного числа итераций либо получение ошибки, меньше заданной.

Работа алгоритма была проверена на нескольких контрольных примерах: количество муравьев в колонии, количество термов входных лингвистических переменных, а также объем данных в архиве решений. Для одной из тестовых функций была получена ошибка в $10^9$ раз меньше начальной.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-08-00248)

**Литература**

1. *Socha K.*, *Dorigo M.* Ant Colony Optimization for Continuous Domains / Technical Report TR/IRIDIA/2005-037. Bruxelles: Universite Libre de Bruxelles, 2005. 34 p.

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

***В.Ю. Гнездилова*, *студентка 5-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, gnezdilova_v@mail.ru*

Постановка задачи. Довольно часто оптимальное решение практической задачи трудно найти, используя классические методы математики. Это связано с тем, что не всегда возможно сделать приемлемое с точки зрения точности и компактности аналитическое описание решаемой задачи. Во многих случаях затраты на его разработку превысили бы эффект от решения, а кроме того, время, необходимое для получения аналитического описания, как правило, неприемлемо велико [1]. В таких ситуациях целесообразно использовать нечеткие системы.

Весьма популярными в практическом применении в настоящее время являются системы типа «много входов – один выход». Частным случаем таких систем являются системы типа синглтон и системы типа Такаги-Сугено. В системах типа синглтон выходная переменная представляет собой действительное число, в системах типа Такаги-Сугено – является функцией, зависящей от входных переменных.

Идентификация – это процесс построения математической модели по результатам наблюдений. Идентификация нечеткой модели представляет собой процесс определения ее структуры и параметров. Таким образом, процесс идентификации нечетких моделей можно разделить на два этапа: структурная и параметрическая идентификация.

Параметрическая идентификация – это определение неизвестных параметров антецедентов и консеквентов нечетких правил путем оптимизации работы нечеткой системы по заданному критерию.

Трудности применения классических методов оптимизации нелинейных функций, такие как проблема локального экстремума и «проклятие размерности», заставили специалистов обратиться к таким метаэвристическим подходам, как алгоритмы имитации отжига, генетические алгоритмы, алгоритмы муравьиной колонии [2].

Алгоритм имитации отжига основывается на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества из жидкого состояния в твердое, в том числе при отжиге металлов. Предполагается, что атомы уже выстроились в кристаллическую решетку, но еще допустимы переходы отдельных атомов из одной ячейки в другую. Процесс протекает при постепенно понижающейся температуре. Переход атома из одной ячейки в другую происходит с некоторой вероятностью, причем вероятность уменьшается с понижением температуры. Устойчивая

кристаллическая решетка соответствует минимуму энергии атомов, поэтому атом либо переходит в состояние с меньшим уровнем энергии, либо остается на месте [3].

Алгоритм отжига может быть разделен на пять этапов:

1. Создать начальное решение.
2. Оценить решение.
3. Изменить решение случайным образом.
4. Оценить новое решение по критерию допуска.
5. Уменьшить температуру и вернуться к этапу 3.

Критерий допуска основывается на законе термодинамики:

$$P(\delta E) = \exp(-\delta E / T).$$

При высокой температуре (свыше 60 °С) плохие решения принимаются чаще, чем отбрасываются. Если энергия меньше, вероятность принятия решения выше. При снижении температуры вероятность принятия худшего решения также снижается. При этом более высокий уровень энергии также способствует уменьшению вероятности принятия худшего решения [4].

При высоких температурах алгоритм отжига выполняет поиск оптимального решения во всем диапазоне решений. При снижении температуры движение уменьшается, и алгоритм ищет локальный оптимум, чтобы улучшить решение [4].

Алгоритм имитации отжига для параметрической идентификации нечетких систем.

Вход: начальная температура, конечная температура, количество итераций при одном значении температуры, функция изменения температуры, коэффициент понижения температуры (для геометрической функции изменения температуры).

Выход: оптимальные параметры функций принадлежности нечеткой системы.

Шаг 1. Генерируются значения параметров функций принадлежности нечеткой системы (НС). Эти значения записываются в текущее решение и в лучшее решение.

Шаг 2. Значения параметров передаются НС. НС подает на вход эти значения и находит значение выходной переменной. Это значение сравнивается с эталонным (табличным или математическим) и вычисляется ошибка (ошибка текущего решения).

Шаг 3. Текущее решение копируется в рабочее, и рабочее решение изменяется случайным образом.

Шаг 4. Из рабочего решения значения параметров передаются НС. НС подает на вход эти значения и находит значение выходной перемен-

ной. Это значение сравнивается с эталонным (табличным или математическим) и вычисляется ошибка (ошибка рабочего решения).

Шаг 5. Сравниваются ошибки текущего и рабочего решения. Если ошибка рабочего решения меньше, чем ошибка текущего решения, то переход к шагу 6. В противном случае определяется критерий допуска. Если критерий допуска выполняется, то переход к шагу 6. В противном случае текущее решение копируется в рабочее, и осуществляется переход к шагу 7.

Шаг 6. Рабочее решение копируется в текущее, и ошибка текущего решения сравнивается с ошибкой лучшего решения. Если ошибка текущего решения меньше, то текущее решение копируется в лучшее решение.

Шаг 7. Уменьшается температура. Если температура становится равной заранее заданной конечной температуре, т.е. выполняется условие окончания, то переход к шагу 8. В противном случае осуществляется переход к шагу 4.

Шаг 8. Процесс поиска прекращается. Оптимальные параметры системы сохраняются как лучшее решение.

Заключение. Для исследования применимости алгоритма имитации отжига для параметрической идентификации нечетких систем проводились эксперименты на основе тестовых функций для программно-реализованных нечетких систем типа синглтон и Такаги-Сугено. По результатам экспериментов было установлено, что применение данного алгоритма приводит к уменьшению ошибки решения в 2–10 раз.

**Литература**

1. *Корнеев В.В.*, *Гареев А.Ф.*, *Васютин С.В.*, *Райх В.В.* Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. М.: Нолидж, 2000. 352 с.

2. *Dreo J.*, *Petrowski A.*, *Siarry P.*, *Taillard E.* Metaheuristics for hard optimization. Methods and case studies. Berlin: Springer, 2006. 369 p.

3. http://ru.wikipedia.org.

4. *Тим Джонс М.* Программирование искусственного интеллекта в приложениях: Пер. с англ. А.И. Осипов. М.: ДМК Пресс, 2004. 312 с.

## ВЛИЯНИЕ ТИПА ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ОШИБКУ ВЫВОДА НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ НАСТРОЙКЕ ГЕНЕТИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ

***М.А. Головкина*, *студентка 5-го курса*; *А.В. Лавыгина*, *аспирантка***
*ТУСУР, г. Томск, arishka_gma@mail.ru*

Постановка задачи. В работе проводится исследование влияния типа функций принадлежности (ФП) на ошибку вывода нечетких (НС) систем

при настройке генетическим алгоритмом (ГА). Исходными данными является таблица наблюдений.

Исследованы четыре типа ФП: треугольная, трапециевидная, параболическая и гауссова. Каждая задается своим набором параметров: треугольная ФП задается тройкой параметров, трапециевидная – четверкой, гауссова и параболическая – двойкой.

Аналитически ФП описываются следующим образом:

1) треугольная

$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a_1}{a_0-a_1}, & a_1\le x\le a_0;\\ \dfrac{x-a_2}{a_0-a_2}, & a_0\le x\le a_2;\\ 0, \text{ в других случаях;}\end{cases}$$

2) трапециевидная

$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-u_1}{u_{01}-u_1}, & u_1\le x\le u_{01};\\ 1, & u_{01}\le x\le u_{02};\\ \dfrac{x-u_2}{u_{02}-u_2}, & u_{02}\le x\le u_2;\\ 0, \text{ в других случаях;}\end{cases}$$

3) параболическая

$$\mu(x)=\begin{cases}1-\left(\dfrac{x-a}{b}\right)^2, & (a-b)\le x\le(a+b);\\ 0, \text{ в других случаях;}\end{cases}$$

4) гауссова

$$\mu(x)=\exp\left(-\left(\frac{x-m_0}{\sigma_0}\right)^2\right).$$

Решение. Хромосома в ГА при задаче настройки параметров ФП имеет следующую структуру (рис. 1):

| ошибка НС | $p_1^1$ | … | $p_1^k$ | … | $p_i^1$ | … | $p_i^k$ | … |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Рис. 1. Схема строения хромосомы:
$p_i^k$ – значение $k$-го параметра $i$-го терма переменной

Размер хромосомы вычисляется следующим образом: <количество термов> * <количество параметров ФП> * <количество входных переменных> + 1. Значения ненулевых генов – числа из интервала [0,1], декодируемые в область значений входных переменных. В нулевой ген помещается ошибка вывода НС. В зависимости от типа ФП должно соблюдаться специфическое условие включения хромосомы в популяцию:

– для треугольной: 1) $p_i^1 \le p_i^2 \le p_i^3$ ; 2) $p_{i-1}^2 < p_i^2 < p_{i+1}^2$ ;

– для трапециевидной: 1) $p_i^1 \le p_i^2 < p_i^3 \le p_i^4$ ; 2) $p_{i-1}^3 < p_i^2 < p_i^3 < p_{i+1}^2$ ;

– для параболической и гауссовой: 1) $p_i^2 > 0$ ; 2) $p_{i-1}^2 < p_i^2 < p_{i+1}^2$ .

ФП должны покрывать весь универсум, на котором они определены (не должно быть разрывов между соседними ФП).

В работе используются классические типы селекции («случайный отбор», «рулеточный отбор» и «турнирный отбор»), скрещивания (одноточечное и двухточечное) и мутации (многоточечная) [1].

После выполнения операторов скрещивания и мутации проводится проверка на включение хромосомы в популяцию.

Эксперимент. Исследования проводились на следующих тестовых функциях:

1) $f(x_1, x_2) = \sin(2x_1/\pi) * \sin(2x_2/\pi)$;

2) $f(x_1, x_2) = x_1 * \sin(x_2)$.

На выходе программы – результирующие параметры ФП и значения ошибок: среднеквадратичной (СКО), средней абсолютной (САО) и максимальной.

Изменялись следующие параметры ГА: стратегия селекции, метод скрещивания, тип и вероятность мутации. Для настройки НС была использована таблица наблюдений, состоящая из 121 позиции. В качестве условия останова использовано количество итераций.

В табл. 1 и 2 представлены результаты исследования при следующих параметрах ГА:

– разделение входов НС на 5 термов;

– 20 особей в популяции;

– турнирный отбор хромосом для скрещивания;

– двухточечное скрещивание;

– многоточечная мутация с вероятностью 0,6;

– 5000 шагов алгоритма.

Проведенные исследования показали, что наименьшие ошибки получаются при трапециевидных ФП для первой тестовой функции и треугольных для второй тестовой функции. При гауссовых ФП наблюдается значительное увеличение времени оптимизации.

Таблица 1

**Результаты исследования первой функции**

| Тип ФП | Оптимизация | Усредненные значения ошибки НС | | | время (с) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | САО | СКО | Макс | |
| треугольная | до | 0,1251553 | 0,0155524 | 0,2743186 | |
| | после | 0,0081009 | 0,0012476 | 0,0435528 | 35,8 |
| трапециевидная | до | 0,1177289 | 0,0152160 | 0,2684865 | |
| | после | 0,0043937 | 0,0007240 | 0,0352104 | 40,4 |
| гауссова | до | 0,1391729 | 0,0189394 | 0,3509151 | |
| | после | 0,0233207 | 0,0035322 | 0,1434198 | 127,2 |
| параболическая | до | 0,1380244 | 0,0178078 | 0,3853452 | |
| | после | 0,0118145 | 0,0020629 | 0,0750416 | 49,6 |

Таблица 2

**Результаты исследования второй функции**

| тип ФП | Оптимизация | Усредненные значения ошибки НС | | | время (с) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | САО | СКО | Макс | |
| треугольная | до | 0,0248969 | 0,0033801 | 0,1071499 | |
| | после | 0,0042708 | 0,0007490 | 0,0307345 | 40 |
| трапециевидная | до | 0,0848603 | 0,0100289 | 0,2071201 | |
| | после | 0,005541 | 0,0008711 | 0,0357786 | 45,4 |
| гауссова | до | 0,0975803 | 0,0110941 | 0,2382967 | |
| | после | 0,0212878 | 0,0029658 | 0,1076949 | 118,6 |
| параболическая | до | 0,0368252 | 0,0048965 | 0,1220713 | |
| | после | 0,0113548 | 0,0024140 | 0,1123608 | 57,2 |

**Литература**

1. *Курейчик В.М.* Генетические алгоритмы: Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998.

## ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАЗРАБОТКИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

***П.А. Дудин*, *Н.А. Корнев*, *Д.С. Синьков***

*ТУСУР, г. Томск*

Программно-инструментальный комплекс предназначен для проектирования и реализации нечетких систем и алгоритмов оптимизации. Достоинство комплекса заключается в содержании основных инструментов проектирования нечетких моделей. Данный комплекс облегчит интеграцию различных модулей оптимизации в единый проект.

**Составные части нечеткой системы**

База правил – множество правил вида «ЕСЛИ – ТО», описывающих зависимость выходных переменных от входных.

Лингвистическая переменная – переменная, принимающая значения из множества термов некоторого естественного или искусственного языка. Множество допустимых значений лингвистической переменной называется терм-множеством.

Функции принадлежности описывают степень соответствия четкого значения нечеткому понятию.

Нечетким логическим выводом называется получение заключения в виде нечеткого множества, соответствующего текущим значениям входов, с использованием нечеткой базы правил и нечетких операций.

**Описание инструментов проектирования**

Для реализации функций принадлежности существует класс Membership_Function. Наследниками данного класса являются Parabolic_Membership_Function, Trapezoid_Membership_Function, Triangular_Membership_Function.

Класс Parabolic_Membership_Function является реализацией параболической функции принадлежности, Trapezoid_Membership_Function – трапециевидной функции принадлежности, Triangular_Membership_ Function – треугольной функции принадлежности. Каждой функции принадлежности присваивается имя терма, который она описывает.

Лингвистические переменные реализованы с помощью класса Lingvo_Varible.

RuleBase – класс для создания базы правил. База правил представлена массивом объектов класса Rule – правило.

Правила состоят из антецедента («ЕСЛИ» часть правила) и консеквента («ТО» часть правила). Антецедент представлен массивом объектов класса ElemRule, а консеквент объектом класса Consiquent.

Класс Consiquent является базовым классом для класса ConsiquentSinglton – реализующий консеквент для нечетких систем типа синглтон.

Для хранения данных наблюдений используется класс TableView – таблица наблюдений.

Fuzzyfication – класс нечеткого вывода, с помощью которого реализован вывод в системе типа синглтон.

При помощи представленных инструментов были разработаны алгоритмы структурной идентификации (кластерный анализ реализован в классе Clusterization) и параметрической идентификации (градиентный алгоритм, дискретный и непрерывный алгоритм муравьиной колонии, метод наименьших квадратов, реализованные в классах Gradient_Method, AMK, AMKr, MNK, соответственно).

**Интерфейс**

Программа состоит из основной формы и четырех дополнительных. В основной форме представлены параметры нечеткой системы, в дополнительных: база правил, результаты поиска ошибок, параметры автоматической множественной оптимизации, задание типа функций принадлежности.

На основной форме (рис. 1) представлены следующие параметры нечеткой системы: шаг дискретизации, количество интервалов, количество входных переменных, количество термов, границы области значений переменных, средняя абсолютная ошибка, средняя квадратичная ошибка и максимальная ошибка. Кроме того, на основной форме с помощью компоненты TChart изображены функции принадлежности выбранной лингвистической переменной, а в компоненте StringGrid показаны их числовые значения.

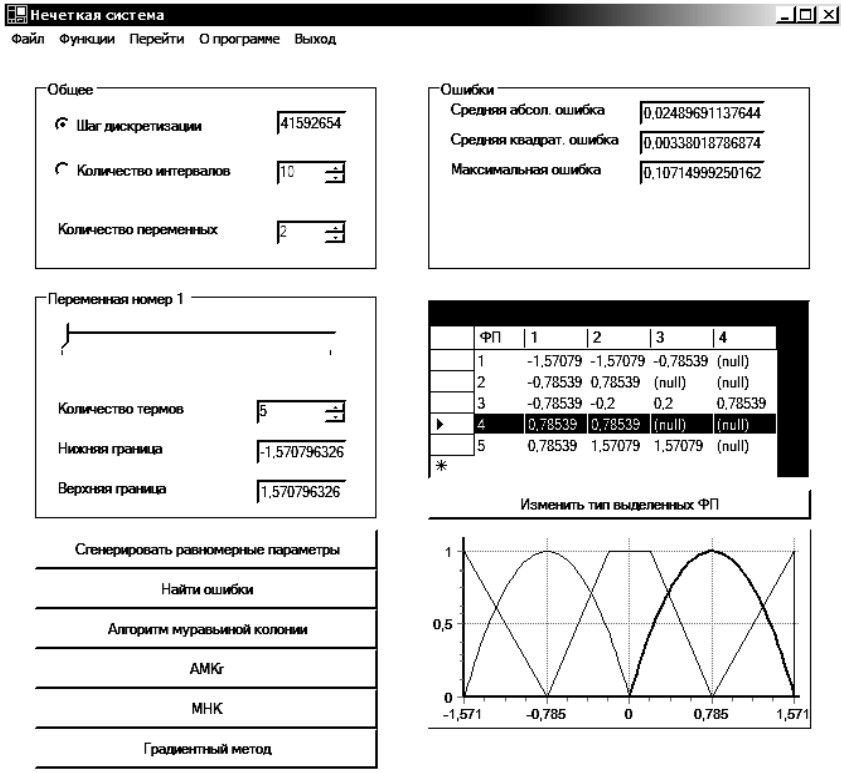



Рис. 1. Форма «Нечеткая система»

С помощью меню «Файл» можно сохранять и загружать параметры нечеткой системы. Файлы параметров нечеткой системы – это файлы формата XML. Запись в файл происходит путем сериализации объекта данного класса, чтение – путем десериализации. Такой способ работы с файлами обеспечивает надежность, расширяемость и простоту. Кроме того, во вкладке «Файл» есть функция «Сохранить результаты поиска ошибки». Она сохраняет в выбранный текстовый файл список из значений, полученных с помощью нечеткой системы и реальных значений.

Во вкладке «Функции» можно сгенерировать равномерные или случайные параметры, найти ошибки нечеткой системы, выполнить оптимизацию одним из предложенных методов, выбрать тестовую функцию и установить начальный файл параметров. На данном этапе исследований используется три тестовые функции.

На форме «База правил» можно задать тип нечеткой системы: синглтон или Такаги-Сугено. На форме «Результат поиска ошибок» в табличном виде представлены значения входных переменных, соответствующие им значения, вычисленные нечеткой системой, реальные значения и абсолютная ошибка между этими значениями. Форма «Множественная оптимизация» позволяет выполнять оптимизацию заданное количество раз с текущими начальными параметрами.

Классы и интерфейс написаны на языке C# в среде Borland Developer Studio 2006.

## СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ АДАПТИРУЮЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

***В.А. Крайванова*, *аспирант***
*Алтайский государственный технический университет*
*г. Барнаул*, *krayvanova@yandex.ru*

В современном мире темпы развития технических систем предъявляют все более сложные требования к кибернетическому обеспечению. Сегодня эффективность системы во многом определяется ее способностью адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды. В работе рассмотрена программная система управления адаптирующимися объектами, основанная на процессе логического вывода. Задача проекта – реализация самообучающегося робота, который по неформальному описанию проблемы на естественном языке (ЕЯ) строит список возможных команд объекта для ее решения. Цель проекта – создание быстродействующей программной системы логического вывода, способной

эффективно работать даже на незнакомых конструкциях фраз естественного языка и адаптироваться под изменяющиеся условия внешней среды.

Фраза на естественном языке представляется в виде дерева, помеченного в вершинах словами естественного языка, а в ребрах – типами отношений между словами. Правило логического вывода задается упорядоченной парой $r = <h, c>$, где $h$ и $c$ – некоторые деревья фраз, и трактуется как «ЕСЛИ $h$, ТО $c$». Узлами деревьев могут являться слова естественного языка и переменные. Каждой переменной правила ставится в соответствие множество понятий естественного языка. Процесс логического вывода сводится к подстановке некоторого дерева, представляющего фразу на естественном языке, в правило [1]. Команды объекта управления также представляются в виде помеченных деревьев с переменными – параметрами команды. Цель логического вывода – построить цепочку вывода от исходной фразы – гипотезы – к команде объекта управления.

Реализация модели состоит из четырех внутренних модулей, базы знаний и внешнего модуля синтаксического анализа фраз на естественном языке. База знаний системы имеет два уровня: уровень лексикона и уровень правил контекстной замены. Лексикон системы представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются слова и понятия естественного языка, а ребрами – отношения обобщения и синонимичности. Отношение обобщения связывает понятие естественного языка со словами, которые оно обобщает. Отношение синонимичности связывает слово с его синонимами (рис. 1).

Модуль первичного семантического анализа преобразует фразы на естественном языке во внутреннее представление системы – помеченные деревья. Первичный семантический анализ использует внешний синтаксический анализатор текстов на естественном языке. Задача модуля логического вывода – построить список команд для объекта управления из исходных гипотез путем построения цепочек логического вывода. Для уменьшения временной сложности алгоритм логического вывода дополнен оптимизирующими эвристиками, основанными на анализе структурных характеристик деревьев. В процессе логического вывода происходит уточнение базы знаний системы. Алгоритм логического вывода конфигурируется набором параметров, таких, как требуемый уровень релевантности и параметры обучения. Преобразование результатов логического вывода в программу для объекта управления производится в модуле интерпретации. Через модуль графического интерфейса осуществляется взаимодействие с пользователем системы: ввод команд на естественном языке, интерактивное обучение системы с учителем, конфигурация и настройка системы. Модуль инициализирующего обучения автоматизирует процесс построения базы знаний системы.

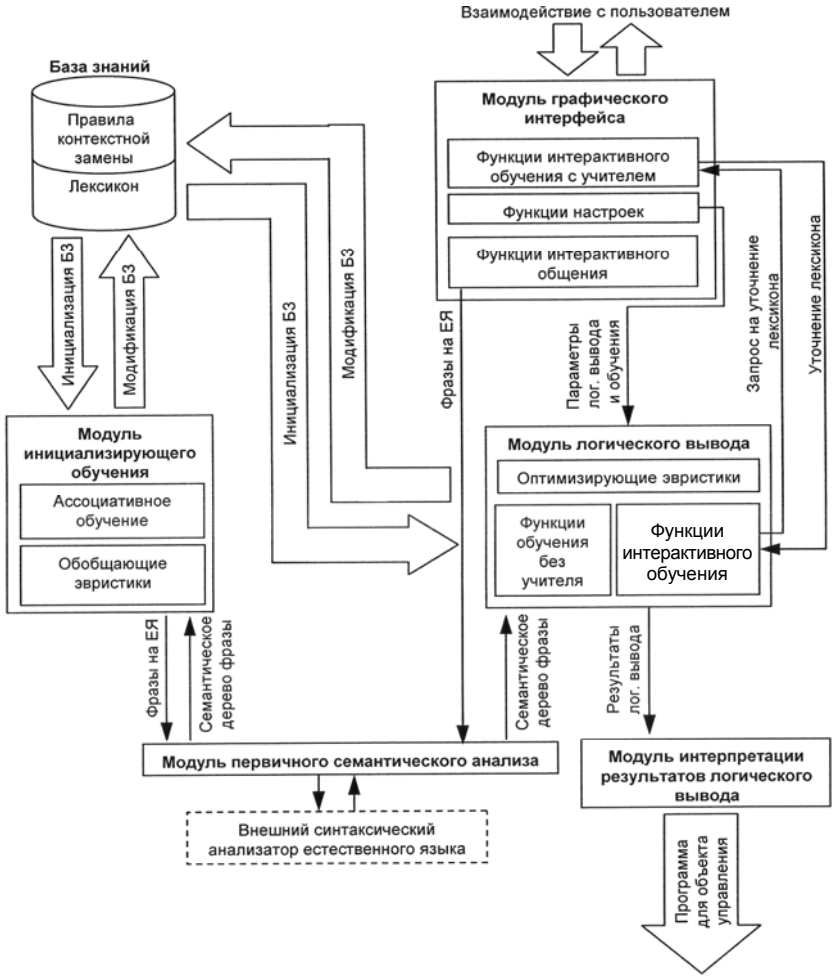



Рис. 1. Схема потоков данных системы

Адаптивное обучение системы происходит на двух этапах: при инициализации системы и непосредственно в процессе логического вывода. Используется алгоритм ассоциативного обучения, который вычленяет из пары неформализованных фраз <гипотеза, следствие> на естественном языке логическое ядро правила. При определении структуры логического ядра добавляемого правила используются шаблоны уже имеющихся в

базе правил. Адаптивный алгоритм дополнен набором эвристик: обобщение пропозициональных узлов в переменные и, как следствие, возможное слияние нескольких правил, обучение и структурирование лексикона системы, устранение вводных конструкций. В процессе интерактивного общения с пользователем система может обучаться с учителем, т.е. запрашивать у пользователя уточнение базы знаний.

На данный момент базовые алгоритмы логического вывода и обучения системы реализованы на языке Java. Для базы знаний и обучающих выборок модуля инициализирующего обучения используется XML-формат. В качестве модуля синтаксического анализа используются словари и библиотеки автоматической обработки текста Dialing [2]. Модульная организация делает алгоритмическую часть системы универсальной, не зависимой от особенностей объекта управления.

**Литература**

1. *Крайванова В.А.*, *Крючкова Е.Н.* Автоматизация логического вывода в условиях неполного описания базы знаний // Технологии Microsoft в теории и практике программирования 2007. Тезисы докладов. конф. Бердск: Оригинал 2, 2007. С. 123–125.

2. *Сокирко А.В.* Реализация первичного семантического анализа в системе Диалинг // Тр. междунар. семинара «Диалог'2000» по компьютерной лингвистике и ее приложениям. Протвино, 2000.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ И ОСНОВАННЫЕ НА ПРОИЗВОДНОЙ МЕТОДЫ В ОПТИМИЗАЦИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

***А.В. Лавыгина*, *аспирант каф. АОИ***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *lav@muma.tusur.ru*

Постановка задачи. Задача идентификации нечеткой системы заключается в следующем: по результатам наблюдений над входными и выходными переменными системы должна быть построена оптимальная модель. Критерием оптимальности является наименьшая ошибка при обратных выводах. Параметрическая идентификация проводится с помощью двух типов методов: 1) основанные на производных (метод наименьших квадратов, градиентный метод, фильтр Калмана); 2) метаэвристические методы (генетический алгоритм, алгоритм муравьиной колонии, метод роящихся частиц, метод имитации отжига и поиск с запретами) [1]. Методы, основанные на производных, более точные, но способны застревать в локальных минимумах. Методы, не основанные на производных, более устойчивы. Но это методы более грубой настройки и требуют больших временных ресурсов.

В работе приводятся особенности применения генетического алгоритма, алгоритма фильтрации Калмана и метода градиентного спуска в задаче оптимизации параметров нечетких моделей.

Генетический алгоритм. Применение генетического алгоритма не гарантирует нахождение наилучшего решения. Найденное решение может быть близким к наилучшему.

Работа генетического алгоритма основана на принципах естественного отбора и наследования [2]. Основным понятием в генетическом алгоритме является понятие «хромосома». Каждая хромосома состоит из множества генов, имеющих одинаковую внутреннюю структуру. В рассматриваемом случае ген кодирует один параметр нечеткой модели. Популяция – это множество хромосом, созданных на текущем шаге работы алгоритма. В качестве целевой функции выступает ошибка (среднеквадратическая, средняя абсолютная или максимальная), определяемая как разность между эталонным значением и вычисленным нечеткой системой. В работе применяется несколько способов формирования начальной популяции: гены всех хромосом в популяции задаются случайным образом; одна или более хромосом в популяции задаются исследователем. Исследованы несколько способов формирования текущей популяции: полная замена старой популяции новой, полученной в результате применения операторов скрещивания и мутации; частичная замена, когда формируется «расширенная» популяция, в которую помещаются хромосомы как нового, так и старого поколения; помещение в новую популяцию лучших хромосом из старого поколения и лучших хромосом из нового поколения в отношении 3:7; помещение в новую популяцию лучших хромосом из старого поколения и худших хромосом из нового поколения в отношении 3:7. Определены условия включения хромосомы в зависимости от вида функций принадлежности, параметры которых необходимо настраивать при помощи генетического алгоритма. Определен специфичный оператор мутации. Исследовано влияние таких параметров, как стратегия отбора хромосом для скрещивания, тип и вероятность скрещивания, тип и вероятность мутации, способы задания начальной и промежуточных популяций на сходимость алгоритма.

Фильтр Калмана. Нечеткая система однозначно характеризуется состоянием, заданным значениями параметров функций принадлежности и значениями консеквентов правил. Вычисляемой (измеряемой, наблюдаемой) переменной, определенным образом связанной с состоянием системы, является выход нечеткой системы. Два последовательно определенных вектора состояния связаны рекуррентным уравнением (модель процесса). Определенным уравнением связаны вектор измерений и вектор состояний (модель измерения) [3]. Общая схема алгоритма такова: сначала задаются значения вектора состояния и значения его матрицы ковариаций. Далее выполняются две операции – прогноз и корректиров-

ка. Прогноз связан с определением ожидаемого значения вектора состояния и предварительной оценкой корреляционной матрицы. На этапе корректировки вычисляется матричный «коэффициент Калмана», обновляется оценка вектора состояния, исходя из новых результатов измерения, и обновляется оценка корреляционной матрицы. Сходимость алгоритма и точность определения параметров нечеткой системы зависят от выбора начального значения корреляционной матрицы, значений матриц ковариаций шума процесса и шума измерения. Исследованы различные комбинации параметров фильтра Калмана и влияние этих параметров на работу алгоритма фильтрации. Предложено и исследовано два способа формирования значения корреляционной матрицы.

Проведенные эксперименты показали, что использование фильтра Калмана в качестве самостоятельного метода оптимизации параметров нечетких моделей в большинстве случаев не ведет к многократному уменьшению ошибки вывода.

Градиентный метод. Суть метода заключается в том, что последующее приближение функции получается из предыдущего движением в направлении, противоположном направлению градиента целевой функции. При оценивании параметров нечетких моделей целевой функцией является среднеквадратичная ошибка, а вектор параметров определен на множестве параметров функций принадлежности и параметров консеквентов правил. Основное достоинство метода – его быстрая сходимость, недостаток – способность застревать в местных оптимумах.

Гибридные алгоритмы. Принимая во внимание достоинства и недостатки предложенных методов, разработаны гибридные алгоритмы на основе генетического алгоритма, градиентного метода и фильтра Калмана. Предложен следующий способ гибридизации: запуск генетического алгоритма на первом этапе для грубой настройки параметров нечеткой модели, затем применение градиентного метода или алгоритма на основе фильтра Калмана.

Проведенные эксперименты показали, что использование гибридных алгоритмов позволяет существенно уменьшить ошибки вывода.

В дальнейшем предлагается исследовать применение методов, основанных на производных, в качестве операторов скрещивания и мутации или совместно с ними.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-08-00248).

**Литература**

1. *Dreo J.*, *Petrowski A.*, *Siarry P.*, *Taillard E.* Metaheuristics for hard optimization. Methods and case studies. Berlin: Springer, 2006. 369 S.

2. *Goldberg D.E.* Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. MA: Addison-Wesley, 1989. 412 p.

3. *Балакришнан А.* Теория фильтрации Калмана: Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 168 с.

# ПОИСК С ЗАПРЕТАМИ В ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ТИПА СИНГЛТОН

***Р.Р. Нигманов*, *студент 3-го курса ФСУ***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *ruskwon-wtf2005@mail.ru*

**Постановка задачи**. Главной задачей работы является идентификация нечетких моделей с помощью исследуемого алгоритма, а также программная реализация алгоритма и исследование поведения алгоритма на разных входных данных. На данном этапе проводится оптимизация параметров нечеткой системы.

Параметрическая идентификация – это определение неизвестных параметров антецедентов нечетких правил путем оптимизации работы нечеткой системы по заданному критерию.

Описание нечеткой системы. Нечеткая система осуществляет отображение $F:\Re^n \to \Re$. Важную роль в этом отображении играют функции принадлежности $\mu_{LXij}(x_i)$, указывающие степень принадлежности четкой переменной $x_i$ нечеткому понятию $LX_{ij}$. Каждая функция принадлежности задается своим первоначальным набором параметров, например, треугольная – тройкой параметров, трапециевидная – четверкой, гауссова и параболическая – двойкой.

Обучение модели ведется на основе таблиц наблюдений или тестовых функций $f(x_i)$. Необходимо так построить базу правил, чтобы ошибка вывода была минимальной.

Для исследования выбран алгоритм оптимизации параметров «Поиск с запретами». Данный алгоритм стал прототипом человеческой памяти. Например, роль памяти в данном алгоритме играет табу-список, который «помнит» определенное число решений и наиболее ранние решения «забываются», когда поступает новая информация, т.е. новые решения. Табу-список работает по типу FIFO файла. Табу-список необходим для того, чтобы хранить лучшие решения, полученные на предыдущих этапах. Основной проблемой является определение длины «Табу-списка», все зависит от количества входных переменных и количества функций принадлежности [1, 2]. Для удобства вычислений алгоритм разбивает нашу область на некоторое количество отрезков. Проходя по всей области определения, он находит закодированное решение: 1 – в случае нахождения параметра терма и 0 – в обратном.

Алгоритм поиска с запретами для параметрической идентификации.

Вход: *Er* – заданная ошибка, *s* – случайным образом сгенерированное решение.

Выход: *s**– оптимальные параметры лингвистических термов.

Шаг 1. Закодировать нулями и единицами решение *s*.

Шаг 2. Занести $s$ в табу список.

Шаг 3. Вычислить ошибку Ertek при данном решении $s$.

Шаг 4. Делать пока |Ertek – $Er$| > 0.

Шаг 4.1. Произвести соседние решения, принадлежащие текущей окрестности.

Шаг 4.2. Найти лучше всего $s$* среди соседних решений.

Шаг 4.3. Пересчитать ошибку Ertek для текущего решения.

Шаг 4.4. Если движение $s$ к $s$* не находится в табу-списке, тогда принять движение и обновить лучшее решение, обновить табу-лист.

Иначе

Если Ertek < Er, тогда выдать решение и выйти.

Иначе

{

Принять движение и обновить лучшее решение.

Обновить табу-список.

}

Шаг 4. Вывести лучшее решение.

**Эксперимент** (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Результаты эксперимента для пяти термов**

| Ошибки | Тестовые функции | | |
|---|---|---|---|
| | $y = x_1*\sin(x_2)$ | $y = \sin(2x_1/\pi)\sin(2x_2/\pi)$ | $y = x_1 + x_2 - 5$ |
| Средняя ошибка | 0,04234 | 0,029999 | 0,127 |
| Максимальная ошибка | 0,095203 | 0,093277 | 0,1556 |
| Время (с) | 7,2 | 14,7 | 2,1 |

Таблица 2

**Результаты эксперимента для семи термов**

| Ошибки | Тестовые функции | | |
|---|---|---|---|
| | $y = x_1 \sin(x_2)$ | $y = \sin(2x_1/\pi)\sin(2x_2/\pi)$ | $y = x_1 + x_2 - 5$ |
| Средняя ошибка | 0,0077 | 0,02011 | 0,0574 |
| Максимальная ошибка | 0,0353 | 0,093 | 0,17 |
| Время (с) | 18,2 | 33,3 | 3,7 |

**Вывод**. Исследован алгоритм «Поиск с запретами». Так как алгоритм основан на переборе и быстро двигается к глобальному оптимуму, поэтому он хорош для грубой оценки параметров нечетких систем, что значительно уменьшит общее время вычислений. Целесообразно выбирать не очень большое количество термов, что обеспечит оптимальное сочетание точности и времени. Целесообразно после применения данного алгоритма использовать градиентный метод или какой-либо другой алгоритм, который быстро двигается к оптимуму вблизи него.

**Литература**

1. *Barnes J.W.*, *Chambers J.B.* Solving the Job Shop Schelduing Problem with «Tabu Search» // UE Transactions. 1995. Vol. 27, No. 2. P. 257–263.

2. *Battiti R. and Tecchiolli G.* The Reactive Tabu Search // ORSA Journal on Computing. 1994. Vol. 6, No. 2. P. 126–140.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ КАЛМАНА ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ТИПА СИНГЛТОН

***Д.А. Осадченко*, *студентка 3-го курса*; *А.В. Лавыгина*, *аспирант***
*ТУСУР, г. Томск, fuzz@sibmail.com*

**Постановка задачи**

В работе предложено решение задачи параметрической идентификации нечетких систем (НС) при помощи алгоритма фильтрации Калмана (ФК).

ФК представляется в виде линейной системы, дискретной во времени. Такая система характеризуется своим входом, состоянием и выходом [1].

Для задачи параметрической идентификации нечетких моделей система может быть описана следующим образом [2]:

$$\mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{x}_n + \omega_n ;$$

$$\mathbf{d}_n = h_n(\mathbf{x}_n) + \nu_n ,$$

где $\mathbf{x}_n$ – вектор состояния системы в момент времени $n$, состоящий из массива всех параметров функции принадлежности (ФП), например для треугольных ФП:

$$\mathbf{x}_n = \left[ a_{11} b_{11} c_{11} \ldots a_{1t} b_{1t} c_{1t} \; a_{21} b_{21} c_{21} \ldots a_{2t} b_{2t} c_{2t} \right],$$

вектор $\mathbf{d}$ – целевой вектор выхода нечеткой системы; $h(\cdot)$ – нелинейная функция состояния системы, описывающая выход НС с текущими параметрами; $\omega_n$ – шум процесса; $\nu_n$ – шум измерения, которые вводятся искусственно для устойчивости фильтра.

Процесс фильтрации сводится к следующей рекурсии [1]:

$$\hat{\mathbf{x}}_n = \hat{\mathbf{x}}_{n-1} + \mathbf{K}\left[\hat{\mathbf{x}}_n - h(\hat{\mathbf{x}}_{n-1})\right],$$

$$\mathbf{K}_n = \mathbf{P}_n \mathbf{H}_n (\mathbf{R}_n + \mathbf{H}_n^T \mathbf{P}_n \mathbf{H}_n)^{-1},$$

$$\mathbf{P}_{n+1} = (\mathbf{P}_n - \mathbf{K}_n \mathbf{H}_n^T \mathbf{P}_n) + \mathbf{Q}_n,$$

где $\mathbf{K}_n$ – усиление ФК; $\mathbf{P}_n$ – ковариационная матрица погрешности оценивания состояния системы; $\mathbf{R}_n$ – ковариационная матрица шума измерения; $\mathbf{Q}_n$ – ковариационная матрица шума процесса; $\mathbf{H}_n^T$ – матрица частичных производных нечеткого выхода относительно параметров ФП:

$$\mathbf{H}_n^T = \left.\frac{\partial h(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}}\right|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}_n}.$$

**Алгоритм фильтрации Калмана**

Вход: начальное значение вектора параметров $\mathbf{x}_0$, ковариационная матрица погрешности оценивания состояния $\mathbf{P}_0$, значения матриц шумов **R** и **Q**.

Выход: оптимизированный вектор параметров ФП, значение ошибки нечеткого вывода.

Шаг 1. Вычислить матрицу частных производных выхода от параметров нечеткой системы.

Шаг 2. Вычислить матрицу усиления **K**.

Шаг 3. Вычислить вектор параметров нечеткой системы.

Шаг 4. Вычислить значение ковариационной матрицы ошибок параметров.

Шаг 5. Если достигнуто условие останова, то выйти, иначе перейти на шаг 1.

Начальный вектор $\mathbf{x}_0$ задается одним из следующих способов:

– параметры ФП задаются случайным образом;

– равномерное распределение параметров ФП по областям изменения входных величин.

Матрицы **R** и **Q** задаются в виде диагональных матриц: **R** = **r***I, **Q** = **q***I, где **I** – единичная матрица.

В работе исследовано два способа формирования значения матрицы $\mathbf{P}_0$:

с использованием формул:

$$M((\mathbf{x}_0 - \overline{x_0})(\mathbf{x}_0 - \overline{x_0})^T) = \mathbf{P}_0,$$

$$M(\mathbf{x}_0) = \overline{x_0},$$

$\mathbf{P}_0$ – диагональная матрица: $\mathbf{P}_0$ = p*I.

**Результаты эксперимента и выводы**

Увеличение количества термов увеличивает время вычислений и почти всегда уменьшает значения ошибок.

При использовании второго способа задания матрицы $\mathbf{P}_0$ увеличение значений диагональных элементов матрицы $\mathbf{P}_0$ ведет к увеличению значений ошибок. Но для значений $p$ >1000 фильтр неустойчив и многократно увеличивает ошибку. При любых значениях $p$ не достигается ошибка, полученная при первом способе задания матрицы $\mathbf{P}_0$.

С уменьшением значений диагональных элементов матрицы **R**, уменьшается ошибка. Но при значениях $r < 100$ фильтр неустойчив. Это обуславливается тем, что в формуле вычисления матрицы усиления используется матрица, обратная данной, т.е. при малых значениях ее диагонали получается большой шаг итерации.

Увеличение значений диагональных элементов матрицы **Q** ведет к уменьшению ошибки. При значении диагонального элемента $q > 10$ система неустойчива. Это обуславливается тем, что данная матрица используется в формуле вычисления матрицы усиления и так же, как и матрица **R**, характеризует шаг итерации.

Стоит отметить, что использование ФК в большинстве случаев не ведет к многократному уменьшению ошибки. Исключением являются случаи, когда входы разбиваются на число термов, большее семи, а начальное состояние системы соответствует равномерному распределению параметров ФП.

Поэтому целесообразно применение алгоритмов, не основанных на производных, на первом этапе параметрической идентификации для грубой настройки параметров ФП, после чего запускать алгоритм фильтрации Калмана.

**Перспективы дальнейших исследований**

В дальнейшем планируется развивать существующий проект, модифицировать его и обеспечить применимость алгоритма ФК к другим типам НС, ФП, тестовых функций, а также обеспечить возможность параллельного вычисления с другими алгоритмами идентификации, то есть интегрировать алгоритм ФК в общую систему идентификации структуры и параметров НС.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-08-00248).

**Литература**

1. *Балакришнан А.* Теория фильтрации Калмана: Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 168 с.

2. *Simon D.* Training Fuzzy systems with the Extended Kalman Filter // IEEE Trans. on Fuzzy systems. 2002. Vol. 132. P. 189–199.

# ГРАДИЕНТНЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

***П.А. Дудин, студент 5-го курса; Д.С. Синьков, студент 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, klassik86@mail.ru*

Рассмотрим градиентный метод обучения нечетких систем на примере моделей типа синглтон с двумя входными переменными, разделенными на пять лингвистических термов. Здесь для обучающих примеров, заданных в виде троек ($x_1$*, $x_2$*, $y$*), предложена целевая функция для минимизации погрешности решений:

$$E=\frac{1}{2}(y^*-y)^2,$$

где $y$* – желательное выходное значение; $y$ – выходное значение, полученное в результате нечеткого вывода.

Для треугольных функций принадлежности [1]

$$\mu(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a}{b-a}, & a\le x\le b,\\ \dfrac{x-c}{b-c}, & b\le x\le c,\\ 0, \text{ в других случаях}\end{cases}$$

и базы правил следующего вида:

$$\mu_{1i}\,\text{AND}\,\mu_{2j}\rightarrow y_{(j-1)*5+i},$$

частные производные

$$\frac{\partial\mu_{1i}}{\partial b_{1i}}=\begin{cases}\dfrac{a_{1i}-x_1}{(b_{1i}-a_{1i})^2}\\ \dfrac{c_{1i}-x_1}{(b_{1i}-c_{1i})^2}\end{cases},\qquad \frac{\partial\mu_{2i}}{\partial b_{2i}}=\begin{cases}\dfrac{a_{2i}-x_2}{(b_{2i}-a_{2i})^2}\\ \dfrac{c_{2i}-x_2}{(b_{2i}-c_{2i})^2}\end{cases},$$

тогда значения параметров на $t+1$ определяются следующим образом [1]:

$$a_{1i}(t+1)=a_{1i}(t)+\frac{\alpha(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ij}-y)\cdot\mu_{2j}(x_2^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{(x_1^*-b_{1i})}{(b_{1i}-a_{1i})^2},\qquad(1)$$

$$b_{1i}(t+1)=b_{1i}(t)+\frac{\beta(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ij}-y)\mu_{2j}(x_2^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{\partial\mu_{1i}(x_1^*)}{\partial b_{1i}}, \quad (2)$$

$$c_{1i}(t+1)=c_{1i}(t)+\frac{\lambda(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ij}-y)\mu_{2j}(x_2^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{(x_1^*-b_{1i})}{(b_{1i}-c_{1i})^2}, \quad (3)$$

$$a_{2i}(t+1)=a_{2i}(t)+\frac{\alpha(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ji}-y)\mu_{1j}(x_1^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\cdot\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{(x_2^*-b_{2i})}{(b_{2i}-a_{2i})^2}, \quad (4)$$

$$b_{2i}(t+1)=b_{2i}(t)+\frac{\beta(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ji}-y)\cdot\mu_{1j}(x_1^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{\partial\mu_{2i}(x_2^*)}{\partial b_{2i}}, \quad (5)$$

$$c_{2i}(t+1)=c_{2i}(t)+\frac{\lambda(y^*-y)\sum_{j=1}^{5}(r_{ji}-y)\mu_{1j}(x_1^*)}{\sum_{j=0}^{24}\mu_{1l}(x_1^*)\mu_{2m}(x_2^*)}\cdot\frac{(x_2^*-b_{2i})}{(b_{2i}-c_{2i})^2} \quad (6)$$

для $i = 1\ldots5$; $l = (j \bmod 5) + 1$; $m = (j \operatorname{div} 5) + 1$; $\alpha$, $\beta$, $\lambda$ – константы обучения, $t$ – итерация обучения.

Значения $r_i$ консеквента правила на $t + 1$-м шаге определяются следующим образом [1]:

$$r_{i+1}(t+1)=r_{i+1}(t)-\gamma\frac{\partial E}{\partial r_{i+1}(t)}=r_{i+1}(t)+\frac{\gamma(y^*-y)A_{1k}(x_1^*)A_{2n}(x_2^*)}{\sum_{j=0}^{24}A_{1l}(x_1^*)A_{2m}(x_2^*)}, \quad (7)$$

где $\gamma$ – константы обучения, $t$ – итерация обучения, $i=0\ldots24$; $l=(j \bmod 5)+1$; $m = (j \operatorname{div} 5) + 1$; $k = (i \bmod 5) + 1$; $n = (i \operatorname{div} 5) + 1$.

Алгоритм оптимизации параметров ФП градиентным методом приведен ниже [1].

Шаг 1. Задать начальные параметры: константы обучения α, β, λ, γ, количество итераций и шаг дискретизации входных переменных.

Шаг 2. Для всех значений ($x_1$*, $x_2$*) от нижней границы области изменений до верхней с заданным шагом дискретизации выполнять шаг 3.

Шаг 3. Для тройки параметров (*a*, *b*, *c*) первой лингвистической переменной первой ФП изменить значения параметров по формулам (1), (2) или (3) соответственно. Затем изменить значения тройки параметров для второй, третьей ФП и т.д. После аналогичная процедура для параметров ФП второй лингвистической переменной по формулам (4), (5) или (6).

Шаг 4. Для всех значений ($x_1$*, $x_2$*) от нижней границы области изменений до верхней с заданным шагом дискретизации выполнять шаг 5.

Шаг 5. Для всех консеквентов в базе правил изменить значения, используя формулу (7).

Шаг 6. Если условия останова алгоритма выполнено, то закончить вычисления. Иначе перейти к шагу 2.

Условием останова является достижение заданного числа итераций или получение ошибки меньше заданной.

Модифицированный ГМ – это ГМ с переменным шагом. Здесь коэффициенты α, β, λ, γ уменьшаются, как только процесс улучшения ошибки остановился. После уменьшения коэффициентов ошибка вновь уменьшается. Данный алгоритм более точно настраивает параметры ФП.

Основным недостатком ГМ является его неспособность преодолеть локальные минимумы. Поэтому ГМ применяется после оптимизации параметров другими алгоритмами, такими как АМК, генетический алгоритм, метод роящихся частиц, метод отжига.

Результаты показали, что настройка параметров градиентным методом после оптимизации АМК уменьшает ошибку в несколько раз.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-08-00248).

**Литература**

1. *Ходашинский И.А.*, *Дудин П.А.* Совместное использование алгоритма муравьиной колонии и градиентного метода для идентификации нечетких систем типа синглтон // Первый ежегодный сборник статей по результатам научно-исследовательской деятельности студентов по приоритетным направлениям развития научных исследований ТУСУР. Томск: Томск. гос. ун-т управл. и радиоэлектроники, 2007. С. 217–224.

# АЛГОРИТМ ПЕРЕБОРА В СТРУКТУРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

***Н.В. Вологина, студентка 3-го курса***
*ТУСУР, ФСУ, vologushka@yandex.ru*

Постановка задачи. Алгоритм перебора направлен на построение базы правил в нечеткой модели типа синглтон, *k*-е правило которой имеет вид:

$$R_k : LX_{1j} \text{ AND} \ldots \text{AND } LX_{nj} \to r_k ,\ j = \overline{1,l} , \tag{1}$$

где $n$ – количество входных переменных; $l$ – количество лингвистических термов (нечетких значений), на которых определена входная переменная; $r_k$ – действительное число, которым оценивается выход $y$.

В результате работы алгоритма перебора формируется база правил с количеством правил $m = l^n$, получающихся всевозможными комбинациями термов $j$, найденных по формуле сочетаний с повторениями.

Необходимо так построить базу правил, чтобы минимизировать ошибку вывода, определяемую как

$$\xi_{\text{абс}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \left| f(\mathbf{x}_i) - F(\mathbf{x}_i) \right|}{N} , \tag{2}$$

где $N$ – количество экспериментальных точек; $f(\mathbf{x}_i)$ – значения выходной переменной для заданной тестовой функции; $F(\mathbf{x}_i)$ – выходное значение нечеткой системы, определяемое по формуле

$$F(\mathbf{x}_i) = \frac{\sum_{j=1}^{m} \mu_{LX_{1j}}(x_1)\mu_{LX_{2j}}(x_2)\ldots\mu_{LX_{nj}}(x_n) r_j}{\sum_{j=1}^{m} \mu_{LX_{1j}}(x_1)\mu_{LX_{2j}}(x_2)\ldots\mu_{LX_{nj}}(x_n)} , \tag{3}$$

где $m$ – количество правил нечеткой модели; $\mu_{LX_{ij}}$ – функция принадлежности $j$-го лингвистического терма $LX_{ij}$ для $i$-й переменной.

Как видно из формулы (1), количество правил $m$ в базе зависит от количества входных переменных и количества термов для разбиения области определения каждой входной переменной.

Задача определения структурных характеристик нечеткой модели, таких как число нечетких правил, количество лингвистических термов, на которое разбиты входные переменные, решается на этапе структурной идентификации нечетких моделей.

От правильного определения структуры нечеткой системы, в конечном счете, зависит продуктивность всей системы: время вычислений и точность вычислений.

Необходимо предоставить пользователю инструментальные средства, позволяющие решить задачу о нахождении компромисса между точностью вычислений и временем для решения задачи. В работе разработан алгоритм построения базы правил нечеткой модели при помощи алгоритма перебора.

Методы реализации. Данный алгоритм находит количество термов, на которое необходимо разбить область определения входной переменной для достижения заданной точности.

Сначала алгоритм перебора генерирует один терм, охватывающий всю область определения входных переменных, затем находит выходное значение нечеткой системы и тестовое значение выхода для фиксированного числа точек. Находит ошибку вычислений и проверяет, достигнута ли заданная точность. Если точность не достигнута, то начинается последовательное разбиение области определения на большее количество термов, пока не будет найдено такое количество термов, при котором заданная точность будет достигнута.

Алгоритм перебора.

Вход: $n$ – количество входных переменных, $f(x_i)$ – тестовая функция, $Er$ – задаваемая точность.

Выход: база правил.

Шаг 1. Задать начальное количество термов для каждой переменной равным 1.

Шаг 2. Сформировать базу правил, при заданном количестве термов, каждое правило которой имеет вид (1).

Шаг 3. Найти значения выходной переменной для заданной тестовой функции.

Шаг 4. Найти выходное значение нечеткой системы.

Шаг 5. Найти ошибку вычислений $\xi_{абс}$.

Шаг 6. Если $\xi_{абс} > Er$, то увеличить количество термов каждой переменной на 1 и перейти на Шаг 2, иначе Выход.

Эксперимент и вывод. Было проведено исследование работы алгоритма перебора на функции $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot \sin(x_2)$.

Как видно из таблицы, ошибка вычислений обратно пропорциональна количеству термов разбиения. Это является основной проблемой нахождения компромисса между вычислением наиболее точного значения выхода нечеткой системы и временными затратами на работу алгоритма.

**Результаты эксперимента**

| Количество термов | $\xi_{абс}$ | Время вычислений, с |
|---|---|---|
| 1 | 1,7 | 0,5 |
| 2 | 1,2 | 0,5 |
| 3 | 0,43 | 1 |
| 4 | 0,18 | 1 |
| 5 | 0,19 | 2 |
| 6 | 0,06 | 2 |
| 7 | 0,03 | 3 |
| 8 | 0,04 | 3 |
| 9 | 0,01 | 3 |
| 10 | 0,006 | 3 |

Так, для решения проблемы средней сложности может потребоваться несколько сотен или даже тысяч правил. Это значительно затрудняет обработку правил системы, возрастает время вычислений. Поэтому для повышения качества моделирования после работы алгоритма перебора необходимо запустить более точные методы настройки нечеткой системы.

## *СЕКЦИЯ 11*

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Председатель – **Ю.А. Шурыгин**, первый проректор ТУСУР, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.;*
*зам. председателя – **В.П. Коцубинский**, к.т.н., доцент каф. КСУП*

## *ПОДСЕКЦИЯ 11.1*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

*Председатель – **М.В. Черкашин**, к.т.н., ст. пр. каф. КСУП*

### ПРОГРАММА «ДИАГРАММА СМИТА – ВОЛЬПЕРТА»

***А.А. Баранов*, студент 5-го курса каф. КСУП ФВС**
*ТУСУР, г. Томск*

Проблема согласования сопротивлений – одна из основных, с которой приходится сталкиваться разработчику цепей, образованных из отрезков линий передачи. Известно, что при рассогласовании (сопротивление нагрузки не равно волновому сопротивлению) часть энергии падающей волны отражается к генератору. Суперпозиция падающей и отраженной волн приводит к появлению в определенных сечениях линии передачи узлов и пучностей. В результате образуется стоячая волна. При высоком уровне передаваемой мощности это нежелательно, так как в режиме стоячей волны максимумы тока и напряжения могут в два раза превышать их уровень в режиме согласования. Столь значительное увеличение тока и напряжения нередко приводит к пробою или разрушению диэлектрического заполнения [1].

Нередко волна, отраженная от нагрузки линии, оказывается причиной затягивания частоты генератора, питающего линию. Генератор начинает работать на частоте, несколько отличающейся от требуемой. В приемных устройствах рассогласование с антенной служит источником потерь части энергии, так как не вся принятая энергия поступает на вход усилителя. Тем самым ухудшаются параметры приемного устрой-

ства. Бывает весьма полезно контролировать уровень рассогласования, поскольку, например, в малошумящих усилителях величины входного сопротивления активных элементов, соответствующие максимуму усиления и минимуму шумов, не совпадают. Преднамеренное рассогласование на входе усилителя нередко улучшает шумовые характеристики при несколько меньшем усилении.

Что необходимо предпринять для достижения требуемого уровня согласования?

Во-первых, следует овладеть методами расчета уровня рассогласования, вызываемого нагрузкой, подключенной к источнику. Во-вторых, необходимо овладеть методами направленного воздействия на уровень отражений, что дает возможность разработчику достигнуть требуемого уровня согласования. Существенную информацию позволяет получать подход, основанный на использовании диаграммы Смита.

В 1939 г. П.Х. Смит, инженер фирмы Bell Telephone Labaratories, описал метод графического представления характеристик линии передачи. Диаграмма, предложенная им, относится к числу наиболее гибких и общих диаграмм, используемых до настоящего времени при анализе согласования. Основная заслуга Смита в том, что он дал отличающееся от известных в то время графическое описание для пассивных нагрузок, когда коэффициент отражения равен единице или меньше. До настоящего времени диаграмма Смита относится к числу наиболее универсальных и широко используемых при решении проблемы согласования.

Диаграмма Смита – это мощное вспомогательное средство расчета СВЧ-цепей. Кроме чисто практического значения, она дает понимание принципа согласования комплексных сопротивлений и многое другое. Диаграмма Смита применяется в Touchstone, Microwave Office и всех других программах проектирования СВЧ-устройств. Диаграмма Смита – это бесконечная комплексная плоскость, свернутая с помощью конформного отображения в плоскость, ограниченную единичным кругом.

SMITH CHART (диаграмма Смита) – это графический калькулятор для относительно сложных математических вычислений, заменяющий комплексные числа их геометрическим представлением. Это позволяет ясно видеть результат изменения параметров линии передачи. Диаграмма Смита позволяет прочувствовать поведение линии передачи и оценить диапазон изменений импеданса при рассогласовании.

На данный момент на рынке программного обеспечения существует небольшое количество программ расчета СВЧ-схем, основанных на методе диаграммы Смита, таких как Smith-Chart («Berne Institute of Engineering and Architecture», Швейцария), RF-Chart (США), CSmith (Stephan Weber, Германия) и др. В основном, это разработки крупных

компаний, обладающие богатыми возможностями и практически универсальные. К сожалению, указанные программы являются дорогостоящими продуктами, что препятствует их использованию небольшими фирмами и исследовательскими лабораториями, а также университетами в учебных целях. Исходя из этого, было принято решение о целесообразности создания собственной программы, позволяющей решать поставленные задачи.

**Литература**

1. *Фуско В.* СВЧ-цепи. М.: Радио и связь, 1990. 288 с.

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММЫ СИНТЕЗА СОГЛАСУЮЩИХ ЦЕПЕЙ В СРЕДУ РАЗРАБОТКИ СВЧ-УСТРОЙСТВ MICROWAVE OFFICE

***А.В. Барышников*, *инженер*; *Ф.И. Шеерман*, *к.т.н.*;**
***С.Ю. Дорофеев*, *инженер***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *a.s.baryshnikov@gmail.com*, *sfi1493@ms.tusur.ru*,
*dorofeev.sergey@gmail.com*

На сегодняшний момент в большинстве САПР СВЧ-устройств нет встроенных средств синтеза (определения структуры и номиналов элементов) согласующих (СЦ) и корректирующих цепей (КЦ). Поэтому для решения задачи синтеза СЦ разработчику приходится прибегать к специализированным программам (таким, как MultiMatch, RF-Compiler, ZMatch и др.). При этом он вначале с помощью системы моделирования на ряде заданных частот вычисляет импеданс согласуемых генератора и нагрузки и затем вводит (обычно вручную) эти данные в программу синтеза. Полученную в результате синтеза цепь (или несколько цепей) пользователь должен внести в систему моделирования для оценки характеристик всего устройства. Этот процесс в случае его частого повторения весьма неудобен, кроме того, вероятны ошибки на этапах ввода исходных данных в программу синтеза и полученной схемы СЦ – в систему моделирования.

В [1] нами был предложен и реализован способ интеграции программы синтеза СЦ GENESYN [2], разработанной на кафедре КСУП ТУСУР, и популярной системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств – Microwave Office (MWO) фирмы AWR [3] (рис. 1, *а*). Этот способ имеет существенный недостаток – сложную схему взаимодействия объектов (GENESYN, MWO и MWO-Wizard). Кроме того, при реализованной ранее схеме для правильных действий пользователя требуются дополнительные пояснения.

Для устранения вышеназванного недостатка была предложена модифицированная схема взаимодействия (рис. 1, *б*). При ее реализации необходимо было преобразовать GENESYN в COM-объект [4] с интерфейсом IMWOWizard (интерфейс так называемого помощника (Wizard'а) среды MWO). Реализация интерфейса IMWOWizard в программе GeneSyn позволила запускать ее из MWO. Для запуска MWO из GeneSyn используется COM-Automation интерфейс MWO – IMWOffice (базовый интерфейс MWO).

*а* *б*

Рис. 1. Схемы взаимодействия объектов до и после модификации

Genesyn Wizard, решающий задачу по сбору исходных данных – значений импеданса генератора и нагрузки на выбранных частотах, – реализован в программе GENESYN.

Рассмотрим процесс проектирования СЦ для СВЧ-устройства на основе модифицированной схемы (рис. 2). После открытия проекта MWO и вызова соответствующего MWO-Wizard'а автоматически запускается программа GENESYN, в которой пользователь, используя Genesyn Wizard, последовательно указывает имя схемы СВЧ-устройства, в которую должна включаться СЦ, способ согласования (максимальный коэффициент передачи, минимальный шум) и значения частот в полосе согласования. После этого на выбранную схему автоматически помещается изображение четырехполюсной подцепи – будущей СЦ. Затем пользователь соединяет подцепь с «левой» и «правой» частями схемы – эквивалентными генератором и нагрузкой, которые необходимо согласовать. Далее с помощью MWO на выбранных частотах рассчитываются импедансы генератора и нагрузки, на основе этих данных пользователь синтезирует СЦ с помощью программы GENESYN, результатом является описание СЦ в формате языка SRL.

После вызова специальной функции в меню программы GENESYN описание СЦ на языке SRL преобразуется в последовательность команд для ввода этой цепи в среду MWO, схема полученной СЦ заносится

в MWO в виде подцепи. Теперь можно сразу моделировать СВЧ-устройство с подключенной синтезированной СЦ.

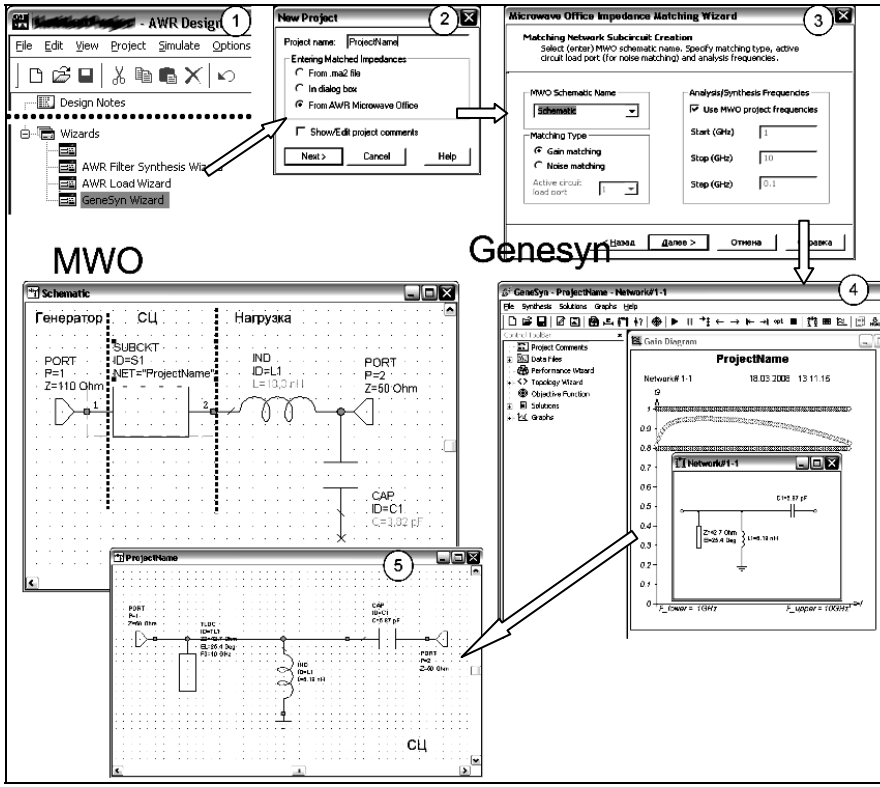



Рис. 2. Схема процесса проектирования СВЧ-устройства с СЦ:
Запуск GENESYN из MWO.
Ввод имени проекта.
Ввод имени схемы, способа согласования и значений частот.
Синтез СЦ в GENESYN.
Экспорт СЦ в MWO

Описанный инструмент позволяет значительно ускорить, упростить и сделать более удобным процесс проектирования СВЧ-устройств с СЦ.

Работа поддержана грантами международной организации INTAS-CNES № 06-1000024-9199, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 06-07-96916 и РФФИ 08-07-99034).

**Литература**

1. *Шеерман Ф.И.*, *Барышников А.С.*, *Нехорошев М.В.*, *Вьюшков В.А. и др.* Интегрированный инструмент для синтеза согласующих цепей в среде проектирования СВЧ-устройств Microwave Office // 16-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2006). Севастополь: Вебер, 2006. С. 211–212.

2. *Вьюшков В.А.*, *Бабак Л.И.* Программа синтеза согласующих цепей на основе генетического алгоритма // 16-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2006). Севастополь: Вебер, 2006. С. 209-210.

3. Microwave Office, Applied Wave Research, Inc. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.appwave.com

4. *Майкл Дж. Янг*. Visual C++ 6. Полное руководство: Пер. с англ. / К.: Издательская группа BHV. 1056 с.

## СИНТЕЗ СОГЛАСУЮЩИХ ЦЕПЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННОМ ЭЛЕМЕНТНОМ БАЗИСЕ

***С.Ю. Дорофеев*, *аспирант каф. КСУП***

*ТУСУР*, *г. Томск*, *Dorofeev.Sergey@gmail.com*

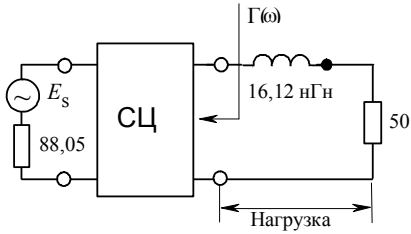
Согласующие цепи (СЦ) используются в различных полупроводниковых устройствах ВЧ- и СВЧ-диапазона. Основное назначение СЦ состоит в улучшении передачи мощности сигнала от генератора к нагрузке в заданном диапазоне частот. СЦ могут выполняться на базе как сосредоточенных, так и распределенных элементов. Применение последних позволяет значительно упростить изготовление СВЧ-устройств в интегральном исполнении.

На кафедре КСУП ТУСУРа, под руководством Л.И. Бабака, разрабатываются программы, позволяющие успешно синтезировать различные радиоэлектронные компоненты методом генетического алгоритма (ГА). Одна из них, программа GeneSyn, предназначена для осуществления структурно-параметрического синтеза СЦ [1, 2].

Цель настоящей работы – проверить эффективность синтеза в программе GeneSyn СЦ в распределенном элементном базисе.

В качестве тестового примера рассмотрим проектирование трехэлементной реактивной цепи для согласования RL-нагрузки с резистивным сопротивлением генератора в полосе частот $\Delta f = 0\ldots1$ ГГц [3] (рис. 1).

Для оценки эффективности метода синтеза СЦ на основе ГА было выполнено его сравнение с двухэтапным численно-аналитическим методом [3]: на первом этапе выбирается структура собственных функций СЦ, на втором этапе выполняется аппроксимация частей уравнений в




заданной полосе частот. Последний метод позволяет синтезировать распределенные цепи лишь на соразмерных отрезках линий передачи (ЛП).

Рис. 1. Постановка задачи

Результаты синтеза СЦ с использованием обоих методов приведены в таблице. Здесь приняты следующие обозначения: $G_{\min}$ – минимальное значение коэффициента передачи по мощности СЦ в полосе согласования; $\Delta G = G_{\max} - G_{\min}$ – неравномерность частотной характеристики передачи мощности, где $G_{\max}$ – максимальная величина коэффициента передачи в полосе согласования. Схемы полученных цепей приведены на рис. 2.

**Результаты синтеза СЦ**

| Цепь № | Рисунок | Методика расчета | $G_{\min}$ | $\Delta G$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2, *а* | Аналитический метод, заданная электрическая длина | 0,9159 | 0,0347 |
| 2 | 2, *б* | GeneSyn, распределенный базис, заданная электрическая длина | 0,9163 | 0,0363 |
| 3 | 2, *в* | GeneSyn, распределенный базис | 0,9242 | 0,0221 |
| 4 | 2, *г* | GeneSyn, распределенный базис, ограничения на физическую реализуемость | 0,9183 | 0,0322 |

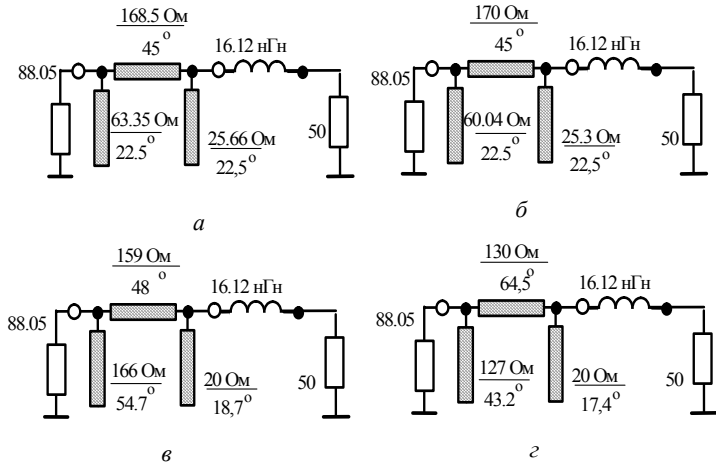



Рис. 2. СЦ, синтезированные с помощью различных методов

Цепь 1 была получена на основе численно-аналитического метода [3]. Цепи 1–2 имеют заданную структуру, электрические длины линий кратны 22,5°. Цепи 2–4 синтезированы на основе ГА в программе GeneSyn, время синтеза всех полученных в программе решений не превышает 30 с (вычисления выполнялись на компьютере с процессором Intel Core Duo 1,6 GHz).

Для выполнения корректного сравнения при синтезе цепи 2 использовался лишь параметрический синтез. В этом случае структура цепи и электрические длины ЛП выбраны аналогичными цепи 1, варьировались лишь волновые сопротивления ЛП. Как видно из рис. 2, параметры цепи 2 практически совпадают с параметрами цепи 1.

Цепи 3 и 4 были получены с использованием параметрического и структурного синтеза. Их структура совпала с найденной в [3]. Метод, описанный в [3], как и большинство аналитических методик, не позволяет накладывать ограничения на искомые номиналы элементов, то есть учитывать физическую реализуемость. Цепь 4 учитывает ограничения на физическую реализуемость: волновое сопротивление лежит в интервале от 20 до 130 Ом, электрическая длина – от 0 до 180°.

Как следует из результатов, приведенных в таблице, решение 1 практически не отличается по характеристикам от решения 2. Решения 3 и 4 получились лучше решений 1 и 2, что обусловлено большим числом варьируемых параметров – электрическая длина не была зафиксирована.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что применение программы GeneSyn для синтеза согласующих цепей в распределенном элементном базисе является достаточно эффективным.

Работа была поддержана грантами международной организации INTAS-CNES (№ 06-1000024-9199) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 06-07-96916).

**Литература**

1. *Дорофеев С.Ю.*, *Бабак Л.И.* Организация программной системы для синтеза радиоэлектронных устройств на основе генетического алгоритма // Четвертая международная конференция «Электронные средства и системы управления». Томск, 2007. Т. 2. С. 107–111.

2. *Дорофеев С.Ю.*, *Бабак Л.И.* Синтез согласующих цепей на распределенных элементах с использованием генетического алгоритма // Четвертая международная конференция «Электронные средства и системы управления». Томск, 2007. Т. 2. С. 104–107.

3. *Девятков Г.Н.* Автоматизированный синтез широкополосных согласующих устройств: Дис. … д-ра техн. наук. Новосибирск, 2006. С. 144–149.

# СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕНАЖЕРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

***У.П. Егорова, студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Работа любого современного предприятия немыслима без автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП). Но АСУТП не может быть полностью автоматизирована, всегда имеется человек, контролирующий технологический процесс. Такой человек обычно является диспетчером, в обязанности которого входят наблюдение и вмешательство в стандартных и нестандартных ситуациях. Для правильного вмешательства в таких ситуациях диспетчер должен владеть навыками реагирования во всех возможных случаях, следовательно, невозможно исключить процесс обучения диспетчера. Теоретического обучения в данном случае недостаточно, необходимо отрабатывать навыки на тренажере, который будет строиться на реальных объектах с возможностью возникновения реальных ситуаций.

Разработкой подобного тренажера автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) занимается компания «ЭлеСи». Под тренажером АСДУ будем понимать программную систему, моделирующую реальные программируемые логические контроллеры и технологические процессы, управляемые АСДУ, с которой работает обучаемый диспетчер, и позволяющую отрабатывать у обучаемого определенный набор действий в стандартных или нестандартных ситуациях. Автоматизированное рабочее место диспетчеров, обучаемых на тренажере, должно полностью соответствовать реальному автоматизированному рабочему месту диспетчера, а на стороне сервера вместо оборудования и контроллеров создаются имитационные модели (рис. 1).

Однако создание моделей и шаблонов поведения невозможно без соответствующей инструментальной системы. Такой инструментальной системой и является САПР тренажера автоматизированной системы диспетчерского управления.

Средой разработки САПР была выбрана система программирования Delphi, так как она имеет множество визуальных компонентов для облегчения работы разработчика, обеспечивает возможность объектно-ориентированного подхода к программированию, а также легкость работы с форматом XML. XML, в свою очередь, был выбран в качестве формата хранения данных и экспорта моделей и является де-факто стандартом в современных технологиях хранения структурированных данных.

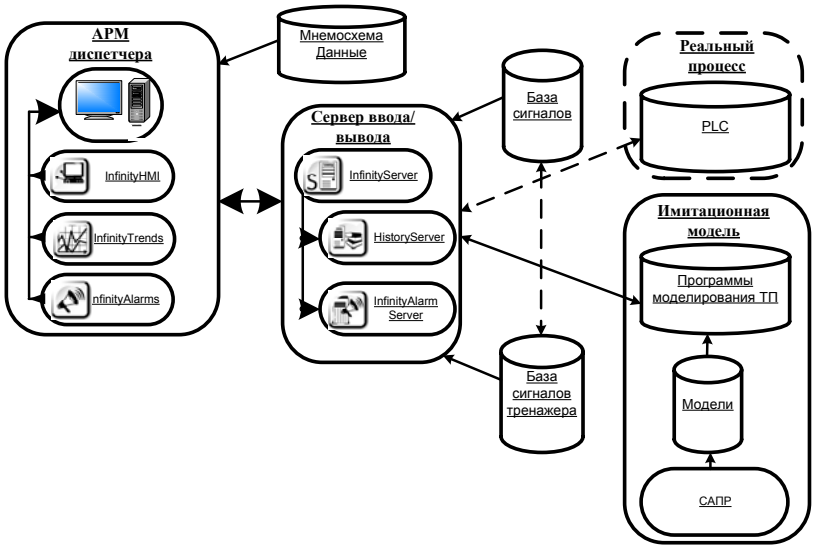



Рис. 1. Структурная схема тренажера

Для достижения поставленной задачи были разработаны:

– логическое описание данных, приемлемых для графов различных типов;

– описание внешнего формата данных;

– внутреннее описание данных;

– графическое представление графов;

– графический интерфейс пользователя;

– технология экспорта данных под различные программы моделирования, т.е. предусмотрена возможность сохранения именно той информации, которая необходима моделям;

– алгоритмы и процедуры перевода из внешнего описания данных во внутреннее и обратно;

– структура и алгоритмы хранения библиотечных объектов и переходов.

В результате была разработана система автоматизированного проектирования тренажера автоматизированной системы диспетчерского управления, которая позволяет диспетчерам отработать навыки реагирования в стандартных и нестандартных ситуациях, тем самым повысить надежность эксплуатации АСДУ.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА

***А.П. Федюнин***

*ИрГТУ, г. Иркутск, fedyunin@gmail.com*

Современная обработка металла состоит из множества этапов. Используя различный математический аппарат для вычисления деформаций, можно вычислить суммарную деформацию всех этапов. Комбинирование данных этапов (выполнение их как последовательно друг за другом, так и альтернативно для группы этапов) призвано уменьшить суммарную деформацию и повысить качество получаемой продукции. Каждый этап характеризуется рядом входных параметров. Существуют связи между параметрами различных этапов обработки. Они проявляются в воздействии параметров этапов на суммарную деформацию после обработки. Данное воздействие возможно спрогнозировать и даже предложить наиболее оптимальные параметры для каждого этапа, чтобы привести итоговую деформацию к минимуму. Отсюда возникает задача оценивания состояния объекта в последующие моменты времени по состояниям объекта в прошлые моменты времени, то есть задача прогнозирования [1].

Воздействие параметров этапов на суммарную деформацию возможно описать некоторыми правилами, исходя из характера параметров, участвующих в каждом этапе. При этом сложно сформулировать четкие правила зависимости одного параметра этапа от другого, зависимости могут быть как от одного, так и от группы параметров, они могут иметь экспертный характер или (в силу особенности описываемого ими воздействия) быть нечеткими.

Группы параметров и зависимости между ними оцениваются с помощью методов: классификации объектов, с помощью экспертных систем и методов квалиметрической экспертизы [1]. Учитывая нечеткость некоторых параметров, предлагается использовать нечеткие экспертные системы, которые основываются на теории нечеткой логики и нечеткого вывода. Они нашли применение во многих областях науки от гуманитарных наук (психология, социология, экономика) до технических (машиностроение) [2, 3].

В системе прогнозирования деформаций предлагается использовать иерархическую модель нечеткого вывода. Это обусловлено наличием многомерной зависимости между этапами обработки. Таким образом, выходная переменная одной базы знаний является входной для другой базы знаний [4]. На основе вышесказанного ограничимся тремя этапов обработки с входными параметрами: $a_1, a_2, ..., a_n; b_1, b_2, ..., b_n; c_1, c_2, ..., c_n$

для каждого этапа соответственно, определим зависимость, моделирующую суммарную деформацию:

$$y = f(a_1, a_2, ..., a_n;\ b_1, b_2, ..., b_n;\ c_1, c_2, ..., c_n)\ . \qquad (1)$$

Каждый этап обработки будет иметь свою базу знаний для вывода прогнозируемой деформации, а суммарная деформация будет выводиться также с помощью своей базы знаний, наполненной правилами, описывающими взаимное влияние этапов друг на друга (рис. 1).

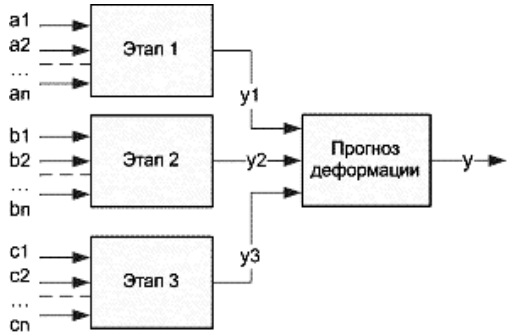



Рис. 1. Схема иерархической системы нечеткого вывода

Соответственно данной схеме зависимость (1) будет представлена для трех этапов четырьмя базами знаний и зависимостями:

$$y_1 = f(a_1, a_2, ..., a_n); y_2 = f(b_1, b_2, ..., b_n); y_3 = f(c_1, c_2, ..., c_n)\ ,$$

$$y = f(y_1, y_2, y_3)\ .$$

Необходимо отметить, что количество входных параметров для каждого этапа различно и может варьироваться от 5 до 10. По проведенным исследованиям [4] хорошие базы знаний получаются, когда количество входов не превышает пяти-шести. Таким образом, этапы, количество входных параметров у которых превышает данное значение, будут также иерархически классифицированы.

Схема состоит из нескольких моделей нечеткого вывода, которые позволят более точно спрогнозировать итоговую деформацию. База знаний – это совокупность баз знаний для каждого этапа обработки (например, правила вывода для фрезерования, для химической обработки и т.д.).

На основе входных параметров для каждого этапа будут получены деформации, используемые как входные параметры для конечного нечеткого логического вывода, осуществляющего итоговый прогноз суммарной деформации.

Особенностью иерархической системы нечеткого вывода является отсутствие процедур фаззификации и дефаззификации для промежуточных переменных (в нашем случае это $y_1, y_2, y_3$). Результат логического вывода в виде нечеткого множества напрямую передается в машину нечеткого логического вывода следующего уровня иерархии. Поэтому для описания промежуточных переменных в иерархических нечетких базах знаний достаточно задать только терм-множества, без определения функций принадлежностей.

Таким образом, огромное количество параметров, участвующих в процессе обработки, будут использоваться в иерархической системе нечеткого вывода.

Вся многоуровневая система нечеткого вывода разрабатывается с использованием системы MATLAB.

**Литература**

1. *Сосинская С.С.* Комплексный подход к оценке качества технической диагностики. Иркутск: ИрГТУ, 2007.

2. *Ali Y.M.*, *Zhang L.C.* A fuzzy model for predicting burns in surface grinding of steel // International Journal of Machine Tools & Manufacture 44 (2004). С. 563–571.

3. Труды шестой сессии международной научной школы «Фундаментальные и прикладные проблемы теории точности процессов, машин, приборов и систем». Ч. 2 / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Мусалимова и к.т.н., проф. Б.С. Падуна. СПб.: ИПМаш РАН, 2003. 172 с.

4. *Штовба С.Д.* Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику // http://forest.akadem.ru/library/matlab/fuzzylogic/book1/index.html

## ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ-УСИЛИТЕЛЕЙ С ДВУХПОЛЮСНЫМИ ЦЕПЯМИ КОРРЕКЦИИ И ОБРАТНОЙ СВЯЗИ AMP-CF

***Е.В. Казанцев*, *инженер*; *Л.И. Бабак*, *к.т.н.*; *М.В. Черкашин*, *к.т.н.***

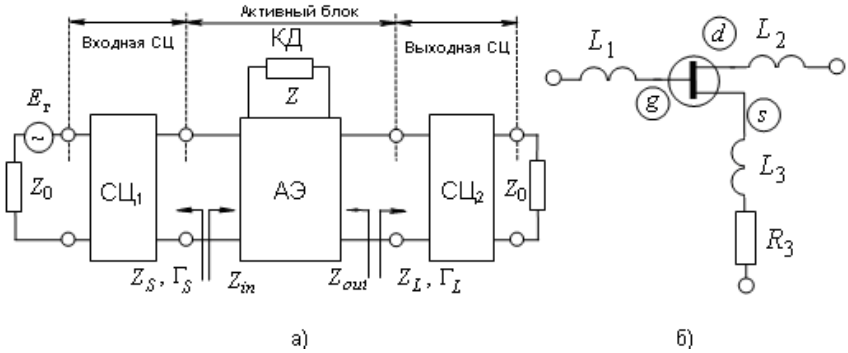
*ТУСУР, г. Томск, e-mail: kazantsevev@gmail.com*

Несмотря на непрерывно увеличивающуюся необходимость в проектировании ВЧ- и СВЧ-усилителей с разнообразными характеристиками в различных частотных диапазонах, системы автоматизированного проектирования таких устройств недостаточно развиты.

В данной статье рассматривается программа Amp-CF, предназначенная для «визуального» проектирования транзисторных СВЧ-усилителей с двухполюсными цепями коррекции и обратной связи.

Структурная схема усилителя показана на рис. 1, *а*. Она содержит транзистор, описываемый параметрами рассеяния и шумовыми параметрами (файл формата TouchStone *.s2p). Последовательно с выводами

транзистора могут быть включены дополнительные *RL*-цепи: $L_1$, $L_2$ и $R_3$, $L_3$ (рис. 1, *б*). Транзистор с дополнительными *RL*-цепями (корректирующие элементы) будем называть активным элементом (АЭ).




а) б)

Рис. 1. Структурная схема усилителя с КД (*а*) и активного элемента (*б*)

Структурная схема усилителя может также включать в себя входную и (или) выходную реактивные согласующие цепи (СЦ), которые также требуется синтезировать (рис. 1, *а*).

К АЭ одним из шести способов подключается корректирующий двухполюсник (КД), схему и элементы которого требуется найти в процессе проектирования. КД может использоваться на входе или выходе АЭ в качестве выравнивающей и (или) согласующей цепи, в качестве цепи последовательной или параллельной ОС.

Программа AMP-CF основана на декомпозиционном методе синтеза (ДМС).

ДМС включает два основных этапа:

1) Нахождение областей допустимых значений (ОДЗ) импеданса КД на фиксированных частотах полосы пропускания, соответствующих комплексу заданных требований к характеристикам усилителя.

2) Синтез КД по полученным областям.

Программа AMP-CF решает первую задачу декомпозиционного синтеза.

Программа AMP-CF разрешает графически исследовать зависимости характеристик усилительного каскада от импеданса КД, найти предельно достижимые характеристики каскада с КД, оценить совместимость предъявляемых к усилителю требований. Это дает возможность выбрать тип транзистора и наиболее подходящую структурную схему усилителя, т.е. определить способ включения КД, необходимость использования и режимы настройки СЦ. Совместно с программами Locus и Region программа AMP-CF позволяет осуществить синтез КД и СЦ.

Проектирование усилителей с помощью программы AMP-CF включает следующие основные процедуры:

1) Выбор типа транзистора.

2) Выбор структурной схемы усилителя – способа подключения КД и настроек СЦ. Задание элементов дополнительных *RL*-цепей.

3) Исследование зависимостей характеристик усилителя от импеданса КД. Нахождение предельно достижимых характеристик усилителя с КД (с КД и СЦ) на фиксированных частотах для заданного типа транзистора. Назначение требований к характеристикам усилителя.

4) Оценка совместимости и уточнение требований к характеристикам усилителя.

5) Проектирование (синтез) КД.

6) Проектирование (синтез) СЦ, если необходимо.

Получение ОДЗ на плоскости входного коэффициента отражения реактивных СЦ осуществляется с помощью программы REGION. Расчет КД и СЦ по полученным ОДЗ выполняется с помощью программы LOCUS.

Для реализации проектных процедур в программе AMP-CF предусмотрены два основных режима:

– режим исследования;

– режим проектирования (нахождения ОДЗ иммитанса КД).

В режиме исследования программа AMP-CF позволяет построить контурные диаграммы (линии уровня) различных характеристик усилителя (коэффициента усиления, коэффициента шума, входного и выходного КСВН, коэффициента устойчивости и др.) на плоскости иммитанса КД, а также поверхности этих характеристик.

В режиме проектирования вначале выбираются характеристики усилителя, значения которых необходимо контролировать. Задается также структурная схема усилителя (способ включения КД, настройки СЦ, значения элементов дополнительных *RL*-цепей). Далее осуществляется ввод требований к усилителю, после чего с помощью программы AMP-CF на заданных фиксированных частотах осуществляется построение ОДЗ импеданса КД, отвечающих требованиям к характеристикам усилителя. Полученные ОДЗ сохраняются в файл формата *.rgn и передаются на вход программы LOCUS.

Применение дополнительных корректирующих элементов является одним из способов реализации заданного комплекса требований. Дополнительные корректирующие элементы могут оказывать существенное влияние на характеристики усилителя. В [2] предложена интерактивная «визуальная» процедура выбора дополнительных корректирующих элементов. Она заключается в построении ОДЗ на плоскости иммитанса КД

и корректировке (если необходимо) элементов дополнительных КД и требований к характеристикам усилителя. При этом разработчик оценивает размер и взаимное расположение ОДЗ, они должны быть, по возможности, максимально «широкими» и соответствовать простой структуре КД (например, с постоянной реальной частью сопротивления или проводимости КД). Варьируя в интерактивном режиме значения дополнительных корректирующих элементов и ограничения на характеристики усилителя, можно изменять размер и расположение ОДЗ на иммитансной плоскости.

Для нахождения ОДЗ в программе используются 2 алгоритма:

1) Алгоритм, основанный на использовании *R*-функций, он позволяет находить ОДЗ произвольной формы.

2) Алгоритм, основанный на нахождении пересечения круговых допустимых областей. Данный алгоритм обладает большей скоростью, что позволяет в режиме реального времени оценивать влияние дополнительных элементов каскада на положение ОДЗ и оперативно выбирать их значения [3].

Для изменения значений дополнительных элементов усилителя в программе предусмотрен специальный механизм – тюнер [3].

Авторы выражают благодарность М.А. Пескову за помощь, оказанную при проектировании программных модулей.

Работа поддержана грантами международной организации INTAS-CNES № 06-1000024-9199, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 06-07-96916 и РФФИ 08-07-99034).

**Литература**

1. *Бабак Л.И.*, *Черкашин М.В.*, *Поляков А.Ю. и др.* Программы «визуального» проектирования транзисторных СВЧ усилителей // Материалы конф. КрыМиКо 2005 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, 2005. С. 425–426.

2. *Babak L.I.*, *Cherkashin M.V.*, *Pokrovsky M.Yu.* Computer-Aided Design of Ultrawide-Band Transistor Amplifiers Using Decomposition Synthesis Method // Proc. Europ. Microwave Conf. Milan, Italy, 2002. P. 143–146.

3. *Казанцев Е.В.* Разработка модулей программы проектирования СВЧ-усилителей с корректирующими цепями // Материалы Четвертой международной научно-практической конф. «Электронные средства и системы управления». Ч. 2. Томск, 2007. С. 130–133.

# РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

***И.Е. Романенко*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящее время требования к математической подготовке инженера достаточно высоки. В частности, он должен уметь грамотно переводить на математический язык технические, естественно-научные, экономические и другие прикладные задачи, анализировать зависимость их решений от условий, режимов, параметров реальных процессов и выбирать наилучшие варианты, т.е. обладать навыками математического моделирования и оптимизации реальных объектов. Математическое моделирование процессов и явлений в различных областях науки и техники является одним из основных способов получения новых знаний и технологических решений. Методы оптимизации эффективно применяются в самых разных областях человеческой деятельности.

В настоящее время существует множество методов поиска оптимальных решений задач.

Поисковые методы можно классифицировать.

В зависимости от наличия ограничений:

– методы условной оптимизации;

– методы безусловной оптимизации.

В зависимости от характера экстремума:

– методы локальной оптимизации;

– методы глобальной оптимизации.

В зависимости от характера управляемых координат:

– методы непрерывной оптимизации;

– методы дискретной оптимизации.

В зависимости от характера используемой информации о функции цели различают методы:

– детерминированные;

– статистические.

В зависимости от числа управляемых координат:

– одномерный поиск:

– многомерный поиск.

Цель работы – разработка курса лабораторных работ по дисциплине «Методы оптимизации» для студентов четвертого курса.

Данный курс содержит три лабораторные работы, написанные в системе Matlab 6.5:

Лабораторная работа № 1 – минимизация функций одной переменной.

Лабораторная работа № 2 – безусловная минимизация функций нескольких переменных.

Лабораторная работа № 3 – минимизация функций нескольких переменных с учетом ограничений.

MATLAB – одна из старейших, тщательно проработанных и проверенных временем систем автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций.

В состав MatLab входит среда GUIDE для создания приложений с графическим интерфейсом пользователя. Работа в этой среде достаточно проста – элементы управления (кнопки, раскрывающиеся списки и т.д.) размещаются при помощи мыши, а затем программируются события, которые возникают при обращении пользователя к данным элементам управления.

Пакет оптимизации Optimization Toolbox – это библиотека функций, расширяющих возможности системы Matlab по численным вычислениям и предназначенная для решения задач оптимизации и систем нелинейных уравнений.

В ходе дипломирования были изучены среда Matlab 6.5, способы создания графических интерфейсов пользователя, при помощи среды Guide, пакет оптимизации Optimization Toolbox, программа Help & Manual, методы оптимизации, созданы три лабораторные работы по дисциплине «Методы оптимизации», написан теоретический материал в формате стандартной технической документации.

**Литература**

1. *Банди Б.* Методы оптимизации: Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988. 128 с.

2. Консультационный центр Matlab компании SoftLine [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.matlab.exponenta.ru

3. Сайт программы Help & Manual [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.helpandmanual.com

## ОБОБЩЕННАЯ ДИАГРАММА КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ

***Д.Н. Сабанов*, *студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР, г. Томск*

Различные СВЧ-устройства, например транзисторные усилители с двухполюсными цепями коррекции и обратной связи, автогенераторы, активные СВЧ-фильтры, преобразователи иммитанса, аттенюаторы и т.д., в общем случае можно представить в виде многополюсной цепи

(МЦ), к зажимам которой подключены один или несколько корректирующих двухполюсников либо двухполюсников с варьируемыми параметрами. Иммитанс КД либо действительно изменяется в зависимости от управляющего воздействия (например, иммитанс полупроводникового диода в управляющем аттенюаторе), либо выбирается разработчиком в процессе проектирования (иммитанс корректирующей цепи). Исследование рассматриваемых устройств часто сводится к определению зависимости параметров цепи от иммитанса двухполюсника. На СВЧ, где параметры цепей являются комплексными величинами, поставленную задачу удобно решать, используя круговые диаграммы, полученные путем конформного отображения дробно-линейных функций.

Для исследования свойств усилительных каскадов с КД предлагается использовать обобщенную круговую диаграмму, которая представляет собой конформное отображение плоскостей функции $s_{ij}$ на комплексную плоскость обобщенного коэффициента отражения γ:

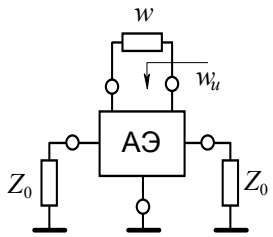


Рис. 1. Усилительный каскад с одним КД

$$\gamma = \frac{w - w_u}{w + w_u} = \frac{w + w_n}{w - w_n},$$

где $w_u$ – иммитанс, измеренный на зажимах подключения КД при нагружении всех остальных зажимов (выходов) цепи на стандартные сопротивления $Z_0$ (рис. 1); $w_n = -w_u$.

Переменные $s_{ij}$ и γ связаны между собой линейным соотношением (преобразованием подобия):

$$\gamma = m_{ij} s_{ij} + \gamma_{0ij},$$

где $m_{ij} = \dfrac{2}{s_{ij0}\left(1 - \dfrac{w_{0ij}}{w_n}\right)}$; $s_{0ij} = \dfrac{w_{0ij} + w_n}{w - w_n}$; $w_{0ij}$, $w_n$ – соответственно нули и полюс дробно-линейной функции $s_{ij}(w)$; $s_{ij0}$ – начальные значения параметров рассеяния цепи с КД.

Из последнего уравнения следует, что связь между $s_{ij}$ и γ может быть представлена графически в виде простой линейной диаграммы (рис. 2). Величина $\gamma_{0ij}$ определяет положение начала координат плоскости $s_{ij}$ на плоскости γ, а величина $m_{ij}$ – масштабное растяжение и поворот осей Re $s_{ij}$, Im $s_{ij}$ относительно осей Re γ, Im γ. Целесообразно на плоскости γ отображать одновременно оси всех параметров $s_{ij}$.

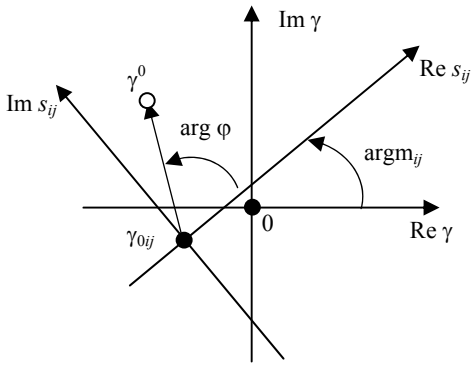



Рис. 2. Положение осей координат $s_{ij}$ на плоскости γ

Кроме того, дробно-линейная связь между иммитансом w и комплексной переменной γ позволяет наносить на плоскость γ сетку значений Re $w$ = const и Im $w$ = const, имеющую вид диаграммы Вольперта – Смита.

Приведем порядок построения обобщенной круговой диаграммы.

Вычисляем значения величин $s_{ij0}$, $w_{0ij}$, $w_{\Pi}$.

Находим комплексные коэффициенты $m_{ij}$, $\gamma_{0ij}$, определяющие положение осей координат Re$s_{ij}$ Im$s_{ij}$ на плоскости γ, и наносим эти оси на диаграмму Вольперта – Смита.

Переобозначаем сетку диаграммы Вольперта – Смита.

Предложенная диаграмма позволяет решать задачи качественного и количественного анализов характеристик МЦ с КД, а также выбирать иммитанс КД, исходя из требований к параметрам МЦ. Отметим основные преимущества графического исследования МЦ на основе обобщенной диаграммы.

На обобщенной диаграмме представлены зависимости всех $s$-параметров МЦ от иммитанса КД, в то время как известные способы предполагают применение отдельных диаграмм для каждого исследуемого параметра цепи. В связи с этим облегчается комплексное исследование усилительных каскадов с КД, упрощается процесс выбора КД по совокупности требований к параметрам усилительного каскада.

Построение обобщенной диаграммы весьма простое и заключается в нанесении прямолинейных осей координат Re$s_{ij}$, Im$s_{ij}$ на сетку стандартной диаграммы Вольпера – Смита, которая при переходе к новому значению частоты или новой цепи лишь соответствующим образом переобозначается. При применении же известных методов каждый раз заново строятся достаточно сложные круговые диаграммы.

**Литература**

1. *Бабак Л.И.* Графический анализ СВЧ-устройств с корректирующими и варьируемыми двухполюсниками // Радиотехника. 1994. № 11. С. 89–92.

2. *Бабак Л.И.*, *Покровский М.Ю.* Графический анализ малошумящих СВЧ транзисторных усилителей с обратной связью // Известия вузов. Радиоэлектроника. 1995. Т. 38. № 6. С. 34–45.

3. *Бабак Л.И.* Теоремы подобия и линейности и их приложение к исследованию цепей с варьируемыми двухполюсными элементами // Радиоэлектронные устройства СВЧ: Сб. статей / Под ред. А.А. Кузьмина. Томск: Изд-во ТГУ, 1992. С. 3–19.

4. www.exponenta.ru\matlab – сайт по математическим методам и программам.

5. *Фуско В.* СВЧ-цепи. Анализ и автоматизированное проектирование: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1990. 288 с.

## ВИЗУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНВЕРТЕРОВ ИММИТАНСА

***Я.И. Семенова*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР*, *г. Томск*

Активные фильтры широко используются в устройствах мобильной и сотовой связи, цифровых системах передачи информации, спутниковом телевидении и т.д. При построении активных фильтров СВЧ-диапазона часто используются конвертеры иммитанса. Применение конвертеров иммитанса в составе активного фильтра позволяет компенсировать потери в пассивных элементах, улучшить его избирательные свойства, уменьшить размеры устройства в целом.

Конвертеры иммитанса представляют собой активные СВЧ-цепи, входной импеданс которых в заданном диапазоне частот соответствует отрицательному сопротивлению, отрицательной емкости, индуктивности или еще более экзотической частотной зависимости, создать которую с помощью пассивных *RLC*-элементов невозможно или слишком сложно.

В общем случае конвертер иммитанса можно представить в виде активной цепи, нагруженной на пассивную нагрузку (рис. 1, *а*). В этом случае задача проектирования конвертера иммитанса заключается в синтезе пассивной цепи с импедансом $Z_L(f)$, подключение которой к активной цепи позволяет получить заданную частотную зависимость $Z_a(f)$ входного импеданса. Для улучшения свойств активной цепи, обеспечения устойчивости в состав конвертера может входить несколько пассивных корректирующих цепей (см. рис. 1, *б*).

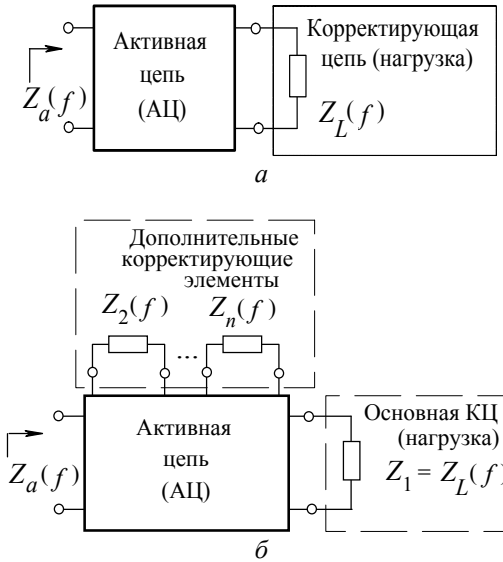



Рис. 1. Структурные схемы КИ с одним (*а*) и несколькими (*б*) корректирующими цепями

Процесс проектирования конвертера иммитанса состоит из двух основных этапов. На первом этапе необходимо по заданной «идеальной» частотной зависимости входного импеданса конвертера иммитанса $Z_a^0(f)$ рассчитать требуемую «идеальную» зависимость импеданса нагрузки $Z_L^0(f)$. При этом необходимо учитывать условие реализуемости пассивной цепи, т.е. $\mathrm{Re}\, Z_L^0(f) \geq 0$. Второй этап заключается в синтезе (нахождении структуры и величины элементов) пассивной *RLC*-цепи по полученной «идеальной» характеристике $Z_L^0(f)$. На этапе синтеза корректирующей цепи (КЦ) желательно учитывать некоторые дополнительные условия реализации пассивных цепей на высоких частотах. Для этого необходимо иметь возможность контролировать величину значений элементов цепи, учитывать возможный разброс параметров элементов и потери в реальных *RLC*-элементах.

Существующие (классический синтез, методы «реальной частоты», методы систематического поиска) методы синтеза пассивных двухполюсных цепей по заданной частотной зависимости входного импеданса имеют ряд ограничений, которые не позволяют производить расчет корректирующих цепей с учетом всех этих требований. Кроме того, при

использовании данных методов синтезированная цепь часто получается слишком сложной или даже непригодной для дальнейшей реализации в СВЧ-диапазоне. Для решения задачи проектирования конвертеров иммитанса предлагается использовать программу интерактивного «визуального» проектирования двухполюсных корректирующих и согласующих цепей LOCUS, разрабатываемую на кафедре КСУП.

Программа LOCUS предназначена для проектирования корректирующих цепей, входящих в состав различных линейных и нелинейных активных устройств ВЧ- и СВЧ-диапазона (таких, как усилители, смесители, умножители, активные фильтры, конверторы иммитанса и др.). С помощью LOCUS могут быть спроектированы пассивные двухполюсные цепи (например, цепи обратной связи, коррекции и т.д.), а также реактивные четырехполюсные согласующие и выравнивающие цепи, нагруженные с одной стороны на резистивную нагрузку. Программа позволяет проектировать цепи умеренной сложности (от 1 до 6 элементов) на сосредоточенных или распределенных элементах, а также смешанные (сосредоточенно-распределенные) цепи.

**Литература**

1. *Бабак Л.И.* Синтез и оптимизация монолитных интегральных СВЧ-устройств на основе преобразования моделей пассивных элементов // Наст. сборник.

2. *Бабак Л.И.* Проектирование транзисторных широкополосных СВЧ-усилителей с двухполюсными цепями коррекции и обратной связи // Электронная техника. Сер. «СВЧ-техника». 1994. № 3 (463). С. 9–16.

3. *Babak L.I.*, *Cherkashin M.V.* Interactive «visual» design of matching and compensation networks for microwave active circuits // IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., Phoenix, AZ, 2001.

4. *Babak L.I.* Decomposition synthesis approach to design of RF and microwave active circuits // IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., Phoenix, Arizona, 2001.

5. *Бабак Л.И., Шеерман Ф.И.*, *Черкашин М.В.* Автоматическое вычисление геометрических размеров пассивных элементов СВЧ монолитных схем по электрическим параметрам // Наст.сборник.

6. *Sussman-Fort S.E.*, *Billonet L.* MMIC-simulated inductors using compensated gyrators // Int. J. Microwave and Microwave Wave CAE. 1997. Vol. 7. No. 3. P. 241–249.

7. *Черкашин М.В.*, *Шеерман Ф.И.*, *Бабак Л.И.* Проектирование монолитного активного СВЧ-фильтра на основе преобразования моделей пассивных элементов // Наст. сборник.

# РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

***Ю.Ю. Щеникова, студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящее время на многих промышленных предприятиях проводится замена традиционных систем контроля и управления и информационно-вычислительных систем на современные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), которые являются сложными многофункциональными системами и строятся на базе программно-технических комплексов сетевой организации [1].

Эти процессы прямо или косвенно влекут за собой необходимость создания более эффективных средств и методов подготовки эксплуатационного персонала в области современных АСУТП. Создание тренажерного комплекса для АСУТП обеспечит своевременную непрерывную подготовку и переподготовку различных категорий специалистов, участвующих в технологическом процессе создания и освоения (эксплуатации) новых АСУТП страны.

Разрабатываемая в рамках данного проекта технология создания тренажерного комплекса предусматривает выполнение следующих требований к тренажеру:

1) Система должна моделировать реальные физические процессы, используя методы математического моделирования. Тренажер должен заключать в себе модели физических процессов технологического процесса (ТП), имитирующие свойства реального процесса с заданной точностью.

2) Для тренировки действий операторов в нестандартных ситуациях система должна генерировать различные возмущения в ходе моделируемых процессов как в автоматическом режиме в соответствии с заранее описанными правилами, так и с помощью обучающего инструктора.

3) Для сокращения времени работы инструктора система должна поддерживать автоматические режимы тренировки с использованием заранее заданного набора упражнений, причем в автоматическом режиме система должна не только ставить задачи перед оператором, но и выдавать рекомендации по их решению. Тренажер должен реализовывать функцию сбора информации о действиях оператора с возможностью составления отчетов и анализа эффективности принятых решений.

4) Система должна быть распределена на несколько тренировочных станций операторов, с обеспечением возможности одновременного обучения нескольких операторов одним инструктором. При этом важным моментом с точки зрения экономии человеческих и машинных ресурсов

является возможность тренировки нескольких операторов в один момент времени на разных моделях ТП.

5) Система должна предоставлять возможность конфигурации наборов упражнений в соответствии с моделью объекта обучения и специфическими требованиями заказчика.

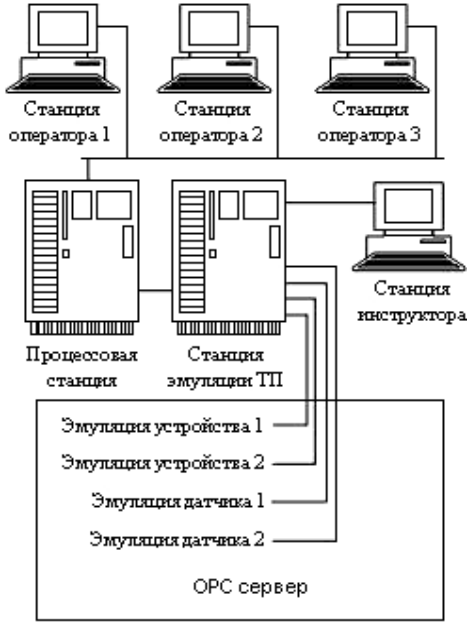



Рис. 1. Архитектура тренажерного комплекса

На рис. 1 представлена архитектура тренажерного комплекса. Одним из наиболее значительных преимуществ данной архитектуры является то, что для реализации тренажерного комплекса определенного объекта управления можно целиком использовать программную конфигурацию, которая уже установлена и работает в качестве системы управления этого объекта. Это позволяет полностью сохранить внешний вид станции оператора, свойства и логику процесса управления с точки зрения оператора и процессовой станции.

Для успешной работы тренажера необходимо разработать математическую модель участка магистрального нефтепродуктопровода.

Рассмотрим участок трубопровода между двумя промежуточными станциями (рис. 2).

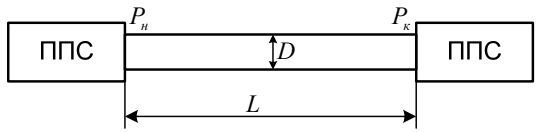



Рис. 2. Участок трубопровода между двумя промежуточными станциями

Трубопровод имеет следующие параметры:
– массовый расход $M$, кг/с;
– диаметр трубы $D$, м;
– шероховатость трубы $K_э$, мкм;
– плотность $\rho$, кг/м$^3$;

– вязкость $\upsilon$, м$^2$/с;
– давление начальное, $P_н$, МПа;
– длина нефтепровода $L$, м;
– скорость света в идеальной жидкости $C$, м/с;
– высота подъема трубопровода в точке $x_1$, $z(x_1)$, м;
– температура $T$, К.

При выводе математического описания линейного участка, примем следующие допущения:
– жидкость идеальна;
– процесс стационарный;
– процесс с распределенными параметрами;
– трубопровод не имеет отводов;
– движение нефти в трубопроводе ламинарное;
– процесс изотермический.

Используя дифференциальные преобразования, получаем искомые формулы изменения давления с учетом вышеприведенных допущений.

Формула (1) характеризует давление в любой точке нефтепродуктопровода в статическом режиме работы:

$$P(x)=P_н-\rho g z(x_1)-0{,}88\left[\frac{K_э}{d}+17\rho\pi d\frac{\upsilon}{G}\right]^{0{,}25}\frac{G^2}{\pi^2 d^5\rho}x. \qquad (1)$$

Формула (2) характеризует давление в любой точке нефтепродуктопровода в динамическом режиме работы [2]:

$$P=\left(P_н-\frac{P_н-P_K}{L}x\right)-\rho g z(x)+$$
$$+\Delta P\left[1-\sqrt{\frac{1}{\pi}}\left(\frac{2L-x}{2q^2}\cdot\frac{1}{\sqrt{t}}-\left(\frac{2L-x}{2q^2}\right)^3\frac{1}{3t\sqrt{t}}+\frac{x}{2q^2}\cdot\frac{1}{\sqrt{t}}-\left(\frac{x}{2q^2}\right)^3\frac{1}{3t\sqrt{t}}\right)\right]. \qquad (2)$$

Помимо модели линейного участка также были разработаны модели других объектов автоматизации: задвижка, станция катодной защиты, дизельная электростанция и пр.

Применение в составе тренажерного комплекса разработанных моделей позволит адекватно отражать поведение реального ТП и, таким образом, повысить качество повышения квалификации диспетчеров.

**Литература**

1. *Тверской Ю.С.*, *Таламанов С.А.*, *Никоноров А.Н.* Повышение квалификации и профессиональная переподготовка специалистов энергопредприятий в области современных АСУТП [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rao-ees.ru

2. *Чарный И.А.* Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. М.: Недра, 1975.

*ПОДСЕКЦИЯ 11.2*

## АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИМИТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Председатель – **В.П. Коцубинский**, к.т.н., доцент каф. КСУП*

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННО-ГИСТЕРЕЗИСНОГО ДВИГАТЕЛЯ, В ЧАСТНОСТИ УГЛА НАГРУЗКИ

***А.А. Батомункуева, студентка каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Электрическая энергия – это основной вид энергии, без которого нельзя представить жизнь современного общества. Почти вся электроэнергия на Земле вырабатывается генераторами, а затем большая ее часть преобразуется электродвигателями в механическую. Электрические машины являются важным звеном в АСУТП. В наше время очень широко применяются интеллектуальные машины, также ЭМ применяются в управлении движения, в различных автономных объектах, насосах, вентиляторах, металлорежущих станках, центрифугах и др. Наиболее важной и сложной задачей в электроприводах (ЭП) является оперативное определение переменных ротора: для синхронно-гистерезисного двигателя (СГД) – ЭДС и угла нагрузки ротора. Такая операция является необходимой в ЭП со стабилизацией скорости, положения ротора или при управлении двигателями с ориентацией по полю.

Сегодня актуальной является тема об энергосбережении. Если идентифицировать угол нагрузки и поддерживать его постоянным (угол между активным и реактивным токами), то мы можем легко управлять двигателем и при этом экономить электроэнергию. Режим понижения напряжения питания приводит к уменьшению активного тока, при этом остается та же индукция, а напряженность – меньше: ротор больше не нуждается в большой величине намагничивающего тока статора, следовательно, снижается реактивный ток двигателя, потребляемый от сети, повышается перегрузочная способность двигателя. Показатели СГД не особенно хороши, т.к. магнитный поток ротора – вторичный, т.е. он наведен магнитным потоком статора.

Поэтому мы приходим к способу определения переменных ротора с использованием информативных свойств простейшего АИН (автономный инвертор напряжения) с прямоугольно-ступенчатым выходным напряжением вместо синусоидального.

Наша система будет иметь вид, представленный на рис. 1, 2.

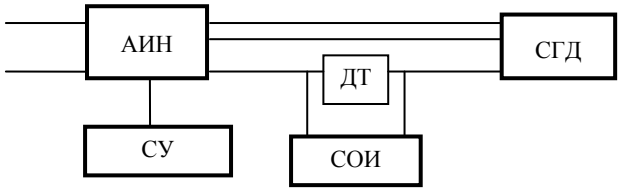



Рис. 1. АИН; СГД; СОИ – система обработки информации; СУ – система управления; ДТ – датчик тока

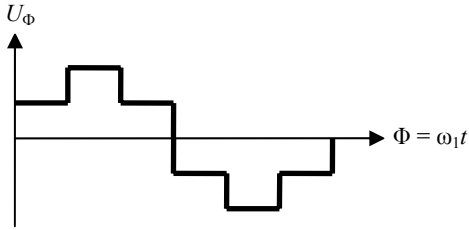



Рис. 2. Прямоугольно-ступенчатое напряжение на выходе АИН

Форма фазного тока на примере СГД при идеальном холостом ходе и активном сопротивлении обмотки статора, стремящимся к нулю – симметричная форма тока относительно π вне зависимости от степени намагничивания ротора.

Такая форма объясняется тем, что угол нагрузки Θ = 0. При наличии активного сопротивления статорной обмотки симметрия нарушается.

Участки фазных токов π/3–2π/3, 2π/3–π представляют интерес как носители информации об угле Θ нагрузки СГД (рис. 3).

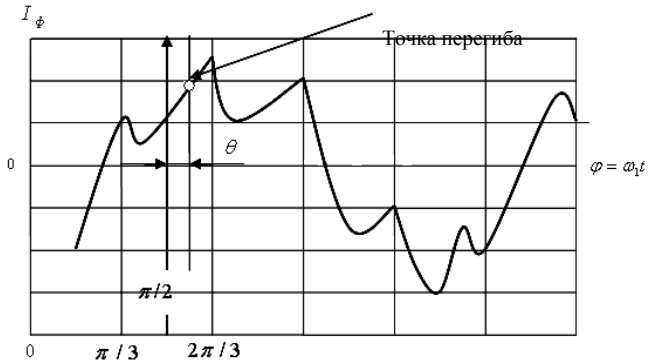



Рис. 3. Определение угла нагрузки ротора для СГД

Обработать полученную информацию, в данном случае о фазном токе электродвигателя (или АИН) или токе в цепи питания АИН, можно аналоговым методом. Вследствие того, что на входе могут возникать случайные помехи, необходимо применить фильтр. Этот фильтр должен подавлять помехи $\xi$, находящиеся вне допустимой зоны $\Delta$. При этом в данном случае речь идет о случайных и относительно грубых помехах. Помеха может быть и регулярной, обусловленной зубцами ротора.

После устранения помех, т.е. фактически высокочастотных импульсов, следующим этапом является решение задачи аппроксимации. Обработать кривую можно двумя способами:

1. Посчитать приращения между каждыми соседними точками ($\Delta y_i < \varepsilon$, $\varepsilon$ – число), на месте, где подряд несколько приращений минимальны $\Delta y_i = \min$ или равны нулю $\Delta y_i = 0$, и есть точка перегиба.

2. Задать кривую каким-либо полиномом *n*-го порядка. Затем взять производные от этой функции и приравнять нулю. Решение этого уравнения и будет точкой перегиба.

## МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАРЯДА ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА В СИСТЕМЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

***А.А. Безрученко, студент каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР, г. Томск, sanechka_513@rambler.ru*

Системы бесперебойного электропитания могут работать в двух режимах:

– потребитель получает напряжение от сети, а аккумуляторная батарея находится в режиме заряда (зарядный режим);

– потребитель получает напряжение от аккумуляторной батареи, находящейся в режиме разряда.

Химическими источниками тока (ХИТ) называют устройства, посредством которых свободная энергия пространственно разделенных окислительно-восстановительных процессов превращается в электрическую энергию.

Работоспособность ХИТ после разряда может быть восстановлена путем заряда, т.е. путем пропускания постоянного электрического тока через аккумулятор в направлении, противоположном тому, в котором протекал ток при разряде.

На рис. 1 представлена общая схема САР заряда ХИТ.

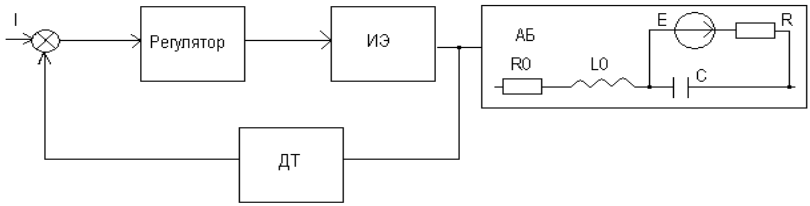



Рис. 1. Общая схема САР заряда ХИТ

На рис. 1 представлены основные функциональные блоки – регулятор, аккумуляторная батарея (АБ), исполнительный элемент (ИЭ) и датчик тока (ДТ). Задача данной САР заключается не только в заряде ХИТ, но и в отслеживании параметров батареи, изменяющихся во время заряда.

ИЭ может быть представлен одной из схем, способных обеспечить заряд химического источника тока – тиристорным регулятором (УВ) или транзисторным регулятором с широтно-импульсным регулированием (ШИП).

В ходе работы было проведено моделирование мостовой схемы управляемого выпрямителя в пакете «MathLab 6.5-Simulink» (рис. 2).

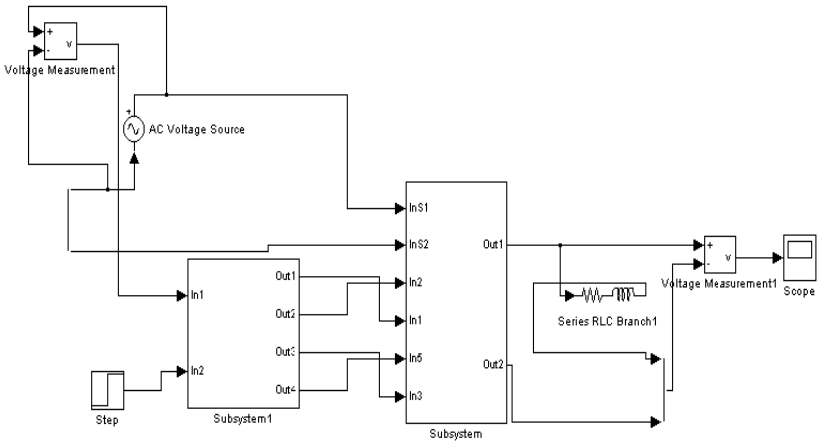



Рис. 2. Виртуальная модель мостового выпрямителя

В данной модели можно выделить две основные части: силовую (мостовая схема управляемого выпрямителя) (Subsystem) и схему управления (Subsystem1).

Тиристором можно управлять импульсно, импульсы подаются от цепи управления. Диагональные тиристоры мостовой схемы открываются попарно, поочередно в момент времени, определяемый углом управления $\alpha$.

Результат моделирования при активно-индуктивной нагрузке и скачкообразном изменении входного сигнала показан на рис. 3.

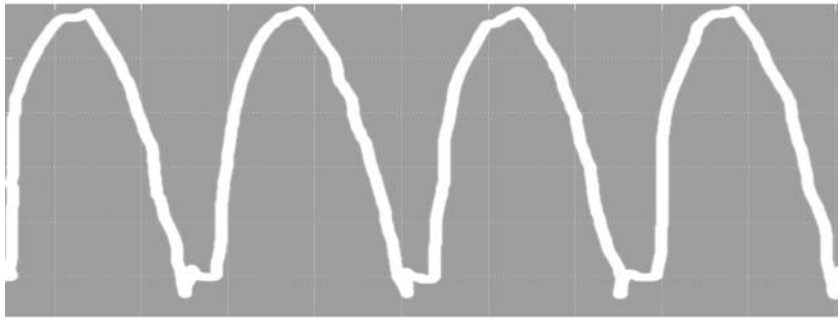


Рис. 3. Результат моделирования выходного сигнала УВ

При активно-индуктивной нагрузке на интервале угла $\alpha$ напряжение на нагрузке имеет отрицательное значение.

Вторая схема, способная обеспечить заряд, ХИТ–ШИП. Основой ШИП является транзистор, шунтированный быстродействующим диодом.

Рассмотрим построение виртуальной модели мостового ШИП в пакете «MathLab 6.5-Simulink». Полная схема модели представлена на рис. 4.

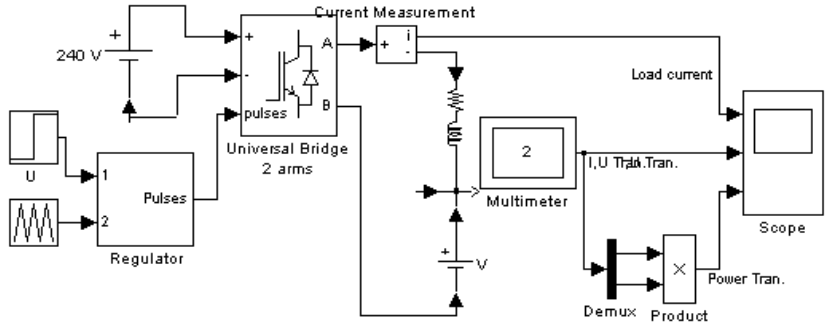



Рис. 4. Полная схема мостового ШИП

Модель содержит мостовой ШИП, источник питания и схему управления ШИП (блок Regulator). На входе ШИП включена $R, L$ нагрузка с противоЭДС. Результат моделирования показан на рис. 5.

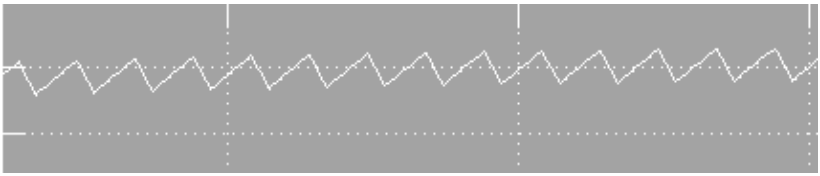


Рис. 5. Результат моделирования выходного сигнала ШИП

Таким образом, из моделируемых выходных сигналов транзисторного регулятора с широтно-импульсным преобразованием и управляемого выпрямителя видно, что ток ШИП может обеспечить заряд АБ, более отвечающий требованиям проектируемой системы, так как выходной ток ШИП является более постоянным, а у УВ возможны перепады тока.

**Литература**

1. *Гарганеев А.Г.* Элементы и устройства систем автоматики: Учебное пособие. Томск: ТМЦДО, 2001. 194 с.

2. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab: Учебное пособие. СПб.: КОРОНА принт, 2001. 320 с.

3. *Пугачев Е.В.* Аккумуляторные источники питания: математические модели, характеристики. Кемерово: КузГТУ, 1999. 248 с.

## ВЫБОР СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

***С.Ю. Буров*, *асирант; Ю.А. Андреев*, *к.т.н.***

*НИИ АЭМ*, *г. Томск*, *bseyur@ms.tusur.ru*, *andr@niiaem.tomica.ru.*

Развитие экономики России повлекло за собой резкое увеличение транспортных потоков в городах и населенных пунктах, на что явно не была рассчитана имеющаяся дорожная сеть. Поэтому наряду с развитием этой сети необходимо применение современных принципов управления дорожным движением при создании и развитии автоматизированных систем (АСУДД). Данные системы представляют собой комплекс, включающий территориально распределенные дорожные контроллеры, объединенные сетью обмена информацией с сервером и автоматизированными рабочими местами (АРМ) в центре для наблюдения и управления движением. Практика показывает, что работающие автономно дорожные контроллеры, несмотря на тщательный подбор длительности фаз, уже не в состоянии решать возложенные на них задачи, особенно в случаях, если управляемые ими светофорные объекты устанавливаются на участках с высокой интенсивностью движения. АСУДД, оснащенные совре-

менными средствами контроля транспортных потоков, могут существенно увеличить пропускную способность транспортных магистралей, разгрузив тем самым проезжие части дорог.

В наши дни такие автоматизированные системы бурно развиваются, все больше российских городов переходят на использование АСУДД. На рынке в настоящее время предлагаются различные решения, несколько типов дорожных контроллеров, оснащенных модулями связи, но большая часть из этих предложений обладает значительной стоимостью и ориентирована на применение в крупных городах с развитой системой связи. Речь идет в первую очередь о необходимости прокладки оптоволоконных кабелей для обеспечения качественной связи. Конечно, есть и альтернативные методы организации централизованной АСУ путем применения радиомодемов или прокладки телефонных кабелей, но они могут давать слишком неудовлетворительное результаты. В частности, некоммутируемая телефонная линия, используемая по старому, единому для России стандарту связи, обеспечивает невысокую скорость всего лишь в 100 бод и, естественно, требует своего развития в условиях современности.

Выделенный радиоканал тоже зачастую может не дать желаемого результата. Это будет во многом зависеть от частотного диапазона, который будет выделен под организацию АСУДД, и количества самих дорожных контроллеров, так как работающие на одной частоте устройства мешают друг другу. Оптоволоконная линия сможет обеспечить идеальное качество связи и высочайшую скорость, которая даже и не требуется, если мы говорим об относительно небольших объемах трафика. Однако сложность в том, что прокладка выделенного оптоволоконного кабеля связана со значительными материальными затратами, а использование городских цифровых сетей зачастую неприемлемо из-за возможных обрывов связи. Чаще всего в одном техническом решении применяют несколько модулей связи, дублирующих друг друга и позволяющих осуществлять передачу данных в различных физических средах: по медным проводам (некоммутируемая телефонная линия), по воздуху (радио) и по оптоволоконному кабелю.

На базе Научно-исследовательского института автоматики и электромеханики несколько лет назад был создан программируемый дорожный контроллер КС-2408, в который была заложена возможность обмена информацией с центром управления по выделенной телефонной линии в соответствии с протоколом, оговоренным единственным по сей день стандартом связи для АСУДД. Со времени разработки контроллера прошел не один год, технические возможности существенно расширились, и сейчас приоритетной задачей является разработка нового модуля

связи, который даст возможность установки виртуальных соединений между дорожным контроллером и центром управления несколькими способами, используя телефонную линию, оптоволоконный кабель и радиомодем.

К настоящему времени в отделе института, занимающемся данными проблемами, накопился уже немалый опыт работы с беспроводными модулями связи стандарта GSM второго поколения. Данные технические решения отличаются невысокой стоимостью и широко распространены, а зона охвата сетей GSM уже сейчас позволяет применять данный способ связи практически во всех без исключения городах и крупных населенных пунктах. Тем не менее использование GSM связано с определенными трудностями, три наиболее значимые из которых – это очень малая скорость передачи данных по GPRS-каналу, вследствие чего существенно увеличивается время реакции контроллеров, низкая надежность канала связи. В сотовых сетях приоритет отдается голосу, и поэтому в моменты пиковых загрузок GPRS, как правило, перестает работать. Указанные недостатки сотовых сетей GSM второго поколения не дают возможности использовать GPRS-канал для обеспечения управления дорожными контроллерами в полной мере.

Для частичного решения проблемы связи могли бы помочь сотовые сети третьего поколения. В ряде городов, как правило, в областных и республиканских центрах, такие сети начали функционировать уже несколько лет назад. Одна из таких технологий, в частности развитая в городе Томске, – это стандарт CDMA 2000, обеспечивающий гораздо более качественную, стабильную и быструю связь. Максимальная скорость передачи данных в сетях стандарта CDMA 2000 только в самой «медленной» его разновидности составляет 153 кбит/с, что более чем достаточно для покрытия всех потребностей АСУДД. Здесь необходимо отметить, что связь стандарта CDMA осуществляется в частности у нас в России на частотах около 450 МГц. По сравнению с диапазоном стандартной сотовой связи GSM 900 МГц данный частотный диапазон практически свободен, что положительно скажется и на скорости, и на качестве подключения. Еще один немаловажный известный факт: методы шифрования и кодирования сигнала, применяемые в стандарте CDMA, исключают возможность как утечки информации, так и несанкционированного подключения к системе. Пожалуй, единственный недостаток этой технологии состоит в относительно высокой стоимости самих CDMA-модулей и модемов, но и этот «минус» легко превращается в «плюс», если прокладка выделенной проводной или оптоволоконной линии слишком дорогостоящая или в принципе невозможна.

Если относительно большое количество светофорных объектов находится относительно недалеко друг от друга, применение выделенных оптоволоконных линий представляется более рациональным. Оптимизируя схему прокладки оптоволоконных кабелей и подключения контроллеров, можно добиться бесперебойной и стабильной работы системы даже при условии, что некоторые кабели могут оказаться неисправными. В случае аварий на линиях связи сигнал сможет пойти по иным путям. В итоге новый модуль связи, помимо использования его в составе контроллера КС-2408, можно будет успешно использовать в новом универсальном дорожном контроллере, основанном на элементах распределенных систем, разработка которого запланирована на ближайшее время.

## ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

***Д.С. Дегтярев, Д.И. Олейник*, студенты 2-го курса;**
***С.П. Куксенко*, инженер**
*ТУСУР, г. Томск, diamond1112@sibmail.com.*

В настоящее время весьма актуальна проблема электромагнитных воздействий на космические аппараты. Особенности данной проблемы достаточно подробно описаны в работе [1].

Цель данной работы – познакомить всех заинтересованных исследователей с результатами данной работы.

Вычисление электромагнитных воздействий на самолет или ракету в целом – актуальная проблема во многих областях. В целом данная проблема в большинстве случаев является практически не решаемой. Даже самые простые самолеты или ракеты имеют большое количество кабелей, проходящих через места с различными облучениями и подсоединяющихся к интерфейсам различных блоков. Каждый интерфейс, в свою очередь, может иметь большое количество контактов, каждый из которых имеет свое собственное окончание (нагрузку), рабочие уровни напряжения и характеристики сигналов. Полная оценка электромагнитного влияния требует сравнения форм напряжения, наведенного на анализируемую структуру во временной или частотной области в каждом из сотен контактов.

Фирма EMA разработала методы эффективного и последовательного внедрения алгоритмов для полной оценки результата воздействия электромагнитных волн на космические аппараты. Основные этапы данной оценки заключаются в следующем:

– обработка данных автоматизированного проектирования;

– трехмерное моделирование методом конечных разностей во временной области (FTDT);

– моделирование многопроводной линии передач;

– сравнение напряжений на контактах.

Следует обратить внимание, что информация, полученная в ходе такой оценки на одном из вышеперечисленных этапов, часто совпадает с информацией, полученной на других этапах.

Далее рассмотрим эти этапы подробнее.

**Обработка данных автоматизированного проектирования**

Использование данных системы автоматизированного проектирования (САПР) дает единственный путь для сбора большого количества информации о геометрии данных и кабелях, необходимой для полной оценки исследуемой структуры. Для перехода от типичной для САПР механической конструкции к электромагнитной модели требуется очень затратная обработка данных:

– перевод информации из формата механической конструкции к электромагнитной модели;

– устранение дефектов геометрии;

– исключение незначительных деталей из модели;

– назначение электромагнитных свойств объектам;

– определение внешнего электромагнитного воздействия, например молний;

– создание коррелированных источников, учитывающих ток в нагрузке для моделирования эффективности экранирования линий передачи;

– объединение летательного аппарата с коррелированными источниками и переход к трехмерной FTDT модели;

– FDTD моделирование.

После построения трехмерной модели результаты ее использования позволяют оценить взаимодействие внешней среды с летательным аппаратом. Электрические и магнитные поля, токи на поверхности и токи в цепи – исходные величины, вычисляемые решением уравнений Максвелла. Результаты моделирования показывают эффект от экранирования аппарата и того, как выполнена проводка. Уместно выводить временные изменения токов экранов на всех участках каждого кабеля. Между этапами проектирования и моделирования должны быть согласованы следующие параметры:

– параметры трехмерной модели (размер сетки, временной шаг и верхняя граница частотного диапазона, продолжительность моделирования и нижняя граница частотного диапазона);

– внешние воздействия (плоская волна, разряды молний);

– геометрия проводников (поперечное сечение, длина);

– компьютерные ресурсы (память, время моделирования);

– вывод токов кабелей.

**Моделирование многопроводной линии передачи**

После трехмерного моделирования с помощью FDTD решателя необходимо осуществить переход от токов экранированного кабеля к напряжениям одномерной модели многопроводной линии передачи. Стандартный кабель для летательных аппаратов снабжен экранами, заземленными на обоих концах. Поэтому токи экрана, в предположении слабой связи, могут независимо вычисляться в трехмерном коде. Решатель многопроводной линии передачи также использует допущение о слабой связи для вычисления сигналов на внутренних проводниках посредством переходного импеданса плетеного экрана. Также может учитываться и другой уровень экранирования, как в широко используемых экранированных витых парах. Импеданс окончания (нагрузки) каждого внутреннего проводника, подсоединенного к контактам интерфейса блоков, также учитывается при моделировании линий передач.

Отметим некоторые направления моделирования кабеля:

1) сопоставление одномерных и трехмерных параметров (размер ячейки, временной шаг, верхняя и нижняя границы частотного диапазона, временные затраты моделирования);

2) геометрия кабеля (разветвленность и длина участков; уровни экранирования, окончания внутренних экранов; переходные сопротивления и индуктивности проводника и экрана; число проводников в каждом внутреннем экране; матрицы емкостей и индуктивностей для каждого внутреннего экрана);

3) окончания (нагрузки) проводника.

В заключение отметим несколько важных выводов:

1) необходимыми данными для оценки электромагнитного воздействия, являются геометрия, электромагнитные параметры для моделирования, параметры кабеля, электромагнитные параметры проводника и экрана и др.;

2) геометрия аппарата весьма значительна и необходима для получения объединенной (общей) модели, но обычно недооценивается, что приводит к типичным ошибкам, возникающим из-за ограничений по совместимости некоторых инструментов САПР, игнорирования некоторых деталей геометрии, недостатка информации о материалах (имеющихся в САПР) и др.

Отметим также, что проблемы трехмерного моделирования достаточно часто возникают из-за неточности при вычислениях и недостаточной мощности компьютера, на котором эти вычисления производятся.

**Литература**

1. *Elliott J.R.*, *Ng P.H. Kawalko S.F.*, *Perala R.A.* From CAD Drawings to Pin Voltages, Computing Electromagnetic Effects on Aircraft and Aerospace Vehicles // IEEE Int. Symp. on EMC. 2003. Vol. 1. P. 375–377.

# УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ЦИФРОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ

***Н.А. Дмитриев*, *ассистент кафедры № 12 МИФИ*, *аспирант***
*МИФИ*, *г. Москва*, *dna124@gmail.com*

Для внедрения сквозных технологий изучения и проектирования цифровых устройств, обеспечения на этой основе современных требований к уровню подготовки специалистов, на каф. КСиТ МИФИ была разработана единая концепция комплексного практического образования студентов по схемотехническому циклу.

В рамках данной концепции создана принципиально новая учебная лаборатория, использующая современные элементы цифровой схемотехники и программные продукты систем автоматизированного проектирования.

Основу лаборатории составляет индивидуальное автоматизированное рабочее место студента-проектировщика (АРМ) как комплекс аппаратно-программных средств для обучения основам цифровой схемотехники и проектированию систем на основе БИС программируемой логики и микроконтроллеров (МК).

Лаборатория состоит из 15 автоматизированных рабочих мест (АРМ). В состав АРМ входят:

– компьютер класса Pentium IV, оснащенный платой цифрового одноканального осциллографа с полосой 120 МГц и 16-канальным логическим анализатором;

– универсальный лабораторный стенд на основе ПЛИС FPGA Xilinx XCS10–3PQ84 и 8-разрядного микроконтроллера (МК) PCF80C552 семейства MCS–51;

– инструментальное ПО (учебные версии промышленной САПР ПЛИС и системы разработки и отладки МК, дополненные разработанными средствами для отладки на стенде целевых программ МК и микропрограмм устройств, реализованных на ПЛИС).

**Программные средства для контроля знаний (пакет «Знак»)**

Универсальный лабораторный стенд спроектирован на каф. КСиТ МИФИ. Структура стенда полностью воспроизводит структуру «системы на кристалле», являющейся типовой для большинства встраиваемых приложений. Конструктивно стенд выполнен в виде 4-слойной печатной платы с необходимыми интерфейсными разъемами, индикаторами и органами управления, вмонтированной в приборный корпус фирмы BOPLA. Также в данном корпусе монтируется 16-канальный логический анализатор и имеется возможность установки и подключения дополнительного оборудования (датчики, контроллеры).

В настоящее время в лаборатории проводятся занятия по дисциплинам: «Схемотехника ЭВМ», «Организация ЭВМ», «Микропроцессорные системы» и «Функционально-логическое моделирование».

Опыт эксплуатации лаборатории подтвердил обоснованность и эффективность данной концепции. Таким образом, в результате внедрения в лаборатории концепции единой учебной среды получен ряд положительных характеристик.

– унификация лабораторного оборудования для различных практикумов схемотехнического цикла учебных планов;

– использование в учебном процессе современных САПР;

– обеспечение проектирования как аппаратной, так и программной составляющих законченной цифровой системы;

– полноценное изучение и освоение студентами современной элементной базы;

– существенное приближение учебных заданий, выполняемых студентами, к реальным задачам проектирования, в том числе встраиваемых систем управления и контроля различными техническими объектами и процессами;

– обеспечение индивидуальности заданий по всем лабораторным практикумам и реализацию преемственности исходных данных для практикумов смежных курсов, что подразумевает использование результатов одного практикума в качестве исходных данных для другого практикума;

– обеспечение централизованного контроля и консультаций преподавателем в реальном времени выполнения заданий;

– возможность использования лаборатории для перспективных дистанционных форм обучения.

Также в настоящее время реализуется программа развития лаборатории, которая имеет целью обеспечение более углубленного изучения и практического освоения современной элементной базы и технологий проектирования. Для ее реализации будет выполнен комплекс научно-технических работ по обеспечению эффективного использования перспективной многопользовательской среды, составленной из набора лабораторных серверов, покрывающего массовую номенклатуру МК и ПЛИС для применения во встраиваемых приложениях. Удаленный доступ к лабораторным серверам как из локальной сети кафедры, так и через Internet будет осуществляться в режиме «виртуального стенда». На основе этого решения будет функционировать «виртуальная лаборатория», использующая доступные сетевые ресурсы, что создаст основу для организации дистанционного обучения.

# SCADA-ПАКЕТ «WEBSCADA»

***Д.Н. Гладких*, студент 5-го курса ФВС; *Д.А. Рождественский*, директор ООО «Автоматизация производств»**
*г. Томск*, *info@apdar.ru*

SCADA – сокр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных. В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими процессами. SCADA-пакет представляет собой инструментарий для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами и сбора данных.

SCADA-пакет «WebSCADA» выполнен в клиент-серверной архитектуре в качестве Web-приложений. Серверная часть системы устанавливается на глобальном Интернет-сервере или локальном сервере, в зависимости от построения общей системы мониторинга и управления. Связь с ПЛК (PLC – Programmable Logic Controller – программируемый логический контроллер) осуществляется по наиболее распространенному промышленному протоколу Modbus в режиме RTU.

Основные возможности SCADA-системы «WebSCADA»:

– Обмен данными с УСО (устройства связи с объектом). Обычно роль УСО выполняют ПЛК, которые осуществляют сбор сигналов от датчиков и их обработку по заложенной программе, под управлением SCADA-системы выдают управляющие сигналы на исполнительные устройства: задвижки, регулирующие клапаны, насосы, шаговые двигатели, теплонагревательные элементы и т.д.

– Обработка информации в реальном времени, на основании которой осуществляется управление технологическим процессом (контроль и управление режимами работы оборудования объекта автоматизации). Функции по управлению осуществляют серверные приложения, в которые заложены алгоритмы по работе объекта автоматизации в автоматическом режиме, обработке аварийных ситуаций.

– Отображение информации на экране оператора. Информация представляет собой человеко-машинный интерфейс (HMI – сокр. от англ. Human Machine Interface). Посредствам данного интерфейса оператор системы способен осуществлять контроль и управление технологическим процессом, видеть тренды, строить графики, генерировать отчеты и т.д. В основе системы отображения лежит мнемосхема техпроцесса, статическое изображение в визуально простой и интуитивно понятной форме показывает элементы оборудования, возможно, обрабатываемые материалы и продукцию, и их взаимодействие, порядок обработки. Ста-

тическая мнемосхема анимируется, отображая реальное состояние оборудования и сырья, параметров и значений датчиков, оборудования. При этом используются различные методы:

– Изменение цвета объекта в зависимости от его состояния.

– Изменение графического образа в зависимости от состояния объекта.

– Использование анимации.

– Перемещение объектов по экрану.

– Изменение размера объекта.

Для управления техпроцессом на мнемосхеме располагаются элементы графического интерфейса, чаще всего типовые для современного программного обеспечения: окна ввода-вывода, кнопки, ползунки. Кроме этого, могут использоваться события, например щелчки кнопками мыши на элементах изображения. Также используются специальные или расположенные поверх мнемосхемы окна, в которых отображаются зависимости параметров техпроцесса от времени, а также текстовые сообщения о состоянии системы и действиях оператора.

**Ведение баз данных и архивов.** SCADA-система осуществляет сбор информации с УСО. Собранная технологическая информация помещается в базу данных, что в свою очередь позволяет строить графики для любых параметров технологического процесса, генерировать отчеты за указанные промежутки времени, получать информацию по режимам работы оборудования.

Аварийная сигнализация, управление тревожными сообщениями. При проектировании SCADA-системы за каждым объектом управления закрепляется определенный режим его работы. В случаях, когда режимы работы оборудования превышают допустимые значения, то система реагирует на эти ситуации, используя различные аварийные сигнализации: звуковые, графические (на экране оператора), отправка SMS-сообщений, электронной почты. При этом SCADA-система способна в автоматическом режиме отрабатывать и предотвращать аварийные ситуации, отправляя команды на УСО.

**Генерация отчетов.** Отчеты содержат информацию о ходе технологического процесса. На основании базы данных и архива информация может быть сгенерирована за любой указанный промежуток времени.

Построение трендов и графиков дает наглядное представление о ходе процессов объекта автоматизации. Графики могут отображать параметры как в режиме реального времени, так и за указанные промежутки времени.

Планировщик задач позволяет задавать необходимые режимы работы оборудования на указанное время, может задаваться длительность выставляемого режима работы.

SCADA-пакет «WebSCADA» располагает функциональными и эргономичными редакторами, позволяющими создавать мнемосхемы и примитивы.

Применение SCADA-систем для диспетчеризации промышленных объектов автоматизации накладывает ряд требований по безопасности не только к самой SCADA-системе и информации, хранящейся в базе данных, но и к платформе, на которой данная система будет установлена. «WebSCADA» устанавливается на серверах с *nix операционными системами, которые обладают высокой безопасностью, надежностью, производительностью, стабильностью при длительной работе без перезагрузок, что позволяет размещать SCADA-системы, в том числе и на территориально удаленных промышленных объектах.

При разработке и использовании SCADA-пакета «WebSCADA» используются бесплатные, свободно распространяемые программные продукты.

**Литература**

1. Методическое руководство на групповое проектное обучение по темам «Разработка микропроцессорных устройств» и «Комплексная разработка АСУТП»: Учеб.-метод. пособие / Д.А. Рождественский. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2006. 134 с.

2. *Рождественский Д.А.* Автоматизированные комплексы распределенного управления: Учебное пособие. Томск: ТМЦДО, 2002. 124 с.

3. *Рождественский Д.А.* Лаборатория АСУТП – аппаратно-программный комплекс «АВТлаб» // Электронные средства и системы управления: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Томск: Издательство Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 120–121.

## ОЦЕНКА УГРОЗЫ УСТРОЙСТВ ТЕХНОЛОГИЙ Wi-Fi И BLUETOOTH ДЛЯ РАДИОНАВИГАЦИИ САМОЛЕТА

***А.А. Калентьев*, *студент ФВС***

*ТУСУР, г. Томск, akalentii@sibmail.com*

**Введение.** Беспроводные технологии широко представлены в настоящее время на потребительском рынке. Технологии, такие как мобильные телефоны и WLAN, произвели революцию в доступности и производительности. WLAN дают возможность потребителям иметь автоматизированный доступ к просмотру сети, электронной почте, мгновенной передаче сообщений и многочисленным действиям по созданию

прикладных программ. Авиалинии становятся все более заинтересованными оснащением, встроенным в самолет, обеспечивающим связь их клиентам с Интернетом при путешествии.

Эта статья касается возможности устройств технологий Wi-Fi и Bluetooth (рис. 1) создавать электромагнитные помехи радионавигационным системам самолета. Представлены описание процесса измерения и результаты измерений.

Рис. 1. Исследуемые устройства

Данная работа актуальна, потому что сфера электромагнитной совместимости не изучена, несмотря на то, что в динамичном, технологически развивающемся мире встает проблема взаимодействия устройств различных технологий и их влияния на различного рода системы.

Непосредственного изучения данной сферы автором не проводилось, результаты взяты из статьи Maria Theresa P. Salud «Portable Wireless Device Threat Assessment for Aircraft Navigation Radios» (2004 г.). Материалы по электромагнитной совместимости редко публикуются из-за опасности их использования в общественно опасных целях, поэтому ресурсы изучения ограничены. Здесь не предлагается конкретных вариантов решения этой проблемы, а лишний раз акцентируется внимание на ней.

**Исследование. Описание процесса измерения.** Паразитные излучаемые эмиссии от различных устройств технологий Wi-Fi и Bluetooth измеряются методом реверберационной камеры. Измерения проводились в нескольких радиополосах самолета, включая местоположение (LOC), наклон (GS), высоту частоты всенаправленного диапазона (VOR), системы глобального позиционирования (GPS), систему избежания конфликтов трафика (TCAS), дальномерное оборудование (DME), СВЧ-систему обеспечения посадки (MLS).

В этом исследовании предполагается, что высокая эмиссия в любой из полос 1–5 может затронуть действие всех систем самолета. Как при-

мер, предполагается, что высокая эмиссия в полосе 1 затрагивает все группы LOC (местоположения) и VOR.

Перед непосредственным измерением эмиссии и установкой ревибрационной камеры проводилась калибровка в двухступенчатом процессе. Схема измерения эмиссии представлена на рис. 2.

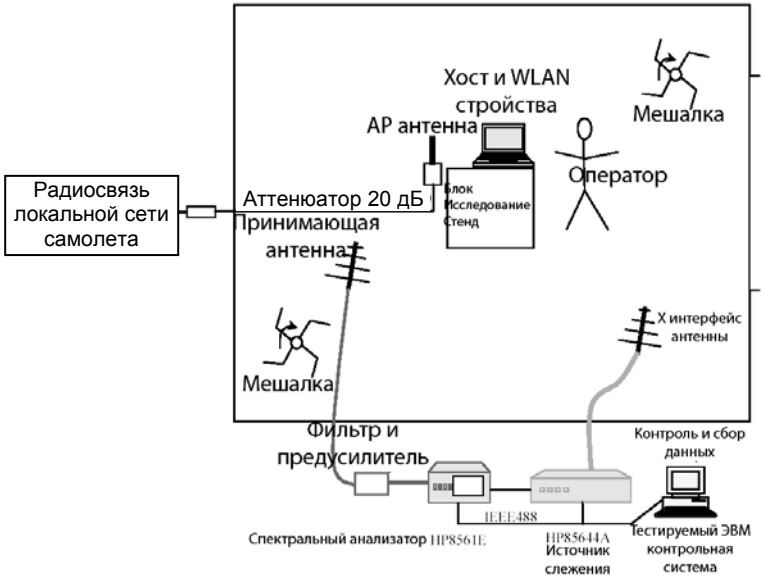



Рис. 2. Схема измерения эмиссии

**Результаты измерения.** Каждый след Wi-Fi в полосе представляет приблизительно 21 измерение. Приблизительно четыре процента всех измерений дали неудовлетворительные данные из-за трудностей, связанных с сильной отражающей средой. Устройства технологии Bluetooth были проверены только в режимах радиовызова и ожидания (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Сводка условий исследования Wi-Fi и Bluetooth**

| | Приблиз. линия частоты | Скорость передачи данных | Max сила из стандартных расчетов/исследуемых | Дистанция |
|---|---|---|---|---|
| 802,11b | 2,4–2,4835 | 1.2.5,5.11 | 1000/100 | 24–100 |
| Bluetooth | 2,4–2,4835 | 1 | 100/<1 | 10–100 |

Таблица 2

**Максимальная эмиссия в конкретных радиополосах самолета**

| № измеряемой полосы | 802,11b | Bluetooth | Линия частоты | Ноутбук/КПК | Радиополоса самолета | Спектр |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Полоса 1 | –78,2 | –66,8 | 105–120 | –68,0 | LOC | 108,1–111,95 |
| | | | | | VOR | 108–117,95 |
| Полоса 2 | –75,7 | –77,2 | 325–340 | –58,7 | GS | 328,6–335,4 |
| Полоса 3 | –65,3 | –49,7 | 960-1250 | –45,7 | TCAS | 1090 |
| | | | | | ATCRBS | 1030 |
| | | | | | DME | 962–1213 |
| | | | | | GPS L2 | 1227,60 |
| | | | | | GPS L5 | 1176,45 |
| Полоса 4 | –67,7 | –81,7 | 1565–1585 | –55,8 | GPS L1 | 1575,42 ± 2 |
| Полоса 5 | –77,7 | –78,2 | 5020–5100 | –77,0 | MLS | 5031–5090,7 |

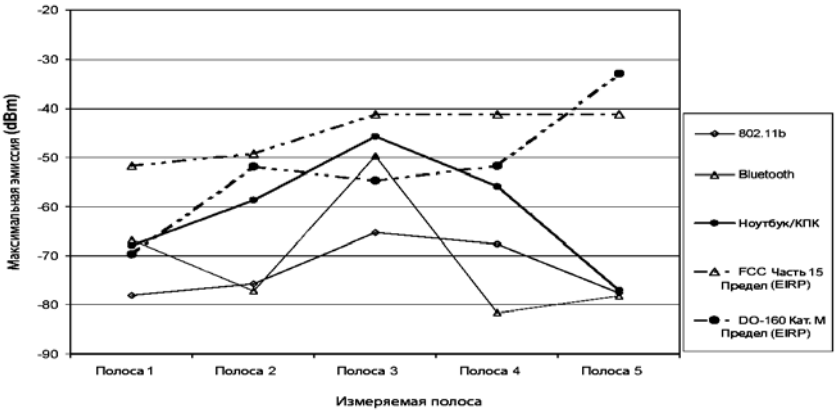



Рис. 3

Для сравнения со стандартами FCC и оборудования самолета RTCA/DO-160 Категории M результаты исследования преобразованы к эквиваленту Эффективной Изотропной Номинальной Мощности (EIRP):

$$EIRP = (E^2 4\pi R^2)/377 . \quad (1)$$

$E$ (Вт/м) – сила электрического поля, измеренная на расстоянии $R$ (м), в направлении максимальной радиации. Для преобразования мощности, EIRP, от ватт до дБ/м, выражение (1) используется как log(1000*EIRP).

**Вывод.** Результаты показывают, что в большинстве рассматриваемых полос самолета максимальная эмиссия от проверенных устройств

Wi-Fi и Bluetooth не превышает 15 показателей ограничений максимальной эмиссии, но выше, чем эмиссия от ноутбуков и карманных компьютеров, которые в настоящее время разрешаются во время полетов. Исключение составляет полоса MLS, которая обычно не используется в США (рис. 3).

Паразитная эмиссия от устройств Wi-Fi и Bluetooth была ниже, чем пределы, установленные частью 15 FCC, но были выше, чем ограничения эмиссии RTCA/DO-160D Категория M в полосах TCAS и DME.

## МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА

***В.П. Кижапкина*, *студентка каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Бесперебойность и высокое качество питающего напряжения являются необходимым условием нормальной работы разнообразных потребителей электроэнергии, участвующих в различных технологических процессах. Статические системы электропитания ответственных потребителей переменного тока – системы бесперебойного электропитания (СБЭП) строятся, как правило, на основе автономного инвертора напряжения, аккумуляторной батареи и управляемых выпрямителей. Аккумуляторная батарея выступает в качестве источника тока в системе бесперебойного электропитания. Для стабильной работы СБЭП параметры аккумуляторной батареи необходимо постоянно контролировать, т.е. разработать систему мониторинга параметров химического источника тока. Для эксперимента будет использоваться аккумуляторная батарея с рекомбинацией газа.

Проектировщику СБЭП, как правило, недоступна информация электрохимического характера, использующаяся при проектировании ХИТ. При готовом аккумуляторе он располагает следующими параметрами:

– ЭДС;
– напряжение;
– ток;
– температура;
– полное внутреннее сопротивление или импеданс;
– емкость.

Вокруг этих параметров и сгруппированы математические модели АБ. Можно выделить такие модели:

– Использующие полуэмпирические формулы.

– Обрабатывающие статистические данные с получением адекватной полиномиальной зависимости.

– На основе схем замещения.

Концептуальное представление модели для описания режимов работы АБ в СБЭП приведено на рис. 1.

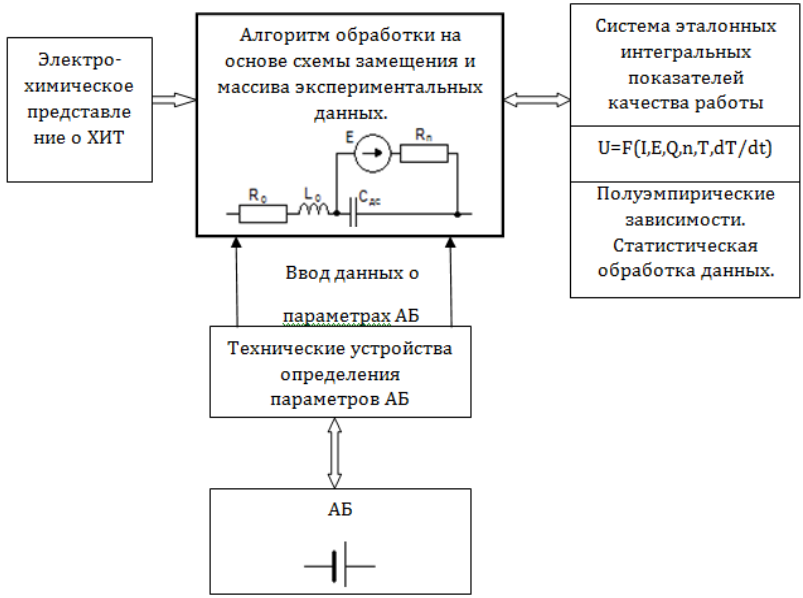



Рис. 1. Концептуальное представление модели для описания режимов работы АБ в СБЭП переменного тока

Для построения математических описаний объектов идентификации выбор остановился на вещественном интерполяционном методе (ВИМ). Достоинство этого метода – ориентация на широкий класс операторных моделей, которые могут содержать дробно-рациональные, иррациональные и трансцендентные выражения. Использование ВИМ позволяет устранить серьезные препятствия, возникающие при частотном подходе к получению моделей, учитывающих распределенность параметров.

АБ представляет собой цепь с распределенными параметрами, обладающую активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Для математических моделей процессов, протекающих в АБ, используют

2 подхода. Первый использует методы эквивалентных преобразований и позволяет получить дробно-рациональные ПФ. Второй подход учитывает распределенность параметров ХИТ, что приводит к более сложным зависимостям, в частности, операторные модели могут содержать иррациональные и трансцендентные выражения.

В первом случае достаточно часто используется схема замещения ХИТ, представленная на рис. 1. При этом для получения модели выбирается ПФ вида

$$W(p)=\frac{k_a(Tp+1)}{(T')^2 p^2+Tp+1}, \qquad (1)$$

где $k_a=\frac{1}{R_0+R_n}$ – коэффициент передачи АБ;

$$T=\frac{r_0}{R_0+R_n}*(T_0+T_n);$$

$$T'=\sqrt{\frac{R_0}{R_0+R_n}*T_0T_n};$$

$T_0=\frac{L_0}{R}$ – постоянная времени, обусловленная индуктивностью АБ;

$T_n=R_nC_n$ – постоянная времени поляризации.

Для мониторинга параметров используются датчики (тока, напряжения, температуры) и микроконтроллер. Информация отображается на панели отображения DELTA Electronics либо через USB на экране монитора.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СТАНЦИИ ВОДООЧИСТКИ

***М.И. Кондратьев*, *студент каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, e-mail: Kondratev_mihail@list.ru*

Основной задачей данного проекта является разработка системы автоматики для станции водоочистки. Эта система позволит управлять станцией, состоящей из четырех фильтров в ручном и автоматическом режиме. Причем можно будет управлять как каждым фильтром в отдельности при помощи шкафа управления фильтрами, так и всей станцией в целом при помощи шкафа управления системой. При ручном режиме управление системой осуществляет оператор путем открытия и закрытия клапанов фильтров. При ручном режиме станцией управляет система автоматики, исходя из заложенного в нее алгоритма работы.

Основными контролируемыми параметрами являются:

– состояние насосов и вентилятора вкл/откл/авария;

– давление;

– уровень в РЧВ;

– состояние системы: работа/ремонт/авария;

– время наработки насосов;

– состояние клапана работа/ремонт/авария.

Микропроцессорная система контроля и управления системой должна осуществлять:

– обработку полученных электрических сигналов от датчиков станции;

– выработку электрических сигналов для подачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы системы.

В качестве решения поставленной задачи было решено построить новую систему автоматизированного контроля и управления на основе продукции компании Delta Electronics.

Компания Delta Electronics является производителем продуктов для промышленной автоматизации. Большой выбор контроллеров, панелей оператора, модулей аналогового и дискретного ввода/вывода, систем связи и мониторинга позволяет создавать системы любой сложности с нуля или же интегрировать новые разработки в уже действующие системы.

Создание программного проекта осуществляется с помощью программного пакета Screen Editor.

Пакет Screen Editor является средством разработки программного обеспечения для панелей оператора Delta Electronics. Данный пакет служит для создания программ, их компиляции и загрузки в панель оператора.

Screen Editor включает программные функциональные возможности:

– Программа ScrEdit v.1.05.74 включает в себя более 70 драйверов для связи с устройствами всех ведущих производителей (включая Omron, Siemens, Mitsubishi и т.д.), а также протокол Modbus. Поиск и замена для быстрой замены определенного адреса или символа.

– Пользователь может создавать макропрограммы, которые могут выполняться непосредственно в панели оператора, привязывать их выполнение к отдельным объектам или событиям.

– Рецепты – набор технологических параметров, который хранит настройки для определенного режима работы. Редактор рецептов позволяет создавать и модифицировать их в удобной табличной форме. Память рецептов 64000 регистров. Загружать рецепты в панель можно как вместе с прикладной программой, так и индивидуально.

В ходе работы над проектом были изучены:

– принципы работы с пакетом Screen Editor;

– принципы макропрограммирования в пакете Screen Editor.

На данный момент реализованы:

– рабочий экран ШУФ;

– рабочий экран ШУС;

– алгоритм работы фильтров в ручном режиме.

В ходе дальнейшей работы над проектом планируется полная реализация программного алгоритма, который включает в себя:

– обработку входных параметров;

– на основе значений полученных с датчиков организацию управления исполнительными механизмами;

– осуществление нескольких режимов работы (ручной, автоматический);

– осуществление нескольких состояний работы (промывка, фильтрация, ожидание, поломка, ремонт);

– формирование аварийных сообщений и сигнализаций в случаях выхода параметров техпроцесса за допустимые пределы или отказе оборудования.

**Литература**

1. Руководство по программированию панели оператора серии DOP.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В АЛГОРИТМЕ ПОИСКА ПО ОБРАЗЦУ

***Ю.Ф. Козел*, *студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР, г. Томск*

В компьютерных приложениях часто возникает задача поиска по образу. Простой пример такой задачи можно найти в компьютерных программах обработки текстов, когда при написании или редактировании документа в нем требуется определять местоположение конкретного слова или фразы. Более сложным примером является ситуация, когда объект представлен двумерным прямоугольным изображением или картинкой. Метод прямого поиска предполагает сравнение образца с каждым возможным претендентом, происходит операция посимвольного сравнения образа и каждой последовательности символов из документа, имеющей такую же длину, как у образа. Как правило, тексты бывают весьма объемными, а образы – достаточно длинными, что делает метод прямого поиска непрактичным. Поэтому достаточно актуальным на сегодняшний момент является разработка и реализация быстрого алгоритма поиска по образцу, эффективно работающего с объемными данными.

Такими алгоритмами являются, например, алгоритм Бойера–Мура, Кнута–Морриса–Пратта и Карпа–Рабина.

Алгоритм Бойера–Мура – наиболее быстрый среди алгоритмов общего назначения, предназначенных для поиска подстроки в строке. На первом шаге строится таблица смещений для искомого образца. Далее совмещается начало строки и образца и начинается проверка с последнего символа образца. Если последний символ образца и соответствующий ему при наложении символ строки не совпадают, образец сдвигается относительно строки на величину, полученную из таблицы смещений, и снова проводится сравнение, начиная с последнего символа образца. Если символы совпадают, производится сравнение предпоследнего символа образца и т. д. Если же какой-то не последний символ не совпадает с соответствующим символом строки, образец сдвигается на один символ вправо и снова начинается проверка с последнего символа.

В данной работе реализована программа, которая использует алгоритм Карпа–Рабина для решения задачи поиска образца в тексте или изображении. Осуществляется поиск подстроки в строке. Под строкой понимается любая последовательность символов. Поиск подстроки в строке или фрагмента в изображении осуществляется по заданному образцу, размер которого не превышает размер исследуемого файла (строки или изображения). Программа определяет, содержит ли строка или изображение заданный образец или нет, в случае положительного результата выдается позиция в строке или изображении, с которой начинается образец.

Алгоритм работает следующим образом.

Пусть битовой строкой $X$ длины $n$ задан образ; битовой строкой $Y$ длины $m$, где $m \geq n$, задан текст; задано целое положительное число $M$, зависящее от $m$ и $n$. Задано множество простых чисел $p$, где и $1 \leq p \leq M$. Случайным образом выбираются $k$ простых чисел $p_1$ $p_2$, …, $p_k$. Процедура поиска состоит в следующем. Для каждого $i$, $1 \leq i \leq m - n + 1 = t$ сравниваются первичные вычеты строки $X$ с вычетами строки $Y(i)$ по модулю $p(N_{p(j)}(x))$ с $N_{p(j)}(Y(i))$ для каждого простого числа $p_j = p(j)$, где $1 \leq j \leq k$, пока не найдется такое $i$, что вычеты подстроки и фрагмента строки будут равны по всем модулям.

$$N_{p(j)}(x) = N_{p(j)}(Y(i)) \text{ для всех } j,\ 1 \leq j \leq k,$$

и тогда объявляется, что «соответствие» имеет место, или пока $i$ не достигнет значения $i = t$, что будет означать, что «соответствие» не найдено.

Сама программа представляет собой модуль Main(), который в свою очередь использует модули Char и System.Random для возможности программирования с действиями и использования системы случайного выбора чисел.

Программа принимает на вход два файла: файл, содержащий текст или изображение, в котором происходит поиск образца; файл, содержащий сам образец поиска – искомую подстроку или картинку. После того как пользователь ввел имена файлов, данные в них считываются и запускается функция поиска.

Если для подстроки данных с определенной позиции список вычетов не совпадает с аналогичным списком строки-образца, то рассматриваем новую подстроку строки со следующей позиции, счетчик позиции увеличивается на 1. При этом новые значения вычетов просто и быстро получаются из старых значений по специальной формуле. Достаточно знать первый символ предыдущей строки и последний символ данной строки.

Сравнивая результаты работы аналогичных алгоритмов, можно сделать определенные выводы. Метод прямого поиска хорошо работает во многих практических случаях, но показывает свое худшее время исполнения в случае длинного образца и длинной исследуемой строки.

Алгоритм Кнута–Морриса–Пратта уменьшает это время за счет того, что только однажды использует предвычисления для каждого символа текста.

Алгоритм Бойера–Мура производит меньше сравнений, чем примитивный алгоритм при длине образца более двух символов, но большая его сложность и необходимость заранее вычислять таблицу смещений сводит на нет его преимущества, если поиск проводится в коротком тексте, и длина образца невелика.

Алгоритм Рабина–Карпа в поиске одиночного образца хуже алгоритма Бойера–Мура, Кнута–Морриса–Пратта и других быстрых алгоритмов поиска по образцу по причине его медленного поведения в худшем случае. Однако, алгоритм Рабина–Карпа – это лучший алгоритм в деле поиска множественных образцов. Работа этого алгоритма сравнивалась с работой алгоритма прямого поиска. Чем больше усложняются условия (входные данные), тем более эффективно работает алгоритм Карпа–Рабина, практически не теряя своей скорости.

Алгоритм Карпа и Рабина является алгоритмом, выполняющимся в реальном времени и требующим одинакового времени вычисления для каждого символа. Он также требует постоянного количества памяти. Алгоритм имеет малую вероятность ошибки. Метод эффективно работает в многомерных задачах.

Программа написана на функциональном языке программирования Haskell. В Haskell фактические параметры любой функции должны вычисляться только при необходимости (данный подход называется ленивыми вычислениями). Ленивые вычисления обеспечивают следующие

возможности: при реализации ленивых вычислений любое подвыражение, входящее в выражение несколько раз, вычисляется только однажды; ленивые вычисления могут приводить к более эффективному выполнению программы; ленивые вычисления могут исключать бесконечные или ошибочные вычисления, а также обрабатывать бесконечные структуры данных.

Для компиляции и получения exe-файла используется компилятор Glasgow Haskell Compilation.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И ДАТЧИКОВ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ

***А.А. Май, студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Разработана автоматизированная система управления технологическим процессом станции водоочистки. Осуществлены управление, мониторинг, архивация и формирование отчетных форм для станции водоочистки (ВОС).

В ходе работы был произведен обзор отдельных элементов автоматизации водоочистной станции. На их примере были показаны функциональные возможности и модификации контроля и управления нашим технологическим процессом.

После этого была разработана собственная схема автоматизации водоочистной станции.

При разработке были учтены соответствующие нормы и правила и ГОСТы.

Для полноценной работы системы производилась разработка схем соединения датчиков и исполнительных механизмов со шкафами управления (ШУФ, ШУС).

Шкаф управления фильтром включает в себя следующие функции:

– управление (откр/закр) и контроль (открыто/закрыто/авария) 5 затворов;

– измерение перепада давления на фильтре датчика давления;

– панель контроля и управления фильтра.

Управление:

– ручное управление затворами и клапанами;

– кнопки меню для задания уставок алгоритма управления фильтра.

Индикация:

– перепад давления на фильтре, входное и выходное давление;

– режим управления фильтра автомат/дист/ручной;

– состояние фильтра: работа/ремонт/авария;

– состояние затворов и клапанов откр/закр/авария;
– время нахождения в режиме фильтрации;
– уставки алгоритма управления фильтра;
– электропитание 220 В;
– интерфейс RS485.

Шкаф управления модулем включает в себя следующие функции:
– контроль и управление вентилятором (200 Вт);
– контроль и управление насосами;
– перекачивающие насосы (2 шт.) ($P$ = 11 кВт) – частотный преобразователь поддерживает давление в общем трубопроводе перед фильтрами (по датчику давления);
– контроль и управление промывным насосом ($P$ = 18,5 кВт);
– управление (откр/закр) и контроль (открыто/закрыто/авария) затвора на клапане.

Контроль:
– аварийные уровни в баке-реакторе – 3 шт. (верхний от перелива, нижний для защиты насосов, средний для сигнализации) и в РЧВ;
– давление после промывных насосов;
– давление до клапана.

Пленочная панель контроля и управления модулем:

Управление:
– кнопки меню для задания уставок алгоритма управления модулем;
– ручное управление затвором и клапаном;
– кнопки меню для задания уставок алгоритма регулирования клапана.

Индикация:
– состояние насосов и вентилятора вкл/откл/авария;
– давление;
– давление для частотников;
– процент нагрузки частотников;
– уровень в РЧВ;
– состояние промывного блока: работа/ремонт/авария;
– состояние модуля: работа/ремонт/авария;
– время наработки насосов;
– состояние клапана работа/ремонт/авария;
– процент открытия клапана;
– значение параметра обратной связи (уровень или давление);
– состояние затвора вкл/откл/авария;
– давление до клапана;
– уставки алгоритма управления клапаном (время переключений);
– уставки алгоритма управления модуля (уставки частотников, времена переключений).

Панель ручного управления модулем при авариях в системе автоматики ШУС:

– общий Тумблер работы ШУС откл/автомат/ручной;

– кнопки управления насосами и вентиляторaом (откл/вкл) – 4 шт. (активны только в ручном режиме работы ШУС);

– электропитание 380 В;

– интерфейс RS485.

Шкаф автоматического рабочего места оператора ВОС включает в себя следующие функции:

– выступает мастером для ШУС, через которого собирает все параметры ВОС (по RS485);

– связь с центральным диспетчерским пунктом осуществляется по Ethernet или телефонной линии (ADSL);

– SMS-сигнализация при аварийных ситуациях на ВОС на сотовые телефоны обслуживающего персонала, а также SMS отчет по запросу с сотового телефона;

– сенсорный экран шкафа: информация о ходе техпроцесса отображается на LCD-мониторе с сенсорным управлением; контроль за состоянием исполнительных механизмов, сбор и архивирование информации, представление ее в графическом виде, сигнализация на возникновение аварийных ситуаций, управление технологическим процессом.

Центральный диспетчерский пункт включает в себя следующие функции:

– связь с ШАРМ ВОС по телефонной линии (ADSL) либо по Ethernet, либо радиоканал;

– вывод информации о ходе техпроцесса на монитор, печать отчетов.

**Литература**

1. ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

2. Пособие к ГОСТ 21.408–93. Системы автоматизации. Схемы автоматизации. Указания по выполнению.

3. ГОСТ 34.603–92. Виды испытаний автоматизированных систем.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КООРДИНАТ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ, В ЧАСТНОСТИ УГЛА НАГРУЗКИ

***У.Н. Мерзлякова*, *студентка каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР*, *г. Томск*, *Merzlyakova@sibmail.com*

В настоящее время электропривод с двигателями переменного тока занимает лидирующее положение среди других типов регулируемого электропривода. Это один из самых энергоемких потребителей и преоб-

разователей энергии. В соответствии с этим можно сказать, что проблема энергосбережения более чем актуальна.

Пути решения этой проблемы известны – это снижение потерь в каждом звене электропривода и согласование выходных параметров электропривода с параметрами нагрузки. Теория регулируемого электропривода постоянно совершенствуется вместе с совершенствованием конструктивных решений. Особенно интенсивное развитие получило последнее решение благодаря усовершенствованию традиционных и созданию новых силовых управляемых полупроводниковых приборов, интегральных схем, развитию цифровых информационных технологий.

Однако эффективное управление ими представляет собой довольно сложную задачу и требует создания специальных систем управления. Важным является оперативное определение параметров и переменных состояния асинхронного двигателя (АД), что позволит управлять режимом работы, а затем можно говорить о решении проблемы энергосбережения. Для каждого двигателя есть паспортные данные – индуктивное и активное сопротивление. Непосредственно измерить мы можем только напряжение и ток, а остальные переменные состояния мы вынуждены вычислять, и, учитывая возможности современной вычислительной техники и программного обеспечения, их можно определить. В настоящей работе будет использоваться пакет MatLab (Simulink).

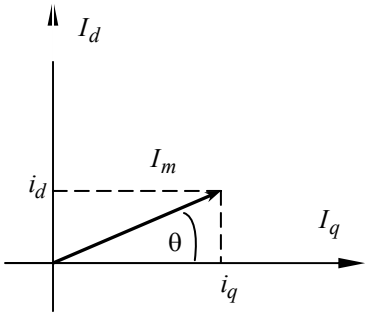


Рис. 1. Вектор тока в алгебраической и показательной форме

Идея работы заключается в том, что вектор тока (преобразованный по методу пространственного вектора) можно представить в алгебраической и показательной форме (рис. 1):

$$\overline{i} = i_d + ji_q = I_m e^{j\theta_i},$$

Первая составляющая $i_d$ соответствует активному току, а вторая – индуктивному току. Для идентификации угла нагрузки выбирается модель переменных $\Psi_r - I_s$, и поэтому первая составляющая $i_d$ будет соответствовать намагничивающему току, вторая – току нагрузки. Если поддерживать значение угла θ оптимальным за счет управления соотношением потребления намагничивающего тока и тока нагрузки, можно добиться энергосберегающего режима.

**Литература**

1. *Копылов И.П.* Математическое моделирование электрических машин: Учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2001. 327 с.

2. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0.: Учебное пособие. СПб.: Корона принт, 2007. 320 с.

3. *Шрейнер Р.Т.* Математическое моделирование электроприводами переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654 с.

4. *Вольдек А.И.*, *Попов В.В.* Электрические машины переменного тока: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2007. 350 с.

5. Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308, № 7.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УЧЕТА РАБОТЫ ДЛЯ ГОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (АСДУ ГТО): «ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТОВ»

***Н.С. Николаева*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР*, *г. Томск*

В настоящее время в России объемы добычи угля стабильно растут. С учетом жизненных реалий для успешного функционирования развивающейся горно-угольной промышленности требуется наличие развитой информационной системы, организующей автоматизированный сбор и обработку данных, манипулирование которыми осуществляется при помощи системы диспетчеризации, позволяющей контролировать положение и состояние ГТО, в режиме реального времени. Применение АСДУ ГТО значительно повысит производительность карьерного оборудования за счет улучшения организации труда, исключит непроизводственные простои, а также увеличит срок службы техники и сократит временные затраты на подготовку и обработку документов в данной отрасли.

Назначение АСДУ ГТО:

– определение местоположения ГТО по сигналам системы GPS;
– передача данных о состоянии ГТО по каналу связи на АРМ ГД;
– отображение состояния и местоположения ГТО на АРМ ГД;
– оптимизация перевозки грузов;
– подготовка и обработка путевых листов и отчетов о работе ГТО;
– подготовка отчетов о работе ГТО.

Функции АСДУ ГТО:

– учет работы горно-транспортного оборудования и движения материалов;
– потребления топлива каждой единицей ГТО;
– наличия топлива и материалов на складе ГСМ;
– количества перевозки руды;
– количества перевозки вскрыши;
– времени работы ГТО;
– времени работы операторов ГТО;

– ведения централизованной базы данных о работе ГТО.

Данный модуль является частью АСДУ ГТО и предназначен для создания отчетов АРМ оператора АСДУ ГТО.

Функции, реализуемые данным модулем:

1. Создание динамических отчетов для АСДУ ГТО в зависимости от выбранных настроек формирования (фильтр печати с возможностью выбора формы отчета).

Перечень основных процедур:

– обработка запрашиваемых данных;

– формирование отчета;

– предварительный просмотр.

2. Вывод на печать.

3. Сохранение в Excel сформированного отчета.

4. Отчеты подразделяются по следующим категориям:

– «Наряд на смену»;

– «Реестр путевых листов»;

– «Журнал путевых листов»;

– «Самосвалы»;

– «Экскаваторы»;

– «Работа по участкам»;

– «Нарушение регламента»;

– «Расход топлива»;

– «Плановые объемы»;

– «Нормы выработки».

Для создания отчетов одним из компонентов фильтра является выбор отчетного периода (даты и смены). Выбор даты осуществляется нажатием левой кнопки мыши на поле с датой, а выбор смены осуществляется нажатием левой кнопки мыши на поле с номером смены. При этом откроется соответствующий диалог (рис. 1).

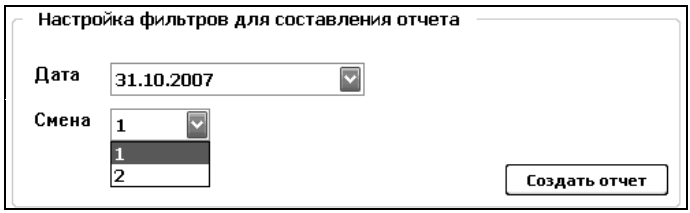



Рис. 1. Диалог выбора смены

Создание отчетов осуществляется нажатием кнопки «Создать отчет» после выбора всех обязательных или дополнительных компонентов фильтра. Если за выбранный отчетный период нет данных, то высветится сообщение оператору (рис. 2).

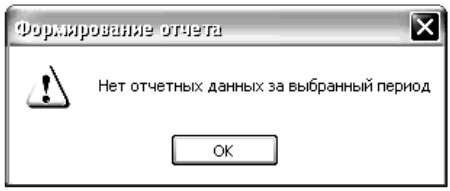


Рис. 2. Сообщение оператору

Данные отчета представляются в окне предварительного просмотра отчета. Редактирование полей отчета с данными невозможно.

Просмотр в Excel и печать отчетов осуществляются нажатием кнопки «Просмотр и печать».

Реализованный модуль достаточно универсальный и легко адаптируется к любым изменениям в системе, обладает гибкостью к формированию различных отчетов, необходимых для учета работы ГТО.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЕМА ОПЛАТЫ КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В УФПС ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

***Е.Е. Петров*, *студент 5-го курса ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Целью работы является усовершенствование и модернизация процесса приема оплаты коммунальных платежей в УФПС Томской области. В настоящее время в почтовых отделениях Томска и области используется устаревшая система приема оплаты коммунальных платежей, которая неудобна и поставщикам услуг, и плательщикам, и сборщикам платежей (УФПС Томской области в данном случае). Хотя для почты данный вид деятельности и не является основным, тем не менее практика показывает, что большая часть населения пользуется данной услугой почты, поэтому модернизация данной сферы позволит улучшить качество обслуживания и увеличить число потенциальных клиентов.

После перехода на новую технологию приема оплаты коммунальных платежей поставщик услуг информируется о погашении долгов плательщиком непосредственно после факта оплаты, резко снижается количество бумажных носителей информации.

Первоначально был осуществлен обзор платежных систем г. Томска (систем обмена транзакциями и взаиморасчетами между ее участниками): CyberPlat, RegPlat, ФС «Город». В результате критичного разностороннего сравнения систем выбор был сделан в пользу системы «Город», за чем последовало подключение УФПС Томской области к этой пла-

тежной системе. Далее было осуществлено взаимодействие платежной системы и ИС WinPost, которая является стандартом для всех почтовых отделений Российской Федерации (WinPost-пакет прикладных программ, предназначенный для автоматизации, формирования, учета и первичной обработки данных почтово-кассовых операций по услугам, предоставляемым предприятиями федеральной почтовой службы Российской Федерации). Такое взаимодействие обеспечивается интегрируемым в среду WinPost модулем (библиотекой). После успешного тестирования модуля проведением тестовых платежей через сервер системы «Город» было начато внедрение новой технологии. После заключения договоров будет начат прием оплаты коммунальных услуг в режиме реального времени через операторов почтово-кассовых терминалов. Впоследствии предполагается увеличение числа почтовых терминалов самообслуживания и осуществление приема оплаты коммунальных платежей, в том числе и через них.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ОАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»

***А.А. Предеин, студент каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, predein_aa@sibmail.com*

Основной задачей данного проекта является модернизация автоматизированной системы контроля и управления компрессорной станции, расположенной в цехе № 1813 (отделение БК-3) завода СКИ ОАО «НКНХ». В этом цехе производится сжатие контактного газа, поступающего из отделения БК-2, и подача его на установку выделения изобутан-изобутиленовой фракции. В состав компрессорного комплекса входят два компрессора марки «Виола» (403-3 и 403-4) и два компрессора марки «Вероника» (403-1 и 403-2) чешского производства.

Данный проект будет рассматриваться на примере одного компрессора 403-3, который на данный момент находится на капитальном ремонте, и для него первым будет вводиться АСКУ.

Микропроцессорная система контроля и управления компрессора должна осуществлять:

– обработку полученных электрических сигналов от датчиков компрессора и технологического оборудования;

– выработку электрических сигналов для подачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы компрессора и технологического оборудования;

– формирование питающих напряжений для питания необходимых устройств при реализации алгоритмов контроля, управления и защиты компрессора как в автоматическом режиме, так и по сигналам от системы верхнего уровня и АРМ оператора.

В качестве решения поставленной задачи ОАО «НКНХ» было предложено коммерческое предложение от компании «Эско-восток», на основе которого было решено построить новую систему автоматизированного контроля и управления на основе продукции компании Allen-Bradley, чьим официальным представителем в России и является компания «Эско-восток».

Компания Allen-Bradley является одним из ведущих производителей продуктов для промышленной автоматизации на мировом рынке. Большой выбор контроллеров, модулей аналогового и дискретного ввода/вывода, систем связи и мониторинга позволяет создавать системы любой сложности с нуля или же интегрировать новые разработки в уже действующие системы.

В качестве состава проектного решения были выбраны:

– контроллер серии SLC500;

– четыре модуля аналогового ввода;

– один модуль аналогового вывода;

– два модуля дискретного ввода;

– два – дискретного вывода.

Соотношение количества доступных входов/выходов модулей и количества контролируемых параметров позволяет создать резерв для подключения дополнительных датчиков или устройств даже после того, как система будет сдана в эксплуатацию.

Создание программного проекта осуществляется с помощью программного пакета RSLogix500.

Пакет RSLogix 500 является средством разработки программного обеспечения для систем, построенных на базе программируемого логического контроллера SLC и MicroLogix. Данный пакет служит для создания программ нижнего уровня, их компиляции и загрузки в контроллер. Кроме того, пакет позволяет осуществлять конфигурирование модулей ввода-вывода, а также диагностику состояния оборудования.

RSLogix 500 включает программные функциональные возможности:

1. Редактор лестничной логики свободного формата, который позволяет сконцентрироваться на логике прикладной программы вместо синтаксиса программы, которую вы пишете.

2. Мощный верификатор проекта, который вы используете, формирует список ошибок.

3. Поиск и замена для быстрой замены определенного адреса или символа.

4. Монитор данных пользователя, для просмотра отдельных элементов данных вместе и наблюдения их взаимодействия.

В ходе работы над проектом были рассмотрены и выполнены следующие пункты:

– изучение тех. процесса работы т/к и его параметров;

– изучение алгоритма работы системы;

– проектирование системы входных/выходных параметров.

На данный момент были изучены:

– принципы работы с пакетом RSLogix500;

– основные инструкции.

Реализованы процедуры:

– инициализация контроллера;

– сбор и обработка параметров с модулей ввода;

– формирование сигнализаций по уставкам.

В ходе дальнейшей работы над проектом планируется полная реализация программного алгоритма, в которую входят:

– инициализация контроллера;

– обработка входных параметров;

– осуществление нескольких режимов работы (подготовка к пуску, пуск, рабочий режим, нормальный останов, аварийный останов);

– обеспечение взаимодействия с кнопками управления, с АРМ оператора, с системой верхнего уровня;

– формирование аварийных сообщений и сигнализаций в случаях выхода параметров техпроцесса за допустимые пределы или отказа оборудования.

**Литература**

1. Инструкция 1813 – Т – 17 по обслуживанию турбокомпрессоров марки «Виола», зам. нач. цеха № 1813 завода СКИ ОАО «НКНХ» Хайров Р.А., 2007.

2. SLC500 в модульном исполнении. Руководство по установке и эксплуатации [Электронный ресурс] / Allen-Bradley Company, Inc. электрон. изд. декабрь 1996 г. Публикация 1746-6.2. Режим доступа:
http://www.eskovostok.ru/_docs/1747-62-ru.pdf

3. Аналоговые модули ввода/вывода SLC500. Руководство пользователя [Электронный ресурс] / Allen-Bradley Company, Inc. – электрон. изд. январь 1996 г. Публикация 1746-6.4. Режим доступа:
http://www.eskovostok.ru/_docs/1746-64-ru.pdf

4. Дискретные модули ввода/вывода SLC500. Инструкция по установке [Электронный ресурс] / Allen-Bradley Company, Inc. – электрон. изд. январь 1995 г. Публикация 1746-5.3. Режим доступа:
http://www.eskovostok.ru/_docs/1746-53-ru.pdf

5. SCL500 и MicroLogix1000. Набор инструкций. Справочное руководство [Электронный ресурс] / Allen-Bradley Company, Inc. электрон. изд. январь 1996 г. Публикация 1747-6.15. Режим доступа:
http://www.eskovostok.ru/_docs/1747-615-ru.pdf

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА В СИСТЕМЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

***А.П. Савищева*, *студентка 5-го курса каф. КСУП***
*ТУСУР, г. Томск, sandra555@list.ru*

В настоящее время наблюдается увеличение потребности в высокоскоростных центрах обработки данных, системах телекоммуникационной связи в реальном масштабе времени и применении систем с непрерывным технологическим процессом. Рост потребности в таком оборудовании выдвигает повышенные требования к источникам электропитания. Большинство типов помех недопустимо, например, значительные провалы напряжения и колебания частоты могут привести к непоправимым потерям, вызванным повреждением оборудования. Обычно же финансовые последствия этого могут быть существенными, влияя не только на текущую работу, но, что является серьезнее, и на развитие предприятия, которое понесло убытки.

В российских системах электроснабжения показатели качества электроэнергии должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13109–97: действующее значение напряжения 380/220 В ± 5%, частота 50 ± 1% Гц, коэффициент несинусоидальности длительно – 8%, кратковременно – до 12%.

Организация электроснабжения, адекватного по качеству конечному продукту ТП, приводит к необходимости исследования и проектирования специальных статических систем электропитания (СЭП). Центральным блоком СЭП является полупроводниковый статический преобразователь (СП), построенный на основе автономных инверторов напряжения (АИН). При этом преобразование энергии предполагает наличие первичного источника и возможность автономной работы.

Структурное построение СБЭП предусматривает использование двух основных (базовых) вариантов: работающих в режиме «на линии» (в зарубежной терминологии «on line» или UPS – Uninterrupible Power Supply) и «у линии» («off line» или SPS – «Stand by» Power Supply). По первому варианту питание потребителей (П) происходит постоянно через АИН, который независимо от состояния первичной сети обеспечивает высокое качество выходного напряжения СБЭП, находясь на одной линии с П. В случае провала напряжения сети ниже допустимого заданного предела, П переходит на питание от АБ. Второй вариант предусматривает переключение П на АИН только в случае пропадания напряжения в сети. Обычно такие СБЭП дешевле построенных по «первому

варианту». Преимущества схемы «off line» заключаются в ее простоте и экономичности, а недостатки – в отсутствии стабилизации входного напряжения при работе в «нормальном» режиме и наличии некоторого времени переключения (около 4 мс) при переходе в режим работы от АБ.

Логическим развитием «второго варианта» является объединение функций СБЭП и стабилизатора напряжения. Переход на батарею происходит лишь в случае пропадания напряжения сети или при чрезмерном его понижении. Подобную разновидность СБЭП принято называть интерактивной («line-Interactive»). Схема «line Interactive» является удачным компромиссом между дорогостоящими системами «on line» и относительно простыми «off line». Линейно-интерактивные СБЭП строятся либо на основе управляемых трансформаторов (УТ) с коммутируемыми ключами, либо по схеме «трипорт».

Поскольку работа АИН, как центрального звена СБЭП, характеризуется некой последовательностью переключения своих полупроводниковых ключей, то качество выходного напряжения (тока) СБЭП определяется:

а) законом этой последовательности;

б) схемой фильтрации выходного напряжения (тока);

в) способом организации обратной связи по выходному напряжению.

Закон последовательности переключения ключей АИН непосредственно связан с типом импульсной модуляции. В настоящее время в СБЭП, как и в ЭП переменного тока, в подавляющем большинстве случаев применяется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) выходного напряжения «классического» мостового АИН при синусоидальном законе модулирующей функции. При этом несущая частота ШИМ-сигнала может достигать десятков килогерц, что значительно облегчает фильтрацию выходного напряжения при помощи относительно малогабаритных L-C-фильтров. При питании от СБЭП (или от ПЧ) электромеханической нагрузки важна форма выходного тока.

Первичными источниками электроэнергии в СБЭП служат химические источники тока (ХИТ) – АБ. Среди многообразия ХИТ в СБЭП переменного тока общепромышленного назначения в настоящее время наибольшее распространение получили щелочные, никель-кадмиевые и свинцово-кислотные с рекомбинацией газа АБ. При общей проблематике вопросов применения в автономных системах электропитания применяются также никель-водородные и серебряно-цинковые аккумуляторы.

Особенность работы АИН в СБЭП состоит в том, что в цепи постоянного тока присутствует АБ, которой свойственно изменение активной проводимости и так называемой «фарадеевой емкости» в зависимости от степени заряженности. Данная емкость в совокупности с активным и

индуктивным сопротивлениями может быть неэффективной для сглаживания пульсации, и этот факт объясняет необходимость использования компенсирующего конденсатора не только как приемника реактивной энергии, но и как элемента фильтрации для снижения пульсации.

Выходные параметры СЭП должны быть регулируемы по напряжению и частоте. Неплавное управление ТП ведет к возникновению перегрузок и часто является причиной аварии. Поэтому к регуляторам предъявляется требование высокой надежности.

Развитие цифровых способов управления позволяет создавать новые уникальные регуляторы на базе алгоритмов управления с использованием скользящего режима (скольжения). Способ управления с использованием скольжения отличается чрезвычайно высокой надежностью, поскольку он предполагает вынуждающее управление, заставляющее процесс протекать по динамической траектории, которую задает разработчик.

В результате обзора методов настройки регуляторов установлено, что при использовании частотных методов, связанных с подачей на вход объекта управления пробных гармонических сигналов, возникают сложности вычислений из-за наличия мнимой переменной. Одним из путей устранения этого недостатка является применение вещественного интерполяционного метода (ВИМ).

Основой ВИМ является вещественное интегральное преобразование

$$F(\delta)=\int_0^\infty f(t)\cdot e^{-\delta t}dt\ ,\ \delta\in[C,\infty],\ \mathrm{C}\geq 0. \qquad (1)$$

Формула (1) ставит в соответствие функции-оригиналу $f(t)$ функцию-изображение $F(\delta)$. Значение параметра $C$ должно выбираться из условия сходимости интеграла (1). Условия существования и единственности функции $F(\delta)$ накладывают ограничения на оригинал $f(t)$:

– функция $f(t)$ и ее производные должны быть непрерывны;

– $f(t)=0$ для всех $t<0$;

– функция $f(t)$ должна удовлетворять условию

$$\int_0^\infty \left|f(t)\right|^2 dt\Big|<\infty\ ,$$

если в (1) принято $C=0$.

На основе вещественного интерполяционного метода возможно проведение синтеза регуляторов СБЭП в условиях нестационарности характеристик входящих в систему блоков, в частности АБ. При этом

вещественный интерполяционный метод позволяет получать модели как в виде дробно-рациональных передаточных функций, так и более сложных.

На рис. 1 представлена разработанная структурная схема СБЭП.

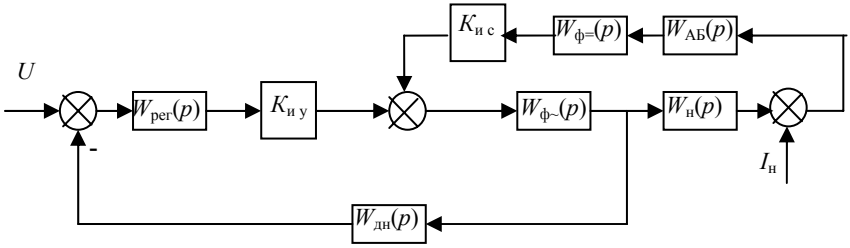



Рис. 1. Структурная схема СБЭП

Элементы схемы: коэффициент усиления АИН по управлению – $K_{и\,у}$; ПФ выходного Г-образного фильтра АИН – $W_{ф\sim}(p)$; ПФ нагрузки – $W_{н}(p)$; ПФ АБ – $W_{АБ}(p)$; ПФ фильтра в звене постоянного тока АИН, образованного компенсирующим конденсатором и сопротивлением аккумуляторного кабеля, – $W_{ф}=(p)$; коэффициент передачи АИН по силовой цепи – $K_{ис}$; ПФ датчика напряжения – $W_{дн}(p)$; ПФ регулятора – $W_{рег}(p)$.

Основными задачами, решаемыми САР, являются:

– поддержание напряжения на выходе согласно ГОСТ 13109–97;

– получение синусоидального сигнала на выходе согласно ГОСТ 13109–97.

Общая обратная связь, призванная поддерживать стабильным выходное напряжение СБЭП, при нерациональной организации может привести не только к неустойчивой работе системы, но и к искажению выходного напряжения.

Технические требования к САР напряжения согласно ГОСТ 13109–97:

| | |
|---|---|
| Выходное напряжение | 220 В ± 5%. |
| Частота выходного напряжения | 50 Гц ± 1%. |
| Коэффициент гармонических искажений не превышает | 5%. |

**Литература**

1. *Гарганеев А.Г.* Системы электропитания специальных потребителей переменного тока на базе полупроводниковых преобразователей: Дис.… докт. техн. наук. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. 494 с.

2. *Гончаров В.И.* Вещественный интерполяционный метод синтеза систем автоматического управления. Томск: Томский политехнический университет, 1995. 108 с.

3. *Ивайкин В.* Использование скользящих режимов в регулировании // СТА. 2006. № 1. С. 90–94.

# МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

***Е.В. Сазонова*, *студентка каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, sazkat@rambler.ru*

В российских системах электроснабжения показатели качества электроэнергии должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13109–97. На данный момент существующая промышленная характеризуется частыми отклонениями напряжения от нормы. Поэтому существует необходимость реализации резервной сети, помимо основной. Системы бесперебойного электропитания (СБЭП) позволяют решить задачу безобрывного синхронизированного перехода с основной сети на резервную и наоборот.

Линейно-интерактивная («line-interactive») СБЭП объединяет в себе функции стандартной СБЭП и стабилизатора напряжения.

Основная функция поддержки СБЭП возложена на специальное программное обеспечение, которое также должно осуществлять диагностику и тестирование СБЭП. Такое программное обеспечение называется SCADA системой (сокр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных). Под этим термином понимается программа управления технологическим процессом и отображением его хода на экране монитора. MasterSCADA – это первая в России объектно-ориентированная SCADA-система, включающая полнофункциональный пакет программ для крупноблочной разработки АСУТП, в котором реализована совокупность средств и методов, обеспечивающих резкое сокращение трудозатрат и повышение надежности создаваемой системы.

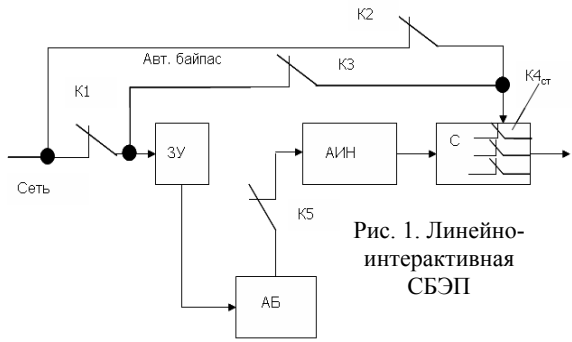


Рис. 1. Линейно-интерактивная СБЭП

Мнемосхемы предоставляют оператору, управляющему технологическим процессом, графический интерфейс для наглядного динамического отображения хода технологического процес-

са и выдачи управляющих воздействий с помощью виртуальных органов управления (рис. 2).

Редактор мнемосхем MasterSCADA – MasterGraph позволяет сделать динамическим любое свойство любого элемента, то есть сопоставить его поведение с изменением технологического параметра. Для создания сложных видов отображения технологической динамики имеется встроенный редактор мультфильмов.

OPC-сервер – это программный модуль, предназначенный для связи устройств нижнего уровня (ПЛК) с системами верхнего уровня (SCADA-системы). Главной задачей OPC-сервера являются опрос ПЛК и получение данных, а также передача данных в адрес ПЛК.

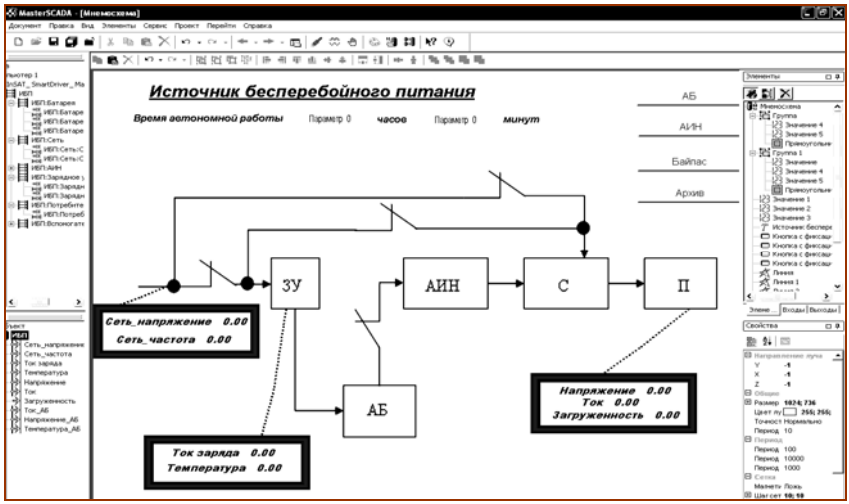



Рис. 2. Внешний интерфейс MasterGRAPH

Конфигурация OPC-сервера представляет собой структуру, в которую входят контроллеры и сигналы, значения которых необходимо собирать или отправлять в адрес контроллера.

**Литература**

1. *Костиков В.Г.*, *Парфенов Е.М.*, *Шахнов В.А.* Источники электропитания электронных средств. М.: Горячая линия – Телеком, 2001.

2. ДСТУ 3413–96. Требования к электрическим бытовым сетям.

3. *Zeeman K. and Wadoock V.* Calculation PWM supply. 2004. [Электронный ресурс]. www.fairchild.com

4. *Фрунзе А.В.* Микроконтроллеры? Это же просто! М.: ООО ИД СКИМЕН, 2002. Т. 1. 336 с.

*ПОДСЕКЦИЯ 11.3*

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЛОЖНОГО ПРОЦЕССА

*Председатель – **Н.Ю. Хабибуллина**, к.т.н., ст. пр. каф. КСУП*

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ОТДЕЛА КАДРОВ ИОА СО РАН

***А.А. Астаева, студентка 5-го курса ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящее время автоматизация деятельности различных предприятий, в том числе и отдела кадров, приобрела глобальные масштабы. Этот процесс представляет собой формирование новых видов отчетов для отдела кадров, так как ручной учет не дает гарантии правильности заполнения, вследствие чего отдел кадров может понести «убытки». Кроме того, ручной учет занимает много времени.

В связи с этим возникает потребность в автоматизированной системе формирования отчетов. Такая система должна обладать следующими основными возможностями:

– ручная и автоматизированная технология ведения;
– ускорение обработки данных документов;
– конфигурация должна учитывать специфику отдела кадров;
– облегчение работы персонала организации.

В результате работы была создана конфигурация на платформе «1С: Предприятие. Бухгалтерия 8.0». Данная конфигурация предназначена для ведения учета сотрудников, увольнения и т.д.

В процессе конфигурирования был сформирован алгоритм обработки, формы выходных документов и печатной формы. Информационная структура спроецирована на уровне предусмотренных в системе «1С: Предприятие. Бухгалтерия 8.0» типов обрабатываемых объектов предметной области (константы, справочники, документы, журналы документов и др.).

Данная конфигурация будет обладать удобным пользовательским интерфейсом, что существенно упрощает работу с ней, автоматизирует выдачу необходимых документов и освободит рабочее время сотрудников для других нужд, резко уменьшится показатель ошибок в отделе кадров. Также при расширении организации конфигурация может «расти» вместе с предприятием. То есть можно создавать новые документы, справочники и формировать необходимые отчеты.

**Литература**

1. Фирма «1С». 1С: Предприятие 8.0. Конфигурирование и администрирование. Ч. 1. М.: Фирма «1С», 2004. 400 с.

2. Фирма «1С». 1С: Предприятие 8.0. Конфигурирование и администрирование. Ч. 2. М.: Фирма «1С», 2004. 388 с.

## СИСТЕМА АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

***К.С. Беляк, студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР, г. Томск*

Тема аудита информационной безопасности приходит на смену просто информационной безопасности. Сегодня все крупные и средние предприятия обзавелись не только развитой ИТ-инфраструктурой, но и приняли меры к защите от наиболее значимых угроз. Насколько адекватны принятые меры, есть ли потенциальные уязвимости в защите, действительно ли защищена важная для предприятия информация – ответы на эти вопросы как раз и дает аудит. Во всем мире аудит информационной безопасности практикуется давно, в этой области сложилась четкая терминология и известно несколько стандартов, в том числе и уровня ISO.

Наиболее часто при проведении аудита информационной безопасности в качестве основы берется метод анализа рисков. Программные средства, необходимые для полного анализа рисков, строятся с использованием структурных методов системного анализа и проектирования и представляют собой инструментарий для выполнения следующих операций:

– построения модели информационной системы с позиции информационной безопасности;

– оценки ценности ресурсов;

– составления списка угроз и уязвимостей, оценки их характеристик;

– выбора контрмер и анализа их эффективности;

– анализа вариантов построения защиты;

– документирования (генерация отчетов).

Обязательным элементом этих продуктов является база данных, содержащая информацию по инцидентам в области информационной безопасности, позволяющая оценить риски и уязвимости, эффективность различных вариантов контрмер в определенной ситуации.

Логическая модель данных является визуальным представлением структур данных, их атрибутов и бизнес-правил. Логическая модель представляет данные таким образом, чтобы они легко воспринимались бизнес-пользователями [1]. Логическая модель данных реализуемой области представлена на рис. 1.

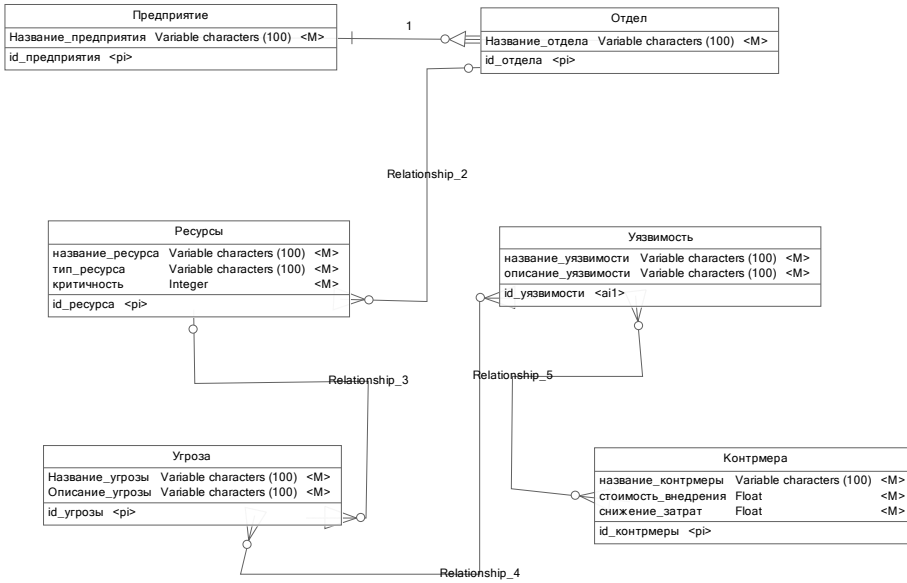



Рис. 1. Логическая модель данных

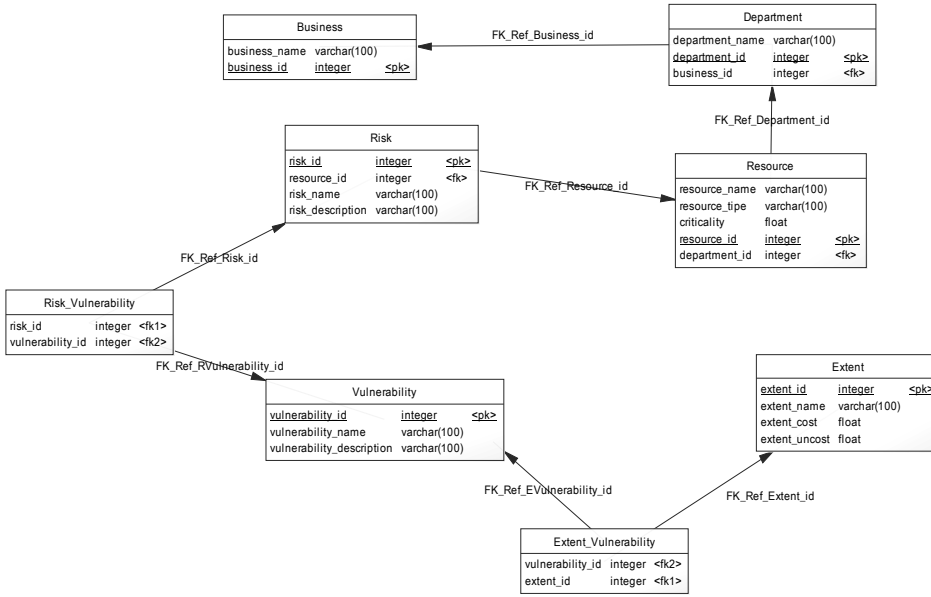



Рис. 2. Физическая модель данных

Основная цель построения физической модели данных – преобразовать логическую модель реляционной базы данных в последовательность команд SQL для создания объектов реляционной базы данных [2]. Таким образом, на рис. 2 отображены отношения логической модели базы данных (сущности предметной области, представленные в нормализованной форме на ER-диаграммах) в таблицы и индексы реляционной базы данных.

Один из возможных подходов к разработке подобных методик – накопление статистических данных о реальных происшествиях, анализ и классификация их причин, выявление факторов риска. На основе этой информации можно оценить угрозы и уязвимости в других информационных системах.

**Литература**

1. *Зайцев С.Л.* Проектирование баз данных с ERwin http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/ca/erw01.htm

2. Работа с базами данных. Основы проектирования реляционных баз данных. Бизнес-модель этапа проектирования – создание физической модели реляционной базы данных. http://www.work-db.ru/about/clause/440/364536/

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

***О.М. Бикерова, И.С. Заяц, студенты 5-го курса каф. КСУП***
*ТУСУР, г. Томск*

Автоматизированная обучающая система предназначена для индивидуального обучения студентов по дисциплине «Компьютерная графика». Данная система позволяет студентам изучать материал самостоятельно и закреплять полученные знания с помощью блока самоконтроля. Кроме того, позволяет преподавателю следить за успеваемостью студентов с помощью электронного экзамена и менять по своему усмотрению содержание учебного материала и экзаменационной части. Система поможет улучшить процесс обучения, быстрее, глубже и интереснее передать информацию, а также проконтролировать знания, умения и навыки.

Новизна разработки заключается в реализации:

– алгоритма аддитивной оценки за экзамен;

– алгоритма генерации заданий по шаблону;

– алгоритма анализа учебного процесса;

– возможности выбора тем преподавателем для генерации экзаменационного билета.

Данная обучающая система состоит из двух модулей: модуля студента и модуля преподавателя. Структура АОС представлена на рис. 1.

Рис. 1. Структура разрабатываемой АОС

Первый модуль предназначен для индивидуального обучения по дисциплине «Компьютерная графика», самостоятельной проверки знаний, полученных в ходе изучения материала, а также проверки их с помощью электронного экзамена.

Второй модуль позволяет преподавателю организовывать процесс обучения студентов, т.е. добавлять, изменять или удалять лекционный материал, лабораторные работы, экзаменационные вопросы и ответы, алфавитный справочник. Кроме того, данный блок позволяет проводить контроль и анализ успеваемости студентов.

На данный момент реализованы следующие возможности системы:

– Доступ к странице преподавателя осуществляется через блок авторизации. Необходимые логическое имя и пароль хранятся в базе данных (пароль закодирован).

– После прохождения авторизации преподаватель получает возможность управлять всей автоматизированной системой. В разделе «Лекции» и «Лабораторные работы» реализована возможность добавления, редактирования и удаления теоретического материала. В разделе «Алфавитный справочник» – добавление нового термина, просмотр списка всех терминов и возможность их корректировки и удаления. Раздел «Экзаменационные вопросы» позволяет преподавателю просматривать список вопросов согласно выбранной теме, а также добавлять, редактировать и удалять вопросы. С помощью раздела «Студенты» возможно добавление, изменение и отображение всей информации о группах и о самих студентах. Информация о результатах экзамена, а также анализ успеваемости как одного студента, так и группы в целом находится в разделе «Анализ и статистика».

– Студент имеет возможность просматривать лекции, задания на лабораторные работы, искать необходимый термин в алфавитном справочнике. После прохождения авторизации студент получает возможность пройти экзаменационный тест и получить результаты экзамена. В результате прохождения теста студент получает аддитивную оценку, поскольку экзаменационные вопросы имеют разную сложность.

– Лекционный материал сопровождается многочисленными рисунками и схемами. Учебник имеет понятный и удобный для студента интерфейс.

– Вся информация (данные необходимые для формирования статистики, данные о студентах, экзаменационные вопросы и ответы, лекции, лабораторные работы и термины) содержится в базе данных. Право модификации данных имеет только преподаватель.

Таким образом, система позволяет:

– управлять познавательной деятельностью учащихся;

– повысить качество обучения за счет систематизированного хранения материала и наглядной демонстрации примеров;

– облегчить контроль успеваемости студентов;

– создать комфортные условия для студентов и преподавателей при изучении теоретического материала и выполнении практических заданий;

– определять показатели процесса усвоения учебного материала каждым учащимся и группой в целом;

– обеспечить необходимую степень защиты информации от несанкционированного доступа.

**Литература**

1. *Колисниченко Д.Н.* Самоучитель PHP 5. 3-е. изд. СПб.: Наука и техника, 2006. 576 с.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: РАЗРАБОТКА ТЕКСТОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПОСТРОЕНИЯ ER-МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ

***Д.В. Бобров*, *студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

На данный момент существующие программные продукты не могут удовлетворить все потребности пользователей. Именно поэтому целью данной работы является создание программного продукта, полностью устраивающего конечного пользователя.

Данный проект состоит из нескольких модулей, которые взаимодействуют между собой. Одним из них является «Разработка текстового модуля для инструментальной среды построения ER-модели базы данных». Данная среда предназначена для разработки модели базы данных.

Разрабатываемый модуль содержит данные, которые запрашиваются другими модулями разрабатываемой системы.

Посредством интерфейса должны описываться следующие свойства элементов:

– имя и описание сущностей;

– имя и описание атрибутов;

– определение атрибутов первичных и альтернативных ключей (включая составные);

– определение всех возможных типов связей и кардинальностей.

Необходимо, чтобы разрабатываемый программный продукт удовлетворял нотации IDEF1x.

IDEF1X является методом для разработки реляционных баз данных и использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения концептуальной схемы. Концептуальной схемой мы называем универсальное представление структуры данных в рамках коммерческого предприятия, независимое от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы. Средства моделирования IDEF1X специально разработаны для построения реляционных информационных систем.

**Литература**

1. *Рыбалка Е.Н.*, *Силич М.П.* Системотехника: Учебное пособие. Томск, 2006.

2. *Сибилев В.Д.* Модели и проектирование баз данных. Томск, 2002.

## КОНФИГУРАЦИЯ «БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ В ГАРАЖНО-СТРОИТЕЛЬНОМ КООПЕРАТИВЕ» В СИСТЕМЕ ПРОГРАММ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 7.7

***В.Н. Будунова*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***

*ТУСУР*, *г. Томск*

В настоящее время существует большое количество программ, предназначенных для бухгалтерских расчетов. Первое место среди этих программ на рынке занимает система программ «1С : Предприятие». Благодаря возможностям системы, она нашла широкое применение почти во всех сферах деятельности в виде конфигураций, предназначенных для автоматизации различных расчетов.

Немало продуктов рассчитано на небольшие строительные и торговые фирмы. Сразу же после старта жилищной реформы появилось семейство программ для бухгалтеров гаражно-строительных кооперативов (ГСК) и других. Разработка таких программ имеет большую популярность в настоящее время. Однако они предназначены для использования на типичных предприятиях. Поэтому особой актуальностью пользуются программы, разработанные с учетом тонкостей каждого предприятия в отдельности.

Целью данного проекта является создание автоматизированной системы управления, позволяющей рассчитывать и начислять платежи, вести учет средств и осуществлять бухгалтерский учет в организации.

Отличительной чертой разрабатываемой конфигурации является возможность ведения расчета платежей и бухгалтерского учета одновременно. А также предусмотрен ряд отчетов, таких как «Копия финансового лицевого счета» и другие. Программа позволяет формировать различные списки, например список льготников, список лицевых счетов и другие.

На рис. 1 изображена модель предметной области разрабатываемой конфигурации.

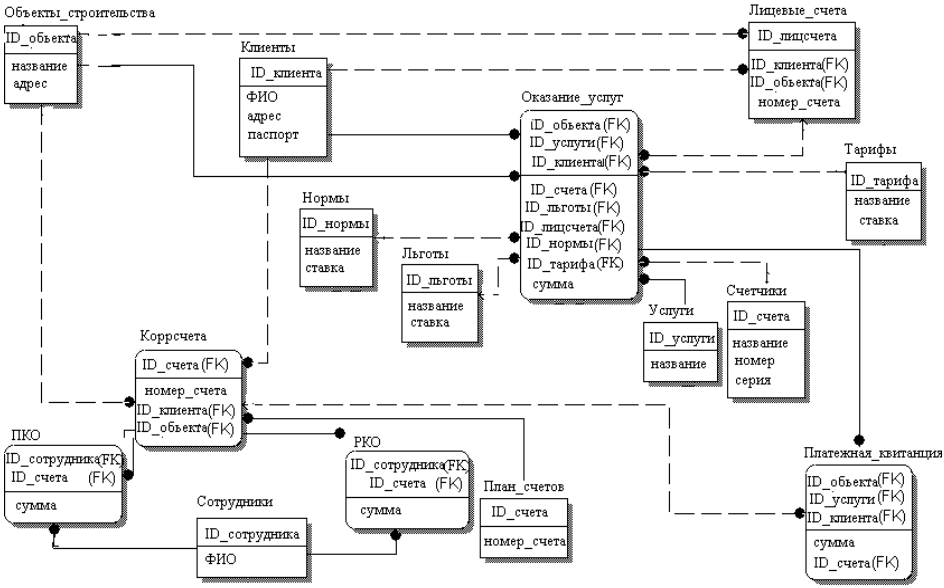



Рис. 1. Модель предметной области

Разрабатываемая конфигурация позволит:

– вести расчет начислений, стоимости объекта собственности или любого коэффициента в договоре на услугу;

– вводить необходимые документы для расчета начислений, платежные документы;

– фиксировать показания индивидуальных счетчиков, учет потребляемых ресурсов;

– рассчитывать суммы начислений, как по фиксированным тарифам, так и по показаниям счетчиков расхода;

– автоматически формировать печатные формы платежных извещений на основании произведенного начисления за расчетный период с учетом долга за прошлые периоды;

– производить перерасчет начислений при изменении информации по лицевым счетам и в случае непредставления услуг поставщиками;

– получать необходимые отчеты по начислениям, оплате, задолженности;

– закрывать затратные счета в соответствии со сметой.

Исходными данными для проектирования являются: информация о физических лицах, объектах строительства, тарифах, предусмотренных законодательством; льготах, процентных ставках; система программ «1С : Предприятие».

Основными объектами конфигурации являются:

Справочники: «Физические лица», «Договоры», «Объекты строительства», «Банки», «Расчетные счета», «Услуги», «Тарифы», «Начисления», «Счетчики», «Льготы на услуги».

Документы: «Приходный кассовый ордер», «Расходный кассовый ордер», «Оказание услуг», «Платежная квитанция», «Начисления по счетчику и с количеством», «Произвольный начисления», «Выписка».

Отчеты: «Оборотно-сальдовая ведомость», «Анализ счета», «Анализ субконто», «Отчет по видам благоустройств», «Шахматка», «Ведомость начислений льготников».

**Литература**

1. *Рязанцева Н.*, *Рязанцев Д.* 1С : Предприятие. Секреты программирования: СПб.: Издательский дом «БХВ-Петербург», 2005.

2. *Филимонова В.* Практическая работа в 1С : Предприятие 7.7. 4-е изд. М.: Феникс, 2005.

# МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ

***А.П. Желонкина, студенка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Целью разработки проекта «Инструментальная система поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры» является создание системы, с помощью которой можно будет облегчить труд сотрудника кафедры, который занимается подготовкой документов, необходимых на завершающем периоде обучения студентов: при сдаче государственного экзамена, преддипломной практики, дипломирования.

Одной из задач являлось проектирование модуля «Формирование документов к государственному экзамену», который является частью общей системы для автоматизации учебного процесса кафедры. Этот модуль позволяет автоматически, без лишних усилий создавать билеты к государственному экзамену и распоряжения декана о допуске к государственному экзамену.

Данный модуль реализует следующие функции.

Формирование билетов к государственному экзамену на базе шаблона. Данные для составления билетов предоставляются преподавателями, которые преподают дисциплины, входящие в рабочую программу по государственному экзамену для данной специальности. Эти данные оформляются в виде текстового файла, сформированного на базе шаблона для преподавателей (каждый преподаватель, чья дисциплина входит в рабочую программу, заполняет шаблон и сохраняет файлы в определенном месте на диске для того, чтобы программа в дальнейшем могла обращаться к этим файлам и формировать на их основе билеты к ГЭ. В итоге получится столько исходных текстовых файлов, для скольких дисциплин предусмотрено проведение государственного экзамена).

Для формирования билетов к ГЭ необходимо выполнить ряд проверок на соответствие предоставляемых данных действительности:

– Проверка на соответствие преподавателя и дисциплины. Вопросы по дисциплине, включенной в государственный экзамен, должен формировать преподаватель, ответственный за данную дисциплину. Проверка осуществляется на основе информации, хранящейся в базе данных, которая содержит информацию обо всех преподавателях кафедры и дисциплинах, которые они преподают. Если данные не совпадают, то считается, что информация, предоставленная преподавателем, не точная, и на основе этих данных билеты к государственному экзамену не формиру-

ются, а пользователю выводится сообщение об ошибке и предлагается предоставить новые (точные) данные, заполнив заново шаблон или исправив те поля, где допущена ошибка.

– Проверка на соответствие учебному плану. Здесь проверяется, входит ли дисциплина, которую указывает преподаватель в предоставляемых им данных, в учебный план для специальности. Если дисциплина не входит в учебный план, то по ней не может проводиться экзамен, и программа выдает сообщение об ошибке.

– Проверка на соответствие рабочей программе. В рабочей программе для каждой специальности определяется список дисциплин, которые включены в итоговый государственный экзамен. Только по этим дисциплинам возможно проведение ГЭ и только они могут быть указаны в данных, предоставляемых преподавателем. В противном случае билеты к ГЭ не могут быть сформированы, и выдается сообщение об ошибке с предложением повторить ввод данных, но уже исправить все неточности.

Формирование распоряжений декана о допуске студентов к сдаче государственного экзамена. Распоряжение формируется только после того, как выполнится проверка каждого студента на наличие всех зачетов и сданных экзаменов, курсовых работ и проектов. Это необходимо для того, чтобы должники не попали в распоряжение о допуске студентов к государственному экзамену. Необходимая информация о долгах хранится в базе данных, которая содержит таблицу успеваемости по каждому студенту.

После того как сформированы распоряжения о допуске к ГЭ, автоматически формируются списки студентов, не допущенных к сдаче государственного экзамена.

Все документы, формируемые в данном модуле, стандартизированы, отвечают всем государственным нормам, а также удовлетворяют требованиям делопроизводства вуза.

Достоинством модуля является возможность автоматически формировать не только билеты для государственного экзамена, но и для любого другого экзамена. Кроме того, предусмотрена возможность изменения количества вопросов в билете.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УЧЕТА ТРАФИКА

***В.И. Дерябин*, *студент***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящее время электронные технологии уже прочно вошли в нашу жизнь и уже сложно представить себе действительность без компьютеров, компьютерных сетей, Интернета, мобильных телефонов и прочих атрибутов современной жизни.

Практически на любом предприятии, чем бы оно ни занималось, рано или поздно встает проблема автоматизации производства с помощью компьютерных технологий.

Это требует, в первую очередь, построение компьютерной сети и, во вторую, обеспечение совместного доступа в Интернет всех компьютеров этой сети. Решению второй проблемы и посвящена настоящая работа.

Основные функции разрабатываемой системы:

– обеспечение совместного доступа в Интернет;

– ведение подробной статистики по использованию трафика;

– поддержка тарификации трафика.

На рынке есть профессиональные аналоги предлагаемой системы, однако важнейшим их недостатком, помимо стоимости, является излишняя громоздкость. Очень большое число сервисов, предлагаемых разработчиками, будут просто невостребованны в условиях нашего рынка. Также существенным недостатком является закрытость профессиональных систем, т.е. невозможность их самостоятельной доработки под конкретное предприятие. Как правило, такая доработка осуществляется производителями за отдельную плату.

Разрабатываемая система будет обладать следующими достоинствами по сравнению с приведенными выше аналогами:

никаких лишних, ненужных сервисов, загромождающих интерфейс и замедляющих работу системы;

полная открытость системы, т.е. открытость исходного кода;

простая установка системы, «в несколько кликов»;

низкая стоимость системы (порядка 3000–4000 руб.) и поддержки (порядка 1000 руб. в месяц);

возможность доработки системы под конкретное предприятие.

Схема разрабатываемой системы представлена на рис. 1.

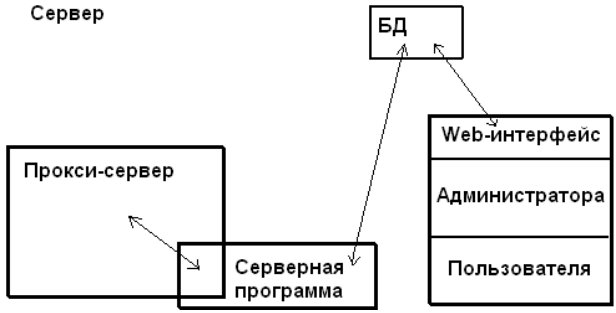



Рис. 1. Условная схема системы

Таким образом, разрабатываемая система состоит из следующих компонентов:

– сервер;
– прокси-сервер;
– база данных;
– серверная программа;
– web-интерфейс администратора;
– web-интерфейс пользователя.

Преимущества именно такой организации системы очевидны:

– использование БД в качестве хранилища данных делает хранение информации более надежным и безопасным;

– использование прокси-сервера делает возможным авторизацию пользователя по логину и паролю, а не по IP. Это позволяет пользователю иметь доступ в сеть с любого компьютера, способного соединиться с прокси-сервером;

– использование серверной программы, с одной стороны, является вынужденным шагом, т.к. для авторизации пользователя, данные которого хранятся в БД, нужна сторонняя программа (демон), которая и проводит такую авторизацию. С другой стороны, это открывает массу новых возможностей для расширения функционала системы. Например, та же программа может отслеживать пункты назначения (ip- или url-адреса), к которым обращается пользователь, и блокировать доступ к некоторым из них. Так, можно организовать список запрещенных сайтов для конкретного пользователя или для группы пользователей;

– использование web-интерфейса вместо программного интерфейса делает систему независимой от дополнительного ПО, т.е. пользователь и администратор могут работать с системой с любого компьютера, имеющего доступ в сеть, без установки дополнительного ПО (web-браузер есть на любом компьютере).

**Литература**

1. *Бопс Т.*, *Доусон Т.*, *Перди Г.* Linux: руководство администратора сети. М.: Кудиц-Образ, 2006. 368 с.

2. Программа squid. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://squid-cache.org

3. *Веллинг Л.*, *Томсон Л.* MySQL: Учебное пособие. М.: Вильямс, 2005. 304 с.

4. *Кристиансен Т.*, *Торкингтон Н.* Perl: библиотека программиста. СПб.: Питер, 2001. 736 с.

5. *Веллинг Л.*, *Томсон Л.* Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL. М.: Вильямс, 2007. 880 с.

6. *Моли Б.* Unix/Linux: теория и практика программирования. М.: Кудиц-образ, 2004. 576 с.

7. *Хекман Д.*, *Спейнауэр С.*, *Фиггинс С.*, *Сивер Э.* Linux: Справочник. М.: Символ-Плюс, 2001. 912 с.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИЯ SQL КОДА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ

***Т.Е. Евдунов*, *студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

На данный момент существующие программные продукты не могут удовлетворить все потребности пользователей. Именно поэтому целью данной работы является создание программного продукта, полностью устраивающего конечного пользователя.

Данный проект состоит из нескольких модулей, которые взаимодействуют между собой. Одним из них является «Модуль генерация SQL кода создания физической модели базы данных».

Разрабатываемый «Модуль генерация SQL кода создания физической модели базы данных» позволяет генерировать SQL код логической модели базы данных, разработанной с помощью других модулей, а также позволяет добавлять новые типы СУБД.

Разрабатываемый модуль должен:

– Генерировать SQL код создания физической модели базы данных.

– Предоставлять возможность добавления нового типа СУБД.

– Предоставлять возможность предварительного просмотра и сохранения SQL кода.

Основное требование к разрабатываемому программному продукту: необходимо, чтобы разрабатываемый программный продукт соответствовал основным требованиям создания таблиц при помощи SQL операторов.

Язык SQL предназначен для манипулирования данными в реляционных базах данных, определения структуры баз данных и для управления правами доступа к данным в многопользовательской среде.

Разработанный в 1970 г. в компании IBM язык SQL (Structured Query Lanquage – Структурированный Язык Запросов) стал стандартным языком, используемым для связи с такими системами управления реляционными базами данных, как Oracle, INGRES, Informix, Sybase, SQLbase, Microsoft SQL Server, DB2 (СУБД самой IBM), продуктами SQL/DC, Paradox, Access, Approach и многими другими. Кроме того, для продуктов dBASE и Interbase, снабженных собственными интерфейсами, уже разработан (или разрабатывается) интерфейс типа SQL для связи с базами данных. На сегодняшний момент уже более 140 продуктов имеют в своем составе SQL-интерфейс. Можно с уверенностью сказать, что если вы собираетесь в ближайшем будущем использовать реляционные базы данных, то вам придется работать с SQL.

Обычно продукт реляционной базы данных включает не только СУБД. Собственно СУБД (иногда ее называют исполнительной системой или исполнительным механизмом базы данных) является «рабочей лошадкой» продукта. Она хранит данные, осуществляет поиск и выборку данных, а также записывает данные посредством исполнения операторов SQL. В вычислительной среде клиент/сервер СУБД обычно располагается на сервере. Кроме того, продукты реляционных баз данных обычно содержат различные инструментальные средства разработки интерфейса с пользователями, облегчающие связь с исполнительной системой и предоставляющие пользователю средства для использования данных, полученных из базы. Среди таких инструментов можно назвать генераторы форм и отчетов, языки программирования четвертого поколения (4GL), графические языки запросов, генераторы запросов пользователя, дополнительное программное обеспечение для мультимедиа и гипертекстовые системы, системы автоматизации проектирования и автоматизированные производства (CAD/CAM), электронные таблицы и добротные классические «прямые» интерфейсы пользователя. Все эти средства используют язык SQL для обращения к базе данных во время исполнения различных операций. СУБД, в свою очередь, обеспечивает запись, организацию и поиск данных, гарантирует их целостность, защиту и позволяет избежать взаимного влияния при одновременной работе пользователей с данными.

**Литература**

1. http://www.az-design.ru/Support/DataBase/SQL/SQL92/SQL92-1ch_1.shtml
2. http:// www.compdoc.ru/bd/sql/sqlbases/#BackGrounds

## СЕТЕВОЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ»

***Г.Н. Решетникова*, *к.т.н.*, *доцент каф. КСУП;***
***Д.Н. Гладких*, *Е.Г. Селенин*, *П.В. Константинов*,**
***В.И. Дерябин, студенты 5-го курса ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, sel84@sibmail.com, work007@sibmail.com*

Сетевой учебный комплекс «Моделирование систем» позволяет по-новому взглянуть на процесс автоматизации учебного процесса. При реализации комплекса были применены современные сетевые технологии.

Комплекс был выполнен в клиент-серверной архитектуре, что позволяет размещать программное обеспечение на сервере и хранить всю информацию в базе данных.

Комплекс создан по модульному принципу, когда изменение одного модуля не влияет на работу комплекса в целом.

При использовании комплекса на стороне клиента необходим лишь Интернет-браузер и выход в сеть Интернет или локальную сеть (в зависимости от размещения сервера), не требуется установка дополнительных локальных программ. Прохождение курса возможно студентами всех форм обучения, что делает данный комплекс востребованным, в том числе и для дистанционного образования.

Размещение комплекса на едином сервере позволяет не только концентрировать всю информацию о процессе обучения, но также дает возможность легко сопровождать, расширять и модернизировать комплекс. Новые возможности электронного учебного комплекса становятся доступны пользователям сразу с момента появления их на сервере, чего нельзя сказать о локальных учебных тренажерах и учебниках, которые требуют для каждой установленной единицы обновлений либо полной переустановки.

Реализация серверных приложений и банк ответов скрыты от пользователя, что помогает сделать комплекс значительно менее уязвимым к попыткам взлома и получения закрытой информации. В комплексе реализован механизм резервного копирования базы данных.

Разработанный комплекс является кроссплатформенным (размещается на *nix-платформах и платформах Windows) и мультибраузерным (поддерживается большим числом современных часто используемых браузеров), может быть легко перенесен на другой сервер без потери информации.

Система ведет подробный журнал для каждого пользователя на протяжении всего процесса обучения.

Реализация численных методов и методов управления представлена в качестве приложений, написанных на языке C++ (ANSII C++), являющемся кроссплатформенным, что дает возможность компилировать исходные коды под большинство операционных систем, как-то: Unix-совместимые платформы, Windows и ряд других распространенных операционных систем. Приложения выполняются на стороне сервера и предназначены для проверки результатов, полученных студентом (пользователями) в ходе выполнения лабораторных работ.

При разработке электронного учебного комплекса «Моделирование систем» использовались только свободно распространяемые, бесплатные инструменты и средства разработки, в числе которых Linux, Apache, MySQL, PHP (PEAR), GNU g++.

**Литература**

1. *Решетникова Г.Н.* Моделирование систем: Учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2005. 261 с.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ: «ФОРМИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ КОМИССИИ»

***Е.П. Кирина, студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Развивающиеся наука и техника предъявляют новые требования к содержанию высшего образования. В настоящее время процесс составления учебных планов, основанный на опыте и интуиции работников вуза, нуждается в серьезном совершенствовании и научном обосновании принимаемых решений. Необходим поиск новых подходов, обеспечивающих целесообразную перестройку системы профессионального образования с учетом жизненных реалий.

Так как время на непосредственную их апробацию в вузах весьма ограничено, то многие специалисты предполагают изучать различные аспекты содержания образования, пользуясь методами автоматизации. Такая структурная модель может отражать весь процесс обучения. Попытки автоматизировать учебный процесс помогают подойти к нему как к сложной динамической системе и учесть те широкие возможности, которые открывает применение технических средств переработки информации.

Данный модуль является частью большой инструментальной системы поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры. С его помощью можно автоматически генерировать документы по преддипломной практике и дипломированию.

Проектируемый модуль предназначен для создания документов, необходимых на защите дипломных проектов/работ, предоставляемых государственной аттестационной комиссии (ГАК):

- В зависимости от списка записи студента:

− список защищающихся  на дверь аудитории;

− таблица каждому члену комиссии;

− сводная таблица председателю со средним баллом;

− таблица: проект / работа, тема работы (по заказу предприятия / научно-исследовательская работа / предложена студентом), степень внедрения (внедрена / рекомендована к внедрению / испытания), публикации (есть/нет), примечание.

- По группам:

− таблица: ПЗ, демонстрационный материал, рецензия, отзыв, нормоконтроль;

• отчет о работе государственной аттестационной комиссии по специальностям 220201 – Управление и информатика в технических системах и 230104 – Система автоматизированного проектирования;

• список состава Государственной аттестационной комиссии.

Структура разработанного программного продукта представлена на рис. 1.

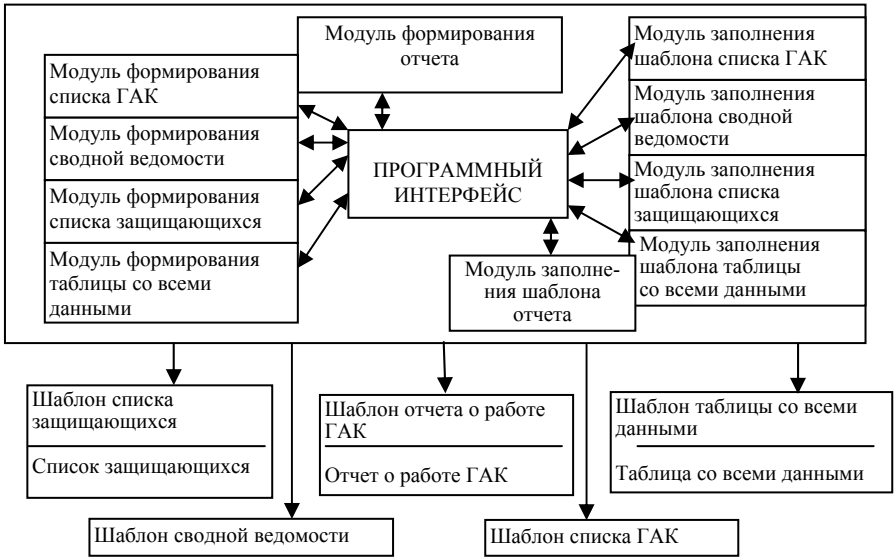



Рис. 1. Структура программного продукта

Функции, реализуемые модулем:

С помощью данного модуля реализуются такие функции, как формирование вышеперечисленных документов.

Чтобы сформировать документ, выбирается шаблон заполняемого документа и заполняются нужные поля вручную или автоматически.

После заполнения данных можно просмотреть документ, сохранить и, если необходимо, выдать его на печать. Сформированный документ хранится в текстовом файле.

Данные, необходимые для заполнения документов о том, кто защищается, времени и дате, будут браться из списков записей студентов, хранящихся в текстовом файле (эти данные студенты заполняют при помощи модуля «мастера построения приказов»), а также из базы данных (ФИО дипломников, средний балл и т.д.).

Возможности пользователей:

- Разработчик (может быть сотрудник кафедры) управляет доступом пользователей к системе, следит за ее работоспособностью, отвечает за структуру, наполнение и редактирование данных, шаблонов документов.
- Сотрудник кафедры работает с данными, предоставленными студентами о дипломной работе, заносит эти данные в шаблоны документов, формирует эти документы и выдает их на печать. Распечатанные документы предоставляет ГАК. Формирует таблицы для занесения комиссией результатов о дипломировании и объявления о времени и дате защиты дипломных работ, необходимых для студентов.

В случае ввода некорректных данных система выдаст сообщение об ошибке.

С помощью данного модуля можно автоматически генерировать документы для ГАК, а также для любой другой комиссии на защите преддипломной практики и дипломных работ/проектов. При этом практически отпадает необходимость набора текста вручную, что позволяет решить многие проблемы с заполнением документов, требующихся для ГАК.

Реализованный модуль можно расширять, дополнять и использовать для других различных вузов, достаточно будет только изменить данные, хранящиеся в БД, что является большим плюсом данного модуля.

## СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССИНГОВОЙ КОМПАНИИ

***О.А. Клименко*, *студент***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *stitch@sibmail.com*

В каждом деле всегда существует две важнейшие задачи: возможность развиваться, двигаться вперед и сохранение того, что уже имеется. Поэтому для управления процессинговой компанией, необходимо строить какие-либо планы: с кем заключить сделку, где организовать филиал, какие акции привлекут больше клиентов. Для принятия каких-либо решений, руководителю требуется провести анализ хранящейся информации. Проводить анализ вручную, исследуя терабайты информации, – это огромная работа, требующая не одного дня. А у руководителей обычно нет возможности тратить время только на анализ.

По этой причине в настоящее время начинают развиваться такие системы анализа, как OLAP системы [1]. Они позволяют быстро и эффективно собрать необходимую хранящуюся в базе данных информацию и провести по ней анализ, представив его в виде графика или таблицы. Имея такой инструмент, как OLAP система, управляющий процессинго-

вой компанией может легко принимать трудные решения. Также он моет выдвигать гипотезы и получать доказательства или опровержение их правильности. Это позволяет сделать работу компании стабильнее и успешнее.

Основные функции разрабатываемой системы:

– получение данных из хранилища базы;

– обработка полученных данных и их статистический анализ;

– предоставление отчета по анализу в удобной для пользователя форме (таблица, график, диаграмма).

На рынке есть профессиональные аналоги предлагаемой системы, однако ввиду имеющихся у компании программных средств (база данных и основная программа работы с ней) нет возможности использовать ни один из них.

Однако проведя анализ наиболее успешного OLAP-продукта, были выявлены архитектурные особенности построения системы оперативного анализа [2]:

– реляционное хранилище данных;

– серверная часть;

– сервер;

– OLAP-куб;

– менеджер запросов;

– библиотека запросов;

– клиентская часть;

– клиентская программа;

– просмоторщик результатов;

– библиотека кэшированных данных.

В нашей системе реляционное хранилище данных уже существует, это база данных компании. Также существует программа OC_ET, работающая с базой данных. Эта программа имеет множество модулей, которые запускают плагины. Эта программа является, по сути, и серверной частью, и клиентской одновременно. Она связывается с хранилищем базы данных и пользуется всей хранимой там информацией. Она же является и обработчиком запросов и запуском этих запросов [3].

Схема архитектуры разрабатываемой системы представлена на рис. 1.

Таким образом, разрабатываемая система состоит из следующих компонентов:

– хранилище данных;

– основная рабочая программа;

– Plug-in, связанный с модулями основной рабочей программы;

– RepXL – приложение для создания Exel документов.

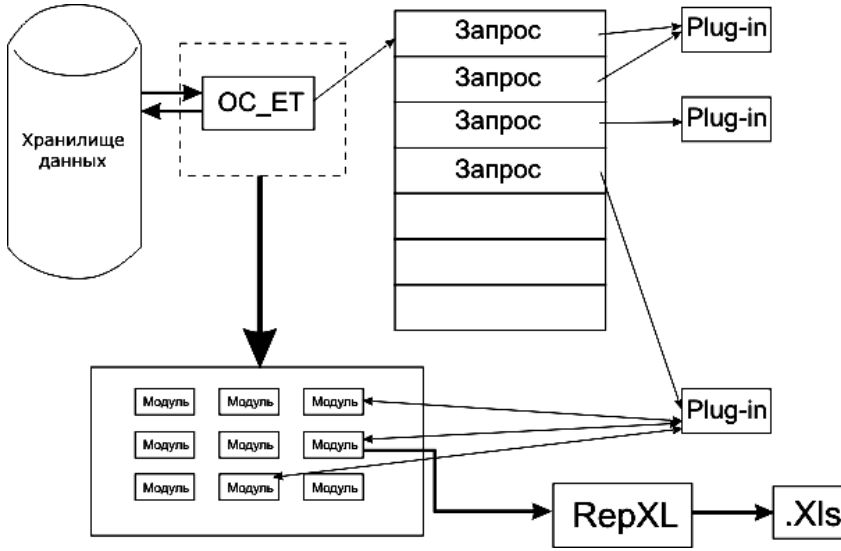



Рис. 1. Условная схема архитектуры системы

В результате проделанной работы было сделано следующее:

– выявлена цель работы и описана предметная область;

– рассмотрены существующие аналоги разработки и выявлены наиболее успешные программные продукты;

– выявлены архитектурные особенности наиболее успешного программного продукта;

– обоснована актуальность разработки;

– установлены требования к разрабатываемой системе;

– проведен реинжиниринг базы данных процессинговой компании и выявлены основные сегменты для работы с системой оперативного анализа;

– разработана и обоснована архитектура будущей системы.

**Литература**

1. *Барсегян А.А*, *Куприянов М.С.*, *Степаненко В.В.*, *Холод И.И.* Методы и модели анализа данных: OLAP и DataMining. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.

2. http://olap.ru

3. *Гильманов А.А.*, *Странгуль О.Н.*, *Клименко А.Я.*, *Тарасенко В.П.* Карточные технологии в автоматизации маркетинга. Томск: НТЛ, 2000. 380 с.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СТАНЦИИ ВОДООЧИСТКИ

***М.И. Кондратьев*, студент каф. КСУП ФВС**
*ТУСУР, г. Томск, e-mail: Kondratev_mihail@list.ru*

Основной задачей данного проекта является разработка системы автоматики для станции водоочистки. Эта система позволит управлять станцией, состоящей из четырех фильтров, в ручном и автоматическом режиме. Причем можно будет управлять как каждым фильтром в отдельности при помощи шкафа управления фильтрами, так и всей станцией в целом при помощи шкафа управления системой. При ручном режиме управление системой осуществляет оператор путем открытия и закрытия клапанов фильтров. При ручном режиме станцией управляет система автоматики исходя из заложенного в нее алгоритма работы.

Основными контролируемыми параметрами являются:

– состояние насосов и вентилятора вкл/откл/авария;

– давление;

– уровень в РЧВ;

– состояние системы: работа/ремонт/авария;

– время наработки насосов;

– состояние клапана работа/ремонт/авария;

Микропроцессорная система контроля и управления системой должна осуществлять:

– обработку полученных электрических сигналов от датчиков станции;

– выработку электрических сигналов для подачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы системы.

В качестве решения поставленной задачи было решено построить новую систему автоматизированного контроля и управления на основе продукции компании Delta Electronics.

Компания Delta Electronics является производителем продуктов для промышленной автоматизации. Большой выбор контроллеров, панелей оператора, модулей аналогового и дискретного ввода/вывода, систем связи и мониторинга позволяет создавать системы любой сложности с нуля или же интегрировать новые разработки в уже действующие системы.

Создание программного проекта осуществляется с помощью программного пакета Screen Editor.

Пакет Screen Editor является средством разработки программного обеспечения для панелей оператора Delta Electronics. Данный пакет служит для создания программ, их компиляции и загрузки в панель оператора.

Программа ScrEdit v.1.05.74 включает в себя более 70 драйверов для связи с устройствами всех ведущих производителей (включая Omron,

Siemens, Mitsubishi и т.д.), а также протокол Modbus. Поиск и замена для быстрой замены определенного адреса или символа.

Пользователь может создавать макропрограммы, которые могут выполняться непосредственно в панели оператора, привязывать их выполнение к отдельным объектам или событиям.

Рецепты – набор технологических параметров, который хранит настройки для определенного режима работы. Редактор рецептов позволяет создавать и модифицировать их в удобной табличной форме. Память рецептов 64000 регистров. Загружать рецепты в панель можно как вместе с прикладной программой, так и индивидуально.

В ходе работы над проектом были изучены:

– принципы работы с пакетом Screen Editor;

– принципы макропрограммирования в пакете Screen Editor.

На данный момент реализованы:

– рабочий экран ШУФ;

– рабочий экран ШУС;

– алгоритм работы фильтров в ручном режиме.

В ходе дальнейшей работы над проектом планируется полная реализация программного алгоритма, который включает в себя:

– обработку входных параметров;

– на основе значений полученных с датчиков организацию управления исполнительными механизмами;

– осуществление нескольких режимов работы (ручной, автоматический);

– осуществление нескольких состояний работы (промывка, фильтрация, ожидание, поломка, ремонт);

– формирование аварийных сообщений и сигнализаций в случаях выхода параметров техпроцесса за допустимые пределы или отказе оборудования.

**Литература**

1. Руководство по программированию панели оператора серии DOP.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ «КТ – МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ»

***П.В. Константинов*, *студент ФВС***

*ТУСУР, г. Томск*

Актуальность разработки системы основывается на следующих итогах применения:

1. Уменьшаются затраты на оплату труда вследствие усовершенствования организационной структуры управления фирмой.

2. Снижаются непроизводительные затраты и увеличивается выручка за счет усовершенствования процесса подготовки и принятия решений.

3. Снижаются затраты времени руководителя на детальную организацию деятельности своих подчиненных.

4. Повышается уровень квалификации и обеспечивается проблемная (а не узкофункциональная) ориентированность специалистов.

5. Формируется единое информационное пространство предприятия.

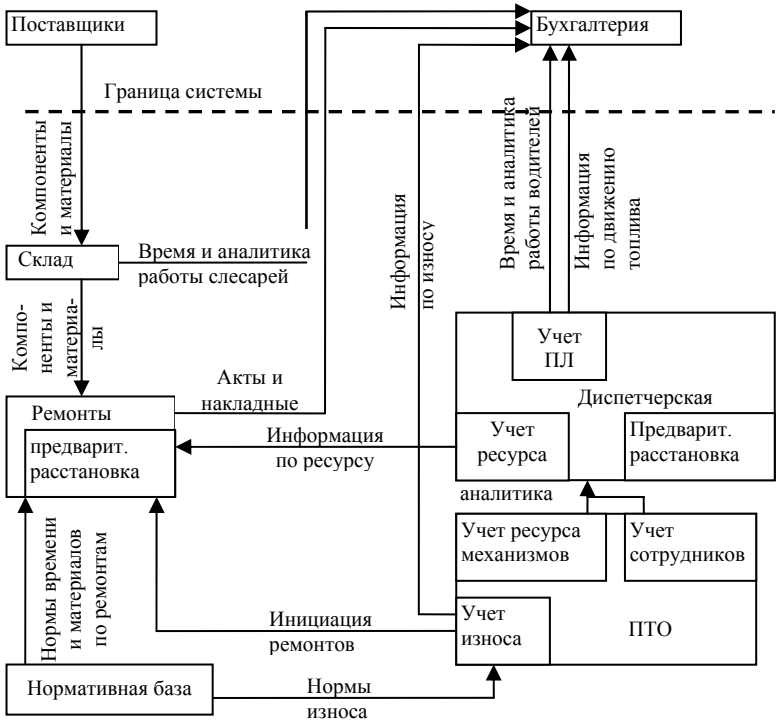



Рис. 1. Логическая схема работы системы

Основные задачи автоматизации работы автотранспорта:

1. Автоматизация заполнения путевых листов и их анализа.

2. Организация оперативного учета на складе предприятия с ведением отчетности по движению товарно-материальных ценностей для бухгалтерии.

3. Автоматизация ведения учета произведенных сервисных работ с учетом норм времени и расхода материалов.

4. Автоматизация ведение табелей учета рабочего времени для сотрудников, занятых в эксплуатации и обслуживании автотранспортных средств и механизмов на предприятии.

5. Автоматизация учета движения топлива на предприятии.

6. Организация предварительной расстановки работ на предприятии.

Модели решения задачи автоматизации, представленные на рынке:

1. Модель клиент–сервер с использованием механизма реляционных баз данных.

2. Интернет-система, на основе веб-технологий.

3. Пользовательское приложение.

4. Модель клиент–сервер на основе 1С либо MS Dynamics.

Основной моделью решения данных задач автоматизации является система, построенная в клиент-серверной архитектуре с использованием механизма реляционных баз данных.

Данная система предназначена для работы в составе системы «КТ.Персонал» и использует часть базы данных этой системы для организации внутренней аналитики и учета. Также формат экспорта и импорта адаптирован под работу в этой системе. Но остается возможность адаптации к любой другой бухгалтерской системе посредством использования форматов XML/XLS, DBF (рис. 1).

На первом этапе проектирования были решены 2 задачи: описание бизнес-процесса и разработка базы данных. Бизнес-процесс описан посредством формального описания процессов и объектов учета системы с пояснением необходимой аналитики объектов. Объекты учета: сотрудники предприятия, механизмы (сюда входят транспортные средства, механизмы и агрегаты), виды сервисных работ, запчасти и материалы, ГСМ, табеля.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

***К.В. Крупская*, *Е.С. Воробей*, *Е.А. Козлов*,**
***В.В. Нечитайленко*, *студенты 4-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящее время происходит процесс быстрого увеличения объемов знаний, которые были получены за прошедшие века или в результате современных изысканий. Появляются новые технологии. В связи с этим становится актуальной задача использования современных, в частности информационных, технологий для самостоятельного изучения необходимой информации.

Использование компьютеров при подготовке студентов подразумевает под собой разработку, отладку и внедрение специализированных программных и методических комплексов, позволяющих в автоматизированном режиме выполнять функции обучающего процесса. Следует заметить, что такие системы не призваны заменить человеческие кадры, а наоборот – дать им дополнительный инструмент для более быстрой и качественной подготовки студентов. В качестве таких программных и методических комплексов можно выделить автоматизированные обучающие комплексы.

Разрабатываемое программное средство предназначено для:

– предоставления студентам лекционного материала по дисциплине «Операционные системы»;

– предоставления информации о курсе лабораторных работ;

– подготовки к выполнению лабораторных работ с помощью тренажера;

– самостоятельного контроля студентом уровня полученных знаний при помощи тестирования;

– быстрого поиска информации при помощи краткого курса лекций и словаря терминов.

Общая структура автоматизированной обучающей системы по дисциплине «Операционные системы» представлена на рис. 1.

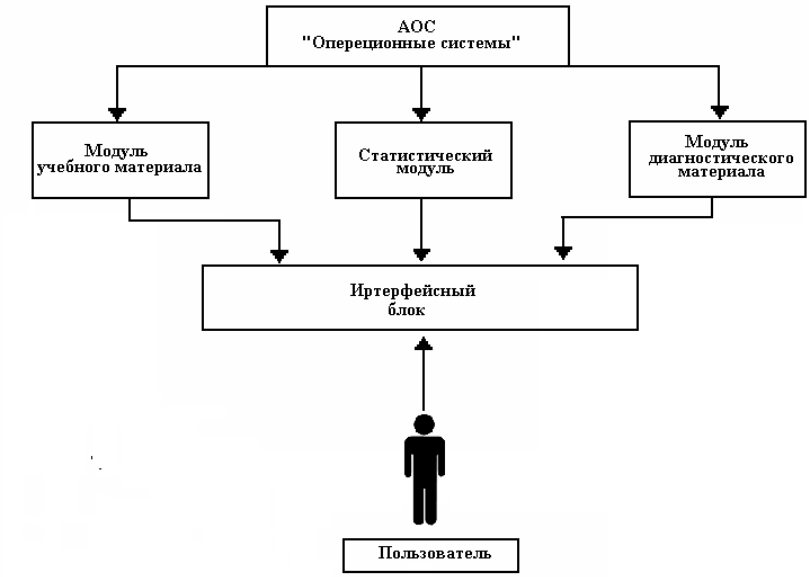



Рис. 1. Общая структура системы

Модуль учебного материала содержит:
– лекционный курс;
– конспект лекций;
– словарь терминов;
– информацию о курсе лабораторных работ.
Модуль диагностического материала содержит:
– тесты (промежуточный контроль знаний);
– экзамен (итоговый контроль знаний);
– тренажер (подготовка к выполнению лабораторных работ).

На данном этапе разработки проекта созданы: лекционный курс, раздел описания лабораторных работ, словарь терминов и тренажер для лабораторной работы 1.

В основе лабораторной работы 1 лежит понятие древовидной файловой системы и основных команд системы UNIX для работы с ней. Поэтому тренажер состоит из вопросов шаблонного типа по данным темам. Каждый вопрос содержит специальные поля, заполняемые непосредственно при отображении вопроса на экран. В данные поля записываются сгенерированные тренажером имена файлов. Для их генерации разработан и реализован специальный алгоритм «Генератор дерева файловой системы».

Использование данного алгоритма позволяет получать разнообразные вопросы при каждом запуске тренажера, что исключает механического запоминания вопросов и ответов на них.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УЧЕТ СКЛАДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И РЕМОНТА ОРГТЕХНИКИ»

***Ю.А. Квасникова*, *студентка каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, kvasnikova_ua@mail.ru*

На сегодняшний момент большое количество предприятий делает свой выбор в сторону информационных технологий. Они внедряются практически во все сферы деятельности, благодаря чему повышается эффективность контроля и работы сотрудников. Долгое время на предприятиях царил «бумажный хаос», это влекло за собой неизбежные потери как времени, так и материальных благ.

Разрабатываемая информационная система предназначена для систематизации и контроля работы предприятия по ремонту и обслуживанию копировально-множительной техники и ЭВМ.

Что представляет собой «предприятие»? Предприятие будет рассматриваться как некий объект, целью которого является ремонт и обслуживание техники. В данном случае – это копировально-множительные аппараты (КМА), а именно принтеры, копировальные аппараты, сканеры и многофункциональные устройства (МФУ), а также электронно-вычислительные машины (ЭВМ). На предприятии работают 6 человек, из них 3 в офисе, 1 на складе и 2 инженера.

Товар на склад поступает от поставщиков. Для поставщиков ведется запись взаиморасчетов в соответствии с условиями договора. Так может существовать отсрочка платежа (не более 21 дня), или отсутствие таковой (предоплата 100%).

При осуществлении поставок на предприятие производится обработка и хранение большого количества информации, связанной с поставками, которая включает:

– своевременное и правильное оформление документов, контроль за каждой операцией поступления товаров от поставщиков, выявление расхождения фактического наличия и количества, указанного в сопроводительных документах;

– контроль за своевременным, полным и правильным оприходованием поступивших товаров;

– своевременное и правильное оформление документации и контроль за каждой операцией отпуска;

– контроль за соблюдением нормативов запаса товаров.

В связи с этим для надежного функционирования системы поставок необходимо вести их систематический и непрерывный учет, что и будет выполнять разрабатываемая информационная система (ИС).

На данный момент на прилавках магазинов можно встретить множество разработок на данную тему. Есть и бесплатные программные продукты, но они сделаны либо с демонстрационной целью и не позволяют пользоваться всеми функциями, либо они очень сложные в обращении и неудобные в пользовании. Очень важным моментом являются дополнительные требования заказчика – простота и вместе с тем отличная функциональность.

Исходя из проведенного сравнения аналогов для реализации функций для данного предприятия была выбрана система «1С: Предприятие», так как она имеет ряд преимуществ. 1С: Предприятие является универсальной системой, позволяющей создавать автоматизированные информационные системы учета для предприятий различных отраслей народного хозяйства. За счет своей универсальности система 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, учета по любым разделам и т.д.

Создание подобных (ИС) приведет к снижению затрат по контролю за товаром на складе, автоматизирует выдачу необходимых документов и освободит драгоценное рабочее время для других нужд, резко уменьшится показатель ошибок или просчетов на объекте.

**Литература**

1. *Тиори Т.*, *Фрай Дж.* Проектирование структур баз данных: В 2 кн. М.: Мир, 1985. Кн. 1. 287 с.; кн. 2. 320 с.

2. *Усиков Т.Н.* 1С: Предприятие. Эффективное программирование. М.: Новое издание, 2004. 446 с.

3. *Силич М.П.*, *Рыбалка Е.Н.* Системотехника: Учебное пособие / Под общ. ред. М.П. Силич. Томск: Том. гос. ун-т. систем упр. и радиоэлектроники, 2006. 152 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «ГПО КАФЕДРЫ КСУП»

***А.П. Лабатюк*, *студент каф. КСУП***

*ТУСУР*, *г. Томск*

В настоящее время большое внимание уделяется общедоступности информации в различных областях науки и техники. Интернет как источник оперативной информации вошел в жизнь многих людей. Изучив немало статей, посетив сотни сайтов, невольно понимаешь, что Интернет является самым быстрым средством для информатизации во всем мире.

Целью представляемой работы является разработка проекта автоматизированной информационно-справочной системы АИС «ГПО кафедры КСУП», с помощью которого пользователи могут получать наиболее полную и «свежую» информацию, обмениваться информацией между собой, уточнять непонятные вопросы у ответственного за ГПО по кафедре, отправлять готовые отчеты и пр.

Подобная система представляется очень актуальной и востребованной в связи с масштабным внедрением технологии ГПО в ТУСУРе. Ее целью является своевременная помощь участникам проектов и пристальный контроль их деятельности. Также данная система будет незаменима людям с ограниченными возможностями передвижения (инвалиды) или временно отсутствующим в Томске. Данная система будет способствовать их успешному обучению.

В результате проделанной работы разработана структура Web-сайта, а также база данных для хранения информации. Логическая модель разработанной базы данных представлена на рис. 1.

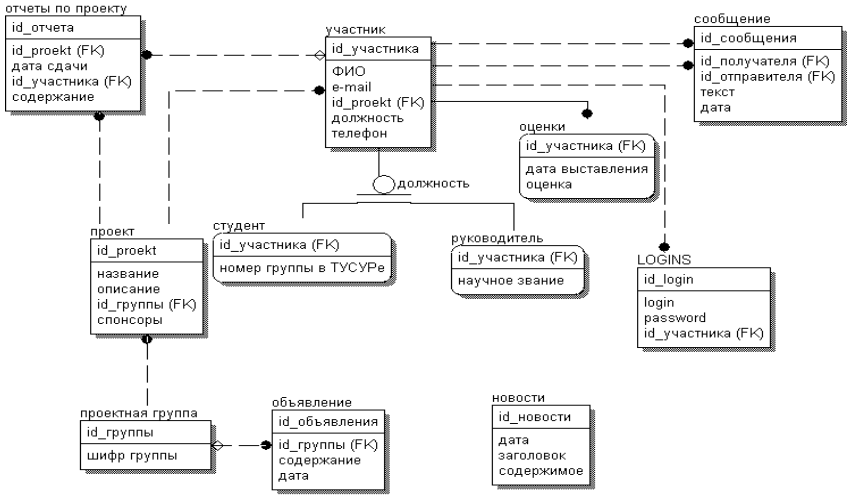



Рис. 1. Логическая модель базы данных

Основные функции АИС «ГПО кафедры КСУП»:

– сбор заявок для формирования проектов ГПО;

– информационные функции;

– получение необходимых выходных отчетных форм;

– интерактивное общение участников групп;

– получение, обработка и хранение отчетной документации.

При отборе информации жизненно необходимо ее структурировать. Хорошая структурированность сайта обеспечивает половину успеха при его создании. Ошибки, допущенные на этом этапе, впоследствии могут привести к большим затратам сил на исправление. Соответственно, логическая структура WEB-сайта АИС «ГПО кафедры КСУП» будет содержать следующие основные разделы:

Главная страница (новости, гостевая, проекты: текущие проекты, подать заявку, что такое ГПО, FAQ).

Участники ГПО (форум, объявления, учебный процесс: дневник, оформление и отправка отчета, архив, график учебного процесса, сообщения, методические материалы, текущая успеваемость и текущий контроль).

Ответственный за ГПО на кафедре (работа с базой данных проектов, формирование новостей, объявлений, обработка заявок, почта, обработка отчетов).

Предусмотрено общение данной системы с общей системой ТУСУРа, в частности, проверка существующих групп ГПО кафедры.

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО МЕТОДОЛОГИИ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (на примере ОАО «НИКИ г. ТОМСК»)

***Т.П. Мирощенко*, *студент 5-го курса; А.А. Изюмов*, *аспирант***
*г. Томск*, *ТУСУР*, *каф. КСУП*, *mtp_tanya@rambler.ru*
*antoniz@sibmail.com*

Достоверность информации о различных аспектах деятельности предприятия в целях поддержки принятия решений определяет качество управления предприятием, возможность эффективного планирования ее деятельности, выживание в условиях жесткой конкурентной борьбы. При этом критически важными являются наглядность форм представления информации, быстрота получения отчетности, возможность анализа текущих и исторических данных. Системы, предоставляющие такие возможности, называются системами поддержки принятия решений (СППР).

СППР увеличивают эффективность деятельности современного предприятия и помогают принимать обоснованные и профессиональные решения в кратчайшие сроки.

СППР помогают решить проблемы, связанные со сбором и хранением информации.

Разработка СППР по методологии сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard, BSC) увеличивает эффективность использования системы принятия решений в управлении предприятием и обеспечивает новизну разрабатываемой системы.

BSC – это концептуально новый инструмент управленческого учета, позволяющий выстраивать полную картину факторов формирования экономической стоимости предприятия и обеспечивающий устойчивость его развития за счет достижения и сохранения баланса.

BSC переводит миссию и общую стратегию организации в систему четко поставленных целей и задач, а также показателей, определяющих степень достижения данных установок, сгруппированных в четыре основные проекции: «Финансы», «Клиенты», «Внутренние бизнес-процес-

сы» и «Обучение и развитие», которые располагаются в определенном иерархическом порядке.

Разработка системы BSC в контексте стратегии развития предприятия позволяет извлечь максимальный эффект от использования интеллектуального капитала, находящий отражение в улучшении финансового состояния предприятия.

Карта стратегических целей должна быть сбалансирована по вертикали – достижение целей нижних уровней должно способствовать достижению целей верхних уровней.

По мере развития предприятия, упорядочения структуры организации и налаживания межкорпоративных связей проблема разработки и внедрения системы поддержки принятия решений становится особенно актуальной.

Для разработки СППР по методологии BSC для предприятия ОАО «НИКИ г. Томск» была выбрана среда программирования «1С: Предприятие 7.7».

Обоснованием выбора платформы «1С: Предприятие» явились следующие факторы:

– наличие уже функционирующей системы «1С: Предприятие», в которой осуществляется хозяйственная деятельность предприятия;

– квалифицированные кадры по работе с пакетом программ «1С: Предприятие»;

– наличие сетевых технологий;

– возможность интегрирования СППР в систему «1С: Предприятие»;

– обеспечение доступного интерфейса;

– возможность формирования отчетов;

– гибкость системы при изменении данных.

Система программ «1С: Предприятие» предназначена для решения широкого спектра задач автоматизации учета и управления, стоящих перед динамично развивающимися современными предприятиями.

**Литература**

1. Система поддержки принятия решений [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.infocell.ru/45.0.html

2. Система поддержки принятия решений (СППР) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.dtnm.ru/show.htm?sppr&menu=2001097

3. Что надо знать о BSC [Электронный ресурс]. Марк Федин. Режим доступа: http://www.bsc.ru

# МАСТЕР ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТОВ ПРИКАЗОВ

***Л.Д. Мясникова*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Проектируемый модуль является частью общей системы автоматизации учебного процесса. Система удобна в использовании в пределах кафедры, факультета. Данный модуль предназначен для автоматического формирования таких документов, как распоряжение на допуск к государственному экзамену; проект приказа на преддипломную практику; проект приказа на дипломирование; список студентов, не допущенных к госэкзамену; список студентов-должников, не допущенных к преддипломной практике; список студентов-должников, не допущенных к дипломированию.

Представленный модуль позволяет настраивать шаблоны распоряжений и приказов, т.е. вводить обязательные поля и разделы, помещать в эти разделы текст. Полученные шаблоны сохраняются на диске в определенной папке с целью использования их для формирования настоящих распоряжений и приказов из других модулей системы.

Кроме того, модуль создает пустые шаблоны для автоматического заполнения их информацией, введенной студентами, которая используется в дальнейшем для составления приказов и распоряжений.

Для формирования проектов приказов представленный модуль использует данные о студентах, преподавателях, преддипломных практиках, темах дипломов и руководителях, хранящиеся в шаблонах, заполняемых информацией от студентов, и в базах данных. На основе перечисленных данных модуль автоматически создает приказы, пользователю лишь необходимо выбрать специальность, для групп которой будет сформирован приказ.

Список должников формируется в отдельный файл после проверки каждого студента на задолженности, для которой используются данные, хранящиеся в базах данных.

При вводе необходимых данных пользователями или студентами в предоставляемые программой формы могут быть введены не все данные, в случае чего система соответствующим образом реагирует на ошибочные действия выводом сообщения о вводе всех необходимых данных (заполнении всех предложенных полей).

Для сокращения вероятности ввода некорректных данных пользователям и студентам предлагается максимально возможное число полей списков, из которых пользователь лишь выбирает нужные ему данные, не вводя их вручную.

На рис. 1 представлено диалоговое окно программы, используемое студентами при оформлении заявления на утверждение темы выпускной квалификационной работы, а на рис. 2 – соответственно сгенерированный программным модулем шаблон заявления.

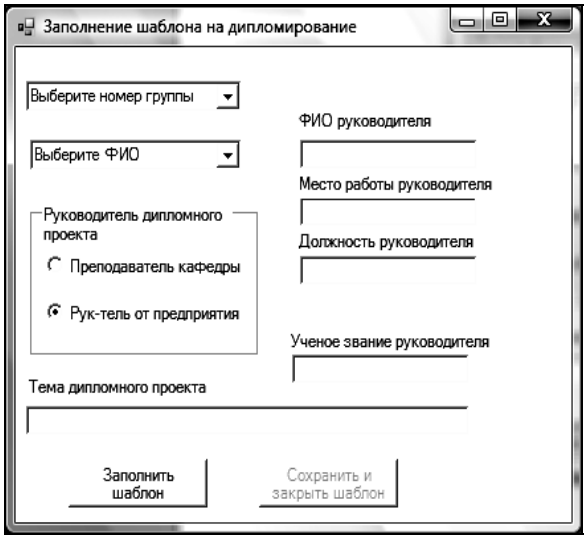



Рис. 1. Форма для заполнения студентами шаблона на дипломирование

Зав. каф. КСУП
Шурыгину Ю.А.
От студента гр. 580-1
Иванов Иван Иванович

Заявление

| | |
|---|---|
| ФИО студента | Иванов Иван Иванович |
| Группа студента | 580-1 |
| Тема ВКР | АИС «Склад» |
| ФИО руководителя | Васильев Виктор Павлович |
| Место работы руководителя | ООО «Альфа» |
| Должность | Зам. директора по информатизации |

Рис. 2. Пример заполненного информацией от студентов шаблона

Приказы, сформированные в результате работы программы, а также шаблоны, заполненные информацией, введенной студентами, используются другими модулями общей системы.

# МОДУЛЬ «ДИПЛОМИРОВАНИЕ» ДЛЯ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ»

***Н.А. Пуляхина*, *студентка 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, mamzel@ms.tusur.ru*

В университете каждый год выпускаются тысячи студентов. Каждый студент должен сдать государственный экзамен, пройти преддипломную практику, защитить выпускную квалификационную работу. Преподавателям же в свою очередь нужно подготовить все необходимые бумаги для дипломников:

– билеты на государственный экзамен;
– приказ на дипломирование;
– различные объявления для дипломирующихся;
– и многое другое.

Все вышеперечисленное в основном формируется вручную, что замедляет процесс работы и требует большой внимательности все отследить и ничего не пропустить.

В настоящее время, в эпоху стремительного развития технологий, чтобы улучшить работу и уменьшить затраты времени по оформлению различной документации, все ведет к автоматизированным системам. Проектируемая система – «Инструментальная система поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры».

Таким образом, при разработке проекта основной целью являлось создание программной системы автоматизации деятельности сотрудников по получению, накоплению, обработке, хранению и анализу данных, необходимых для успешного функционирования кафедры.

Создать соответствующие макросы и шаблоны в VBA.

Создать инструментальную панель с необходимыми кнопками. Предусмотреть возможность ее настраивания.

Реализовать работу модулей системы:

– государственный экзамен;
– преддипломная практика;
– дипломирование;
– ГАК;
– мастер построения проекта приказа (распоряжения);
– создание БД.

Проектируемый модуль – «Дипломирование» является составной частью системы. Реализован модуль для удобства и быстроты создания приказов на дипломирование по шаблону путем обращения к «Мастеру приказов» (вызов отдельного модуля), а также для создания различных

объявлений, касающихся дипломирования, по соответствующим шаблонам:

– объявление о консультациях по основам безопасности жизнедеятельности и по экономике (здесь содержится информация о ФИО преподавателей по БЖД и экономике, а также дни часы приема и номер аудитории, а также номер группы);

– объявление о прохождении нормоконтроля (здесь содержится информация о ФИО нормоконтролера, дата прохождения нормоконтроля, номер аудитории, часы приема, номер группы);

– объявление о предзащите дипломной работы (проекта) (здесь содержится информация о дате предзащиты, часы сдачи, номер группы);

– объявление о защите дипломной работы (проекта) (здесь содержится информация о дате защиты дипломной работы (проекта), часы приема, номер группы). Для заполнения вышеперечисленных бумаг необходимо вручную или из БД (с помощью выпадающего списка) выбрать необходимые данные.

Работа с шаблонами очень удобна тем, что вероятность ошибок в процессе формирования каких-либо бумаг намного меньше, т.к. при некорректном вводе данных программа выдает окно сообщения с предупреждением об ошибочном вводе данных.

Разрабатываемая «Инструментальная система поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры» является аналогом систем:

– системы автоматизации учебного процесса EasyStudentBase [5];

– автоматизированной информационной системы «Учебное планирование» (АИС УП) [3, 4];

– системы автоматизации учебного процесса «GS-Ведомости» [1];

– автоматизированной системы управления образованием (АСУО) Контингент [2].

Как у вышеперечисленных систем, так и у разрабатываемой системы есть свои плюсы и недостатки.

Положительные стороны в том, что изменения каждый год будут вноситься в базу данных, которая будет проста в применении. Однако это только для работы на кафедре, для которой реализуется данная система. При разработке системы использовалось минимальное число программного обеспечения – Visual Basic, My SQL, поэтому установка данной системы потребует гораздо меньших технических параметров оборудования материальных средств на покупку лицензионных программ, в отличие от вышеуказанных систем.

Недостатки данной системы в том, что в каждом модуле поля для заполнения данных созданы в соответствии с шаблонами. Поэтому если потребуется создать какое-то новое объявление или приказ, то необхо-

димо будет внести изменения в код программы, т.е. создать новые поля для заполнения, а также описать что и чем будет заменяться в шаблоне, который также необходимо будет создать.

Хотелось бы отметить, что система является универсальной и может расширяться дополнительными модулями и функциями.

**Итоги проекта**

– Реализован модуль «Дипломирование».

– Предусмотрена проверка на корректность введенных данных.

– Модуль соединен с «Инструментальной системой поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры».

**Литература**

1. http://www.vedomosti.guru-soft.ru/about
2. http://www.omedu.ru/?id=70
3. http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/15711/
4. http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/15711/
5. http://www.audit-it.ru/software/special/72156.html

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

***Е.Г. Селенин, студент 5-го курса ФВС; Н.Н. Даниэльс, аспирант каф. КСУП; Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент каф. КСУП***

*ТУСУР, г. Томск, sel84@sibmail.com, ndaniel@sibmail.com*

История развития искусственного интеллекта связана с историей развития вычислительной техники. С помощью компьютеров появилась возможность моделировать процессы деятельности человеческого мозга. Историю развития искусственного интеллекта можно приблизительно отсчитывать с конца 60-х годов.

За прошедшие годы были созданы самые различные виды систем искусственного интеллекта, такие как экспертные системы, нечеткие системы, искусственные нейронные сети.

Разнообразие интеллектуальных систем определяется необходимостью формализации разнообразных данных и знаний. Однако не всегда процесс формализации выполняется для данных и знаний любого вида. Поэтому в последние годы стали интенсивно развиваться гибридные интеллектуальные системы, позволяющие использовать преимущества традиционных средств искусственного интеллекта, и в то же время преодолевать некоторые их недостатки. Гибридные искусственные системы

позволили эффективно соединять формализуемые и неформализуемые знания за счет интеграции традиционных средств искусствен-ного интеллекта.

Использование гибридных искусственных систем особенно эффективно в медицине, банковском деле, при обнаружении неисправностей в технических системах и т.д.

Для создания гибридных экспертных систем используются оболочки, позволяющие удобно и просто вносить знания в базу знаний. Поэтому целью настоящей работы является разработка программного комплекса построения гибридных экспертных систем – оболочки ЭС, основанного на ранних разработках кафедры (ESISP и WinESISP).

Данный программный комплекс имеет некоторые отличия от своих предшественников. Комплекс предоставляет возможность удаленной работы одновременно со многими пользователями. Кроме того, ESISP и WinESISP не позволяют разрабатывать динамические экспертные системы. Динамическая экспертная система отличается от статической экспертной системы тем, что она имеет возможность обрабатывать данные в реальном времени. В какой-то степени это приближает динамические экспертные системы к системам имитационного моделирования. Это достигнуто введением двух временных характеристик значений параметров: времени начала работы параметра и продолжительности работы параметра. Таким образом, параметр для данной системы приобретает совсем иное значение. Он подразумевает под собой некоторое событие, которое имеет начало, конечную продолжительность и ведет за собой некоторое следствие, также являющееся событием.

Комплекс включает в себя следующие составляющие:

– web-интерфейс;

– базу данных для хранения базы знаний;

– систему управления базой данных;

– машину логического вывода.

Для хранения базы знаний используются реляционные базы данных и текстовые файлы. Текстовый файл имеет следующий формат:

– param (номер_параметра, 'имя параметра', вид);

– values (номер_параметра, L, значение_1, время_значения, продолжительность) – для строкового параметра;

– values (номер_параметра, N, мин_значение, макс_значение, время_значения, продолжительность) – для численного параметра;

– rule (номер_параметра, номер_правила, правило);

– depend (номер_зависимости, зависимый_параметр, влияющий_параметр);

– function (номер_параметра, имя_функции).

Имя файла задает имя базы знаний. Кроме того, для каждой базы знаний создается отдельная база данных. Все правила, описывающие взаимосвязи параметров конкретной предметной области, хранятся в динамически создаваемых таблицах, что облегчает доступ, редактирование, добавление правил, а также реализацию алгоритмов прямого и обратного вывода.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: ГРАФИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ER-МОДЕЛИ В СООТВЕТСТВИИ С IDEF1X

***А.М. Щеголе*, *студент 5-го курса каф. КСУП***
*ТУСУР*, *г. Томск*

На данный момент существующие программные продукты не могут удовлетворить все потребности пользователей. Именно поэтому целью данной работы является создание программного продукта, полностью устраивающего конечного пользователя.

Данный проект состоит из нескольких модулей, которые взаимодействуют между собой. Одним из них является «Графический модуль формирования ER модели в соответствии с IDEF1x». Данная среда предназначена для разработки модели базы данных.

Разрабатываемый «Графический модуль формирования ER модели в соответствии с IDEF1x» содержит данные, которые запрашиваются другими модулями разрабатываемой системы.

Разрабатываемый модуль должен:

– поддерживать пользовательский интерфейс программы;
– определять сущности:
– описывать сущности;
– определять атрибуты сущности;
– отображать связи сущности:
– отображать тип связи;
– отображать кардинальность связи;
– отображать ключи;
– отображать миграцию ключей;
– предоставлять возможность распечатки модели;
– предоставлять возможность сохранения/загрузки модели.

Основное требование к разрабатываемому программному продукту: необходимо, чтобы разрабатываемый программный продукт удовлетворял нотации IDEF1x.

**Предназначение IDEF1X**

IDEF1X является методом для разработки реляционных баз данных и использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения концептуальной схемы. Концептуальной схемой мы называем универсальное представление структуры данных в рамках коммерческого предприятия, независимое от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы. Средства моделирования IDEF1X специально разработаны для построения реляционных информационных систем.

Основным преимуществом IDEF1X, по сравнению с другими многочисленными методами разработки реляционных баз данных, такими как ER и ENALIM, является жесткая и строгая стандартизация моделирования. Установленные стандарты позволяют избежать различной трактовки построенной модели, которая несомненно является значительным недостатком ER.

**Литература**

1. http://www.proinfotech.ru/index.htm
2. http://www.cfin.ru/vernikov/idef/

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ РЕСТОРАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

***К.Г. Сычева, студентка 5-го курса ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

В настоящей работе представлена реализация проекта «Автоматизация работы ресторана с применением WEB-технологий» на примере создания Web-сайта ресторанного комплекса «Бамбук».

В наше время компьютеры и информационные технологии настолько прочно вошли в наш быт, что нам порой уже просто невозможно представить нашу жизнь без них. Современные информационные технологии характеризуются стремительным ростом сети Интернет. Интернет развился из небольшой электронной сети, связывающей сравнительно небольшое количество компьютеров до поистине гигантской сети, охватывающей весь земной шар.

С каждым днем Интернет становится все более и более массовым, заменяя многим такие средства массовой информации, как газеты, радио и даже телевидение. Интернет дает нам грандиозные возможности: мы можем читать новости, слушать музыку, смотреть фильмы, скачивать различные статьи и книги, следить за биржевыми котировками, искать новые товары в магазинах, организовать рекламу и продажу самых раз-

нообразных товаров, а также разместить любую другую информацию, которая сразу будет доступна сотням миллионов людей в разных странах.

Автоматизация и широкое применение электронной техники становятся одной из актуальнейших задач в различных отраслях, в том числе и ресторанном бизнесе. Сегодня практически все уважающие себя рестораны имеют свои собственные Web-сайты. Не стали исключением и томские рестораны, но все эти сайты носят лишь рекламный характер, то есть на таком сайте вы можете прочитать новости ресторана, ознакомиться с его меню, уточнить часы его работы и месторасположения. В целом же они работают по традиционной системе, когда посетители осуществляют заказ блюд непосредственно в ресторане. При этом посетителю приходится ожидать некоторое время, пока его заказ будет выполнен, поскольку на приготовление многих блюд требуется значительное время.

Автоматизация работы ресторана заключается в создании Web-сайта, который упростит работу сотрудников ресторанного комплекса и будет информативным для его посетителей.

Разработанная система отвечает следующим требованиям: понятный интерфейс для пользователей, удобная навигация по системе, информативность и функциональность.

Система обладает 4-уровневым многопользовательским доступом: пользователь, зарегистрированный пользователь, менеджер и администратор системы (страница администрирования).

В зависимости от типа пользователя (уровня доступа) становятся доступны специфическая информация и функции. Так, например, простой пользователь может просмотреть информацию и меню, предназначенные для всех. Также он может воспользоваться поиском, оставить запись в книге отзывов и зарегистрироваться как «постоянный гость». Зарегистрированный пользователь имеет возможность просмотреть личную информацию, зарезервировать столик, сделать предварительный заказ, в том числе «заказ с доставкой на дом». Менеджеры ресторана получают информацию о зарезервированных столиках и сделанных заказах, также они имеют возможность просмотра и распечатки личной информации клиента, но только по его просьбе и предоставлении личной карты. Администратор системы имеет доступ к странице администрирования, соответственно обладает правами на просмотр и редактирование всей информации и структуры базы данных и сайта.

Разработанная система реализована с помощью языка создания динамических страниц PHP, языка разметки гипертекста HTML и системы управления базами данных MySQL.

Как средство разработки Web-приложений PHP и по сей день остается одним из наиболее распространенных. Этот язык отличается от всех тем, что он проще в программировании, не требует компиляции и быстрее работает. Технология PHP позволяет организовать на Web-странице счетчик посещений, подсчитывать статистику обращений к тем или иным разделам сайта, защитить доступ к какому-либо html-документу паролем и многое другое.

Как система управления базами данных MySQL занимает одно из ведущих мест среди других продуктов, предназначенных для работы с базами данных, так как является достаточно высокопроизводительной, надежной и относительно простой в использовании. Доступ к серверу СУБД MySQL можно осуществить в интерактивном режиме, что позволяет назвать выбор этой системы отличным решением для создания относительно небольшой базы данных ресторана.

Использование PHP и MySQL позволяет создавать очень информативные динамические сайты, что, естественно, является очень важным в современной жизни.

**Литература**

1. *Дронов В.А.* Практическое руководство «Java Script в Web-дизайне». СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 880 с.

2. *Костарев А.Ф.* «PHP в Web-дизайне». СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 592 с.

3. *Котеров Д.В.* Самоучитель «PHP 4». СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 576 с.

4. *Холмогоров В.* Основы Web-мастерства: Учебный курс. Спб: Питер, 2001. 352 с.

5. *Поль Дюбуа.* MySQL, 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 1056 с.

6. *Леон Аткинсон*, *Зеев Сураски*. PHP 5. Библиотека профессионала, 3-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 944 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ КАБЕЛЯ

***А.А. Изюмов*, *аспирант каф. КСУП;***
***Ю.И. Торокова*, *студентка 5-го курса***
*ТУСУР, г. Томск*

На сегодняшний момент информационные технологии достигли высокого уровня развития. В связи с этим большинство развивающихся организаций используют автоматизированные системы, позволяющие эффективно хранить и обрабатывать накопленные данные.

Кабельной продукцией или кабельными изделиями называются любые виды изолированных или неизолированных проводников, предназначенных для передачи электрической энергии или информации или используемых в тех или иных преобразователях электрической энергии или в радиоэлектронных устройствах. К кабельным изделиям относятся неизолированные и изолированные провода, шины и ленты и т.д.

Качество кабеля – очень важное обстоятельство при осуществлении выбора кабеля. Поставщики, которые предоставляют свободный выбор, имеют множество типов кабеля, различающихся по конструкции, свойствам и, конечно, цене.

Стоимость, конечно, немаловажный фактор при выборе кабеля, причем стоимость напрямую зависит от сложности технологии производства. В нее входит не только цена материалов, задействованных в его производстве, но и стоимость работ по его изготовлению. Стоимость работ зависит от типа оборудования, на котором производятся разнообразные операции с кабелем.

По мере развития предприятия необходима автоматизированная система для расчета стоимости кабеля, так как именно цена учитывает все особенности кабеля.

Данная система позволит нормализовать работу на предприятии, т.е. автоматизировать процессы по сравнению с ручной обработкой данных, большинство рутинной работы будет выполняться автоматически, и появится возможность не только учитывать, но и прогнозировать, при этом возможна одновременная работа нескольких пользователей с информацией, что позволит гибко распределить обязанности между сотрудниками. Все эти особенности дают право считать данную систему необходимой для разработки и конкурентоспособной системой.

Предприятия, занимающиеся производством кабеля, особое внимание уделяют экономической части: сбор, контроль качества, обработка, анализ данных и выработка стоимости. Это сопровождается выполнением большого объема разнообразных вычислений: абсолютных и относительных отклонений, средних величин, дисперсий, процентных величин и др. Кроме того, в ходе анализа выполняются различные виды оценок, группировок, сравнений и сортировок исходных данных и ряд других операций. Результаты анализа требуют графического или табличного представления.

Все это многообразие видов экономической информации призвана автоматизировать система программ «1С: Предприятие». Использование систем программ «1С: Предприятие» позволит повысить производительность труда, снизить количество вычислительных ошибок при помощи автоматизации системы расчета стоимости кабеля.

Для системы расчета стоимости кабеля была создана ER-модель данных диаграммы FA-уровня (уровень атрибутов (Fully Attributed Level, FA)), изображенной на рис. 1.

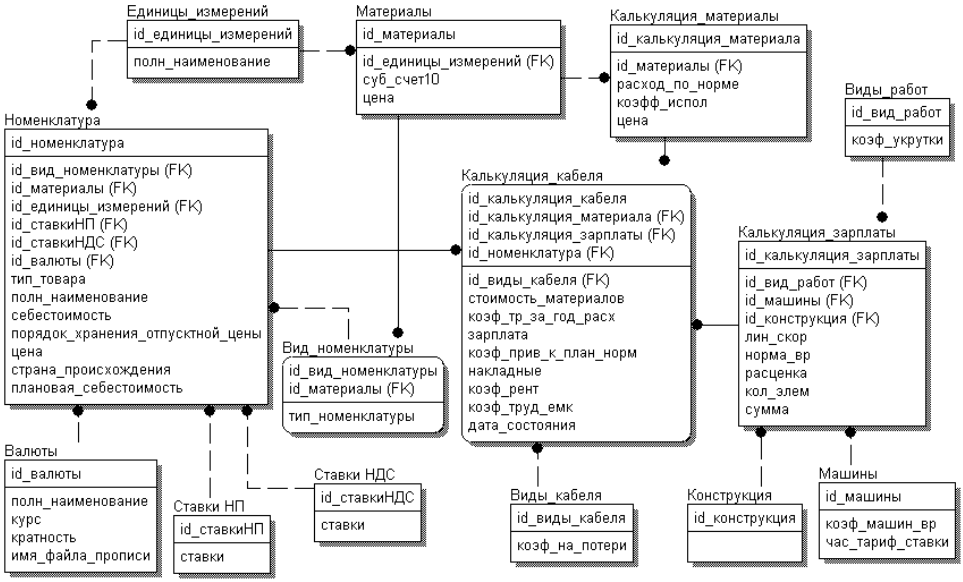



Рис. 1. FA-уровень

Автоматизированная система для расчета стоимости кабеля реализована с помощью программы «1С: Предприятие».

## ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА КАФЕДРЫ

***Е.Ю. Торопов*, *студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Современная кафедра должна вести учет и наблюдение за учебным процессом. Для достижения наилучшего результата нужно обеспечить использование более полной информации о студентах, их успеваемости. Таким образом, данные должны своевременно обновляться, доступ к ним должен быть ограничен.

Для решения данных задач используются системы мониторинга учебного процесса. Система «Информационно-справочная система кафедры» представляет собой несколько взаимодействующих между собой

модулей. Составной частью любой автоматизированной системы является база данных. Модуль «Информационно-справочная система кафедры» является одним из составляющих этой системы.

Данный проект предназначен для контроля учебного процесса в высших учебных заведениях. Разрабатываемая база данных может использоваться в рамках кафедры, факультета. Данный модуль должен обеспечивать хранение данных о студентах, их успеваемости, преподавателях, учебном плане в виде реляционной БД.

На рис. 1 изображена схема разработанной базы данных, где указаны все таблицы и связи между ними.

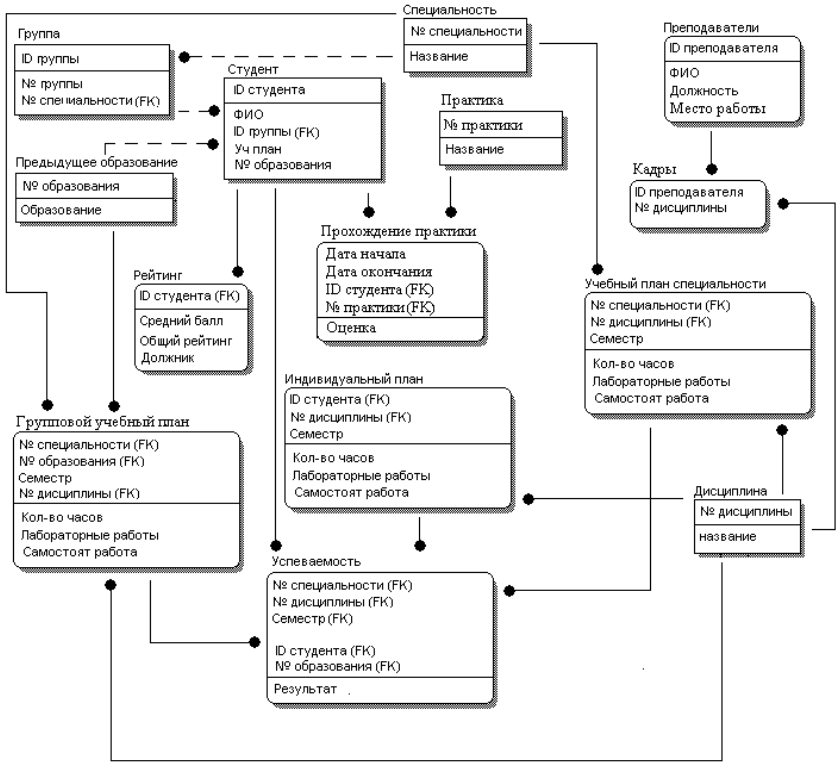



Рис. 1. Схема разрабатываемой базы данных

Разработанный модуль «Информационно-справочная система кафедры» содержит данные, которые запрашиваются другими модулями разрабатываемой системы (например, модулем «Мастер построения проекта приказа (распоряжения)»).

Система позволяет:
– добавлять новую запись в таблицу,
– редактировать запись,
– удалять запись из таблицы,
– формировать различные отчеты.
Форма отчета «Рейтинг студентов» представлена на рис. 2.

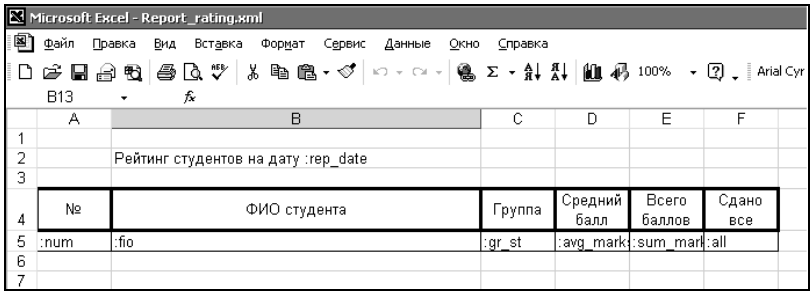


Рис. 2. Форма отчета

Разработанный модуль должен осуществлять два процесса: формирование базы данных и извлечение данных из БД при помощи соответствующих запросов.

Таким образом, система позволяет систематизировать данные о студентах, преподавателях, следить за успеваемостью студентов, обновлять данные о рейтинге и успеваемости. Пользователями готового продукта могут быть преподаватель, секретарь или какое-либо другое ответственное лицо, наделенное такими же полномочиями. В системе предусмотрено разделение прав для администратора и обычного пользователя. Кроме того, она используется другими модулями проекта и взаимодействует с ними.

## ИННОВАЦИОННАЯ WEB-СИСТЕМА

***М.М. Шаймарданов*, *М.С. Денисов*, *В.В. Вилесов*, *Е.А. Подкина*, *А.Е. Терехин*, *К.Ю. Плахута*, *студенты 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск*

Разрабатываемая Web-система ориентирована на средний и крупный бизнес. Но это не исключает ее использование в малых компаниях.

**Основные функции системы:**

а) Интерфейс:
– пользовательский (визуальные шаблоны);

– возможность реализовывать управление системой через административную панель;

– возможность выбора и настройки интерфейса.

б) Контакт с пользователями (Форум, Новости (добавление, редактирование, удаление, вывод), Гостевая книга, Служба вопрос-ответ, Социальные опросы).

в) Базы данных:

– хранение данных о зарегистрированных пользователях, взаимодействие с ядром;

– хранение данных каждого модуля (форум, Интернет-магазин);

– защита данных.

г) Интернет-магазин:

– разделы: информация о товаре или услугах, прайс-листы, условия доставки и покупки, система оплаты, обсуждение товаров и услуг;

– охватывает среды: продукты питания, бытовая техника, книги, интеллектуальная собственность, различные услуги.

д) Связь разработанной системы с системой бизнес-процессов на предприятии:

– с базой данных отдельным модулем;

– с Web-сервисами (рассылка: электронная почта, СМС-система мгновенных сообщений (ICQ, Jabber, Электронная почта, Мобильные телефоны), внутренние сообщения в разрабатываемой системе. Возможность обмена сообщениями между пользователями; методы рассылки: индивидуальная (пользователь – пользователю), групповая (пользователь – группе); поиск: внутренняя система «Поиск»; повышение рейтинга сайта во внешних поисковых системах (Google, Yandex, Rambler); поддержка сторонних модулей).

**Свойства Web-системы:**

– Модульная структура. Позволяет более эффективно использовать уже написанный код, а также легко изменять систему под нужды конкретного клиента.

– Простота. Реализуется за счет древовидной модульной структуры, которая подразумевает инкапсуляцию.

– Масштабируемость. Позволяет применять Веб-систему от мелких до крупных проектов. Но все же реализуемая система должна быть ориентирована в первую очередь на средних и крупных клиентов.

– Безопасность. Достигается за счет продуманной архитектуры, а также из-за использования языка программирования Java.

– Переносимость. Обеспечивается за счет использования Java и кроссплатформенных приложений (MySQL).

– Гибкость. Обуславливается в первую очередь модульностью системы. Также использованием технологии XML + XSLT, которая позволяет менять данные, не затрагивая визуальное их представление и наоборот.

– Открытость. Есть идея сделать ядро системы открытым, а также реализовать поддержку сторонних модулей. Для того, чтобы в процессе разработки принимали участие люди со стороны. Это позволяет получить несколько преимуществ:

– Обнаружение и устранение ошибок сторонними разработчиками.

– Использование нашего ядра как основу для своих модулей. За счет этого разработанная система получает общее распространение и рекламу.

Для разработки системы планируется использовать следующие технологии: Java 2, PHP5, Java DataBase Connectivity (JDBC), Java 2 Enterprise Edition (J2EE), Сервлет, Enterprise JavaBeans (EJB), XHTML, XSL, Ajax.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ

***Е.Р. Зейбель*, *Е.П. Кирина*, *Л.Д. Мясникова*, *Е.Ю. Торопова*, *Н.А. Пуляхина*, *А.П. Желонкина*, *студенты 5-го курса каф. КСУП;***
***Н.Ю. Хабибулина*, *к.т.н.*, *доцент каф. КСУП***
*ТУСУР, г. Томск*

Потоки информации, циркулирующие в мире, который нас окружает, огромны. Во времени они имеют тенденцию к увеличению. Поэтому на любом предприятии, как большом, так и маленьком, возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу.

И уже сегодня без баз данных невозможно представить работу большинства финансовых, промышленных, торговых и прочих организаций. Учебные заведения профессионального образования исключением не являются.

В процессе подготовки к защите дипломной работы, преддипломной практики, сдачи государственного экзамена работникам кафедры приходится заполнять большое количество документации:

– объявления о защите;

– объявления о защищающихся студентах;

– приказы на дипломирование и преддипломную практику, содержащие большой объем информации;

– отчеты и многое другое.

Для уменьшения времени заполнения данных документов существует необходимость автоматизации данного процесса, так как информационная инфраструктура современной кафедры должна в первую очередь обеспечивать:

– централизованное накопление, хранение, обработку и анализ данных, необходимых для успешного функционирования кафедры;

– формирование в автоматическом или полуавтоматическом режимах первичных документов, оперативных и аналитических отчетов;

– своевременное предоставление студентам и преподавателям полной и непротиворечивой информации по учебному процессу;

– использование передовых образовательных технологий, современных аппаратных и программных средств;

– сбалансированное распределение информационных потоков;

– ведение электронного архива документов.

Большинство этих функций сегодня выполняются вручную, а значит, это замедляет процесс, увеличивает требования к внимательности и памяти ответственного на кафедре за дипломирующихся студентов (надо все запомнить, все отследить и ничего не пропустить).

Так как нынешний век – это век научно-технического прогресса и вычислительных технологий, то возникла идея создать систему, с помощью которой можно было бы автоматизировать вышеописанные функции и облегчить работу сотрудникам кафедры.

При разработке проекта основной целью являлось создание программной системы автоматизации деятельности сотрудников по получению, накоплению, обработке, хранению и анализу данных, необходимых для успешного функционирования кафедры. Предпроектная стадия разработки проекта содержала процедуру построения функциональной модели процесса сдачи государственного экзамена и дипломирования с целью выявления требований к параметрам информационных потоков. После формирования функциональной модели и требований к интерфейсным частям модулей разработаны dll-файлы, автоматизирующие документооборот следующих этапов учебного процесса:

– Государственный экзамен.

– Преддипломная практика.

– Дипломирование.

– ГАК.

– Мастер построения проекта приказа (распоряжения).

– Создание базы данных.

– Расчет нагрузки на преподавателей.

Как было сказано выше, реализованная автоматизированная система состоит из отдельных модулей, взаимосвязанных друг с другом посред-

ством передачи и использования данных, шаблонов каждого из модулей. Реализована взаимосвязь каждого из модулей с модулем базы данных.

Данные модули в системе позволяют автоматизированно решать следующие задачи:

– формирование билетов к госэкзамену;

– формирование проекта распоряжения ректора о допуске к госэкзамену;

– формирование проекта приказа на преддипломную практику;

– бумаги и объявления на стенд (объявление о защите);

– формирование проекта отчета по преддипломной практике;

– формирование проекта приказа на дипломирование;

– документы на дипломирование (объявление о защите, объявление о нормоконтроле);

– формирование документов для ГАК;

– наличие Мастера построения проекта приказа (распоряжения).

На рис. 1 представлена диаграмма взаимосвязи объектов системы, передаваемых данных и показаны результаты работы системы и каждого модуля в отдельности.

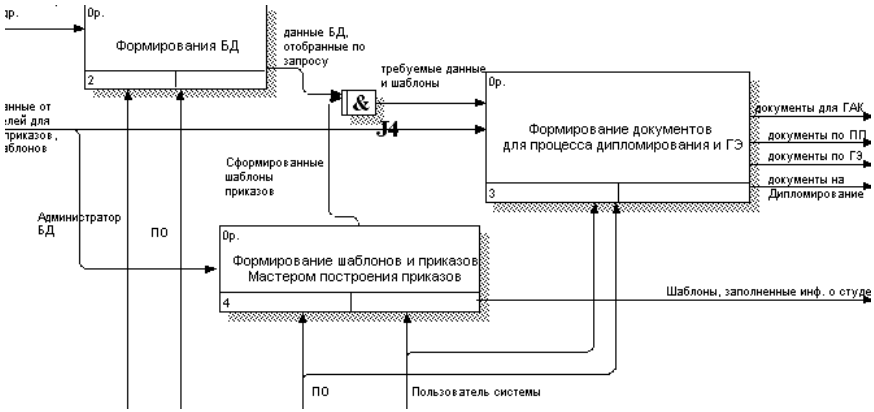



Рис. 1. Диаграмма взаимосвязи объектов системы

Следует отметить один из важных моментов автоматизированной системы управления – это степень проработки и реализации ее программной защиты. Схема защиты проста: администратор системы назначает (разграничивает) для каждой группы сотрудников учебного заведения – оператора, занятого работой с системой, приемной комиссии, прочих групп – права доступа к системе, в соответствии с которыми будет осуществляться доступ к системе, и уже в соответствии с выделенными правами сотрудник, относящийся к определенной группе, будет

получать доступ: либо только на чтение данных из банка данных, на чтение и обновление данных, либо на обновление данных и удаление записей или изменение текущей информации и даже на присвоение другим группам соответствующих прав, которые также могут отличаться от вышеописанных и расширяться путем присвоения прав администратора системы.

При старте проекта пользователю предлагается ввести пароль для входа в систему для защиты информации от пользователей, не имеющих права доступа. Пароль также разграничивает права для входа в систему. Существует пароль для преподавателей (сотрудников кафедры) и студентов.

В результате проделанной работы проектной группы разработана автоматизированная система поддержки и мониторинга учебного процесса кафедры. В составе данной системы разработаны программные модули формирования документов для процесса дипломирования и сдачи государственного экзамена.

Подводя итог, следует отметить, что разработка настоящей автоматизированной системы по управлению и мониторингу учебного процесса кафедры является актуальным решением при столь быстром развитии информационных технологий и большой загруженностью при заполнении документов в процессе подготовки студентов к государственному экзамену и дипломированию. Система будет удобным и надежным помощником кафедре.

Кроме того, на базе разработанной системы возможно формирование документов и для других дисциплин учебного процесса. Например, формирование билетов к экзаменам и зачетам по другим дисциплинам учебного плана; формирование расписания занятий, зачетов, экзаменов и консультаций; формирование нагрузки преподавателей и учебных лабораторий кафедры и др.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ: МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ

***Е.Р. Зейбель, студент 5-го курса каф. КСУП ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Проектируемая система является автоматизированной системой управления и мониторинга учебного процесса кафедры. В состав системы входят несколько модулей, каждый из которых отвечает за ту или иную информационную сторону работы кафедры при подготовке к про-

цессам сдачи государственного экзамена и дипломированию. Одним из таких модулей является модуль по формированию документов по преддипломной практике.

Данный модуль предоставляет следующие возможности

– Формирование проекта приказа на преддипломную практику. Приказ формируется на основании списка группы по соответствующим специальностям и учебным планам (общие и индивидуальные). Кроме того, в приказ будет автоматически заноситься информация об успеваемости студента (рейтинг).

При заполнении приказа пользователь вводит соответствующие пункты появляющегося окна. Вручную вносятся все те поля, значения которых не предлагаются автоматически. Для остальных полей предоставляется возможность выбора значений при помощи выплывающего списка.

При формировании проекта приказа на преддипломную практику происходит обращение к «Мастеру построения приказа», где и формируется данный документ, после чего документ предоставляется для просмотра, редактирования и вывода готового документа на печать.

– Заполнение бумаг на стенд и объявлений о защите практики. Данное объявление включает информацию о защищающихся (ФИО, номер группы), времени защиты.

– Формирование проекта отчета по преддипломной практике. На базе готового шаблона файла (*.xcl) автоматически вносятся поля первой страницы: курс, номер группы, факультет, дата прохождения практики, количество недель. Вручную вносится фамилия ответственного от кафедры.

Модуль по преддипломной практике будет выполнять следующие процедуры:

– формирование отчета по преддипломной практике, проекта приказа и необходимых объявлений;

– просмотр созданного (заполненного) шаблона/отчета/объявления;

– печать документа после того, как соответствующий шаблон/отчет/объявление сформированы, предоставляется возможность вывода на печать соответствующего документа;

– редактирование данных, вводимых вручную, то есть пользователь не имеет возможности редактирования данных, хранящихся в БД, но при ошибочном заполнении вручную предоставляется возможность их исправления;

– сохранение введенных данных и использование или работа с ними позже.

Проектируемый модуль «Преддипломная практика» взаимосвязан с другими модулями системы, посредством приема и передачи данных. Так, для формирования проекта приказа на преддипломную практику вызывается модуль «Мастер построения приказов», где и происходит формирование документа. Входными данными являются как данные, заносимые пользователем – студентом при создании шаблона приказа, так и данные из модуля «БД».

На рис. 1, 2 изображены схемы функциональных процессов модуля.

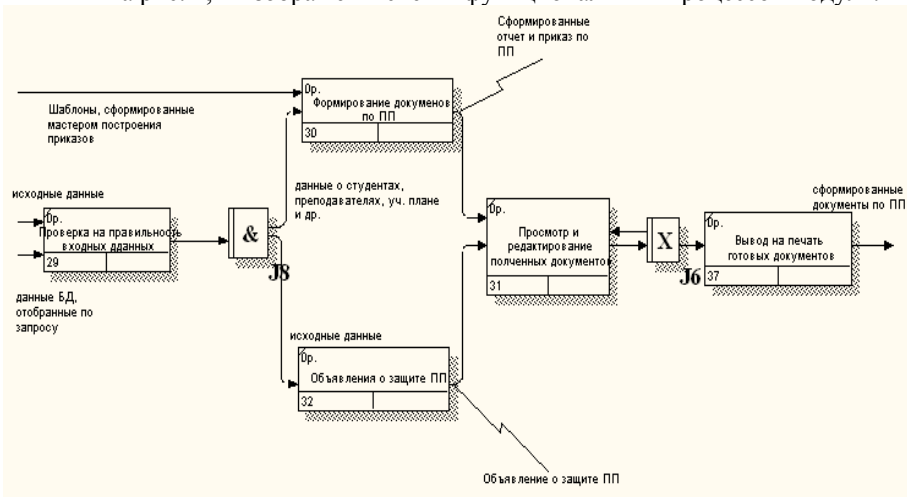



Рис. 1. Процессы, выполняемые модулем «Формирование документов по ПП»

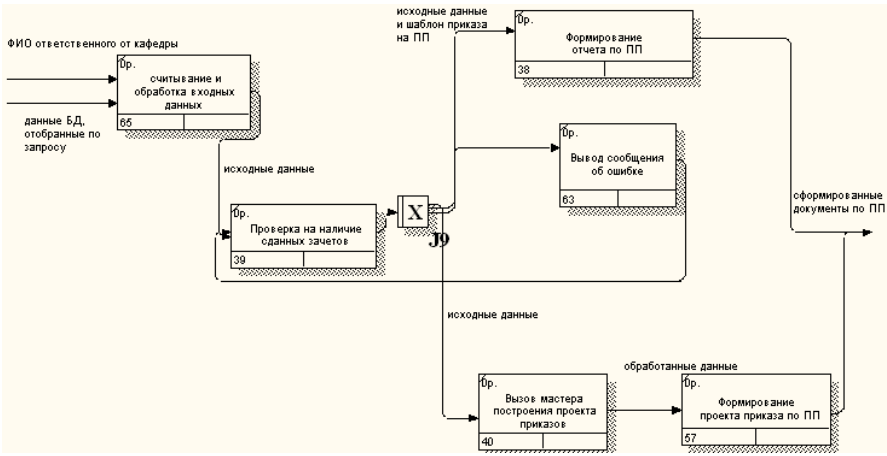



Рис. 2. Процессы, выполняемые модулем ПП

Структура программного модуля включает все процедуры, обеспечивающие эффективную работу модуля. Таким образом, модуль содержит процедуры, позволяющие:

обеспечить связь модуля с модулем «Мастера построения приказов», для формирования приказа по ПП. Таким образом, на выходе получаем готовый приказ, сформированный в вызванном модуле;

сформировать шаблон объявления о защите ПП. При этом происходит считывание всех необходимых данных и формирование объявления на их основании;

произвести считывание необходимых данных для формирования отчета по ПП, занесение их в готовый шаблон.

При взаимосвязи всех процедур на выходе при работе модуля пользователь получает возможность для работы с отчетом по ПП, приказом по ПП и объявлениями. Причем все документы могут быть легко изменены для других видов документов. Нужно всего лишь исправить текст шаблона (например, наименование объявления или шапку документа).

Все документы: шаблоны, приказы, отчеты, таблицы, формируемые в данном модуле стандартизированы, отвечают всем государственным нормам, а также удовлетворяют требованиям делопроизводства вуза.

Достоинством модуля является максимальное количество полей с возможностью автоматического заполнения, что помогает избежать каких-либо ошибок при вводе.

При вводе некорректных данных в определенное поле система выдает сообщение об ошибке либо выдается сообщение с просьбой заполнить недостающие поля.

Следует отметить, что проектируемая система будет защищена паролем, который разграничивает права доступа при входе в систему.

**Литература**

1. *Потахова И.В.* Информатика-2. Введение в VISUAL BASIC: Учебное пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000.

2. www.mallenom.ru

3. www.tarfedbase.com

4. *Камминг Стив.*VBA для «чайников». 3-е изд. М., 2001. 448 с.

5. *Фокселл Джеймс Д.* Освой самостоятельно Visual Basic. NET за 24 часа. 2002. 416 с.

***ПОДСЕКЦИЯ 11.4***

## МЕТОДЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

*Председатель – **С.Ю. Дорофеев**, студент каф. КСУП*

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

***С.И. Большанин*, студент 5-го курса ФВС**

*г. Томск, ТУСУР, кафедра КСУП, e-mail: devel@ms.tusur.ru*

Цель работы – проектирование программной части комплекса стереоскопической визуализации.

Аппаратная часть комплекса стереоскопической визуализации состоит из следующих логических блоков:

– компьютер;
– проектор 1;
– проектор 2;
– вертикально направленный поляризующий фильтр;
– горизонтально направленный поляризующий фильтр;
– недеполяризующий экран;
– поляризационные очки.

Их расположение показано на рис. 1.

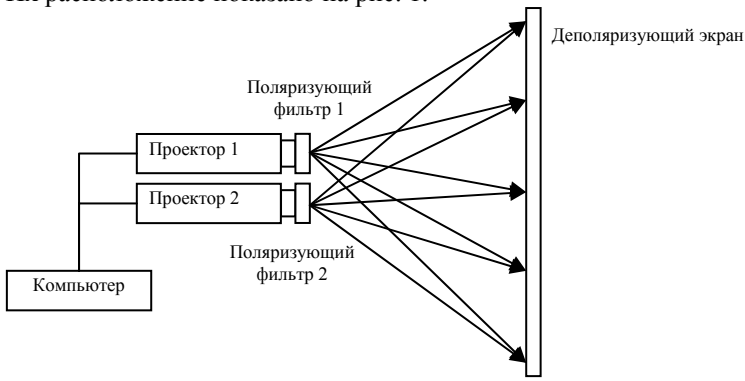



Рис. 1. Общая схема аппаратной части комплекса стереоскопической визуализации

Принцип работы комплекса заключается в том, что на два проектора подается видеоизображение для правого и левого глаза соответственно. При этом поляризующие светофильтры установлены так, чтобы изобра-

жение, предназначенное для левого глаза, после прохождения через поляризационные очки воспринималось только левым глазом, а изображение, предназначенное для правого глаза, после прохождения через поляризационные очки воспринималось только правым глазом. Таким образом, в мозгу человека создается ощущение объемной сцены.

При проектировании системы проигрывания нужно учесть следующие пожелания.

– Быстрое декодирование видео.

– Удобный и красивый пользовательский интерфейс.

– Возможность расширения программной системы.

– Ограниченные сроки разработки.

Очень сложно учесть все вышеперечисленные пожелания в рамках одной технологии. Поэтому решено использовать модульную систему программы, где каждый модуль будет написан с применением наиболее предпочтительной для него технологии.

Наиболее предпочтительными технологиями при решении данной задачи, являются DirectShow и .Net.

Решено, что проигрыватель стереоскопического видео будет иметь модульную структуру. А именно состоять из динамически подключаемой библиотеки (Core) и графического интерфейса пользователя (GUI) (рис. 2).

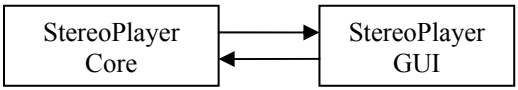



Рис. 2. Устройство видеопроигрывателя

В данной схеме ядро проигрывателя выполняет все операции с видеофайлами (открытие, проигрывание и т.д.) и будет написан на C++ с применением DirectShow, а графический интерфейс ограничивается диалогом с пользователем и передачей данных в ядро и будет иметь реализацию на .Net с применением коллекции классов DevExpress.

В процессе выполнения работы была сформирована общая структура будущего проигрывателя стерео-видео, отвечающего всем необходимым требованиям. А также разработана программа просмотра видео на выбранном устройстве вывода.

**Литература**

1. Основы стереовидения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://3dmasterkit.ru

2. DirectShow по-русски [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://directshow.wonderu.com/

# РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ТЕНЕЙ В ТРЕХМЕРНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

***А.В. Колчин, студент ФВС***
*ТУСУР, г. Томск*

Цель работы. Необходимо реализовать качественную визуализацию теней в трехмерной среде в режиме реального времени с применением метода PSSM (Parallel-Split Shadow Map) – визуализация с параллельным разбиением карт теней, также известный как метод каскадных карт теней (CSM).

В компьютерной графике реального времени часто объекты изображаются без теней, что приводит к тому, что объект как бы не закреплен в окружающей его обстановке. Тень несет очень много информации – фактически она представляет объект с другой точки зрения и закрепляет его в сцене.

Тени играют ключевую роль в реалистичной визуализации трехмерной графики, которые существенно расширяют наши представления трехмерной сцены, предоставляя полезные визуальные эффекты.

Тени имеют важное значение для реалистичности компьютерных изображений и виртуальных сред. Хотя они могут быть автоматически генерируемы технологиями глобального освещения (global illumination), такими как radiosity и трассировка лучей, визуализация теней в реальном времени является нетривиальной и трудной задачей.

Существует две главных категории теневых алгоритмов, применяемых в системах реального времени, – теневые объемы и карты теней. Теневой объем работает в объектном пространстве, при этом требуется информация о всех полигональных сетках в сцене для вычисления силуэта каждого перекрытия. Поскольку потенциальный силуэт должен быть создан для каждого объекта, то сложность сцены имеет непосредственное влияние на эффективность алгоритма.

Для создания карт теней необходимо провести визуализацию сцены относительно положения источника света и сохранить значения глубины цвета каждого пикселя. Обычно карта теней сохраняется в виде текстуры. С помощью стандартной визуализации можно быстро упорядочить объекты сцены, независимо от ее геометрии. При визуализации каждая точка сцены переводится в плоскость проекции света, а затем рассчитывается расстояние от этой точки до источника света. Вычисленное расстояние сравнивается со значением, которое сохранено в карте теней. Если расстояние от точки до источника света больше значения, сохраненного в карте теней, значит, эта точка находится в тени какого-то объекта, расположенного на пути распространения света.

Простота создания делает карты теней весьма практичным инструментом. Если можно провести визуализацию объектов сцены, значит, можно и создать карты теней. Следовательно, нет никаких ограничений геометрии сцены. Количество карт теней (а следовательно, и объем занимаемой ими памяти) прямо пропорционально количеству источников света и не зависит от сложности сцены. Для современных оптимизированных вычислительных систем создание карт теней не составляет труда. Кроме того, так как тени не зависят от положения камеры, то при движении источников света или объектов сцены нужно всего лишь провести новые вычисления карт теней.

Огромные достижения в области компьютерной графики и программируемых графических процессоров сделали фотореалистичную визуализацию в реальном времени реальностью, но процесс создания реалистических эффектов затемнения все еще труден и в вычислительном отношении трудоемкий. Использование карты теней – один из самых популярных подходов для визуализации теней в реальном времени на сегодняшний день. Основанная на изображении характеристика делает карту теней, широко распространенной в приложениях реального времени.

Технология параллельного разбиения карты теней – parallel Split Sagdow Map (PSSMs), так же известная как Cascade Sagdow Map предполагает разбиение видовой усеченной пирамиды в различных районах, используя плоскости параллельные видовой плоскости. Затем происходит визуализация карты теней с подходящим разрешением для каждого участка разбиения, что позволяет добиться максимальной эффективности использования текстур (карт теней).

**Литература**

1. www.uraldev.ru
2. www.intel.com
3. www.unigine.com

## ИНФОРМАЦИОННО-СЕРВИСНЫЙ WEB-САЙТ ФИРМЫ «ПЕРЕСВЕТ»

***Е.В. Оплетаев*, *студент каф. КСУП***
*ТУСУР*, *г. Томск*, *opletaev@gmail.com*

В ходе своего развития Интернет постепенно охватывает все новые и новые сферы нашей жизни, становясь стандартным каналом социальных коммуникаций. В сферу Интернет постепенно и органично вливаются такие отрасли экономики, как связь, средства массовой информа-

ции, консультационные услуги. Появляются новые социальные группы, формируются новая идеология, новый образ жизни. Учитывая эти тенденции, правительства ведущих мировых стран провозгласили основным направлением своей деятельности построение так называемого информационного общества.

По данным отчета «Интернет в России/Россия в Интернете» (Выпуск 21, осень 2007), подготовленного фондом «Общественное мнение» (ФОМ), в России насчитывается около 29,5 миллионов пользователей сети Интернет, что является третьим результатом по абсолютной численности после Германии и Великобритании [1].

Целью данного проекта является разработка информационно-сервисного web-сайта для фирмы, занимающейся разработкой программного обеспечения. С помощью данного сайта пользователи смогут получать полную и «свежую» информацию о деятельности компании, получать техническую поддержку на сайте и приобретать программные пакеты.

При реализации данного проекта задача была разделена на части. Первой задачей является сравнительный анализ имеющихся платных и бесплатных систем управления содержимым. Второй задачей является создание модуля к выбранной CMS для автоматизации процесса активации программного обеспечения. Третья задача представляет собой реализацию механизма автообновления программного обеспечения. В рамках этой задачи необходимо обеспечить взаимодействие программного обеспечения на сервере с клиентской частью на компьютере пользователя. Чтобы исключить несанкционированное использование разрабатываемого фирмой ПО, необходимо создать модуль CMS, который будет обрабатывать отсылаемые клиентской частью сигналы о запусках. Модуль должен определять, с какого Ip-адреса пришел сигнал и в какое время, сохранять эту информацию в базе данных. Кроме того, в целях минимизации расходов на организацию продаж продукта и его доставку конечному потребителю сайт был выбран площадкой для реализации ПО и его технической поддержки. Для реализации этих задач необходимо иметь подключенные к системе управления содержимым модуль технической поддержки пользователя и модуль, позволяющий создать на сайте электронный магазин.

Алгоритм действий механизма активации программного обеспечения представлен на рис. 1.

На данный момент проведена выработка требований к системе управления содержимым, проведен анализ существующих в мире CMS, выявлены их достоинства и недостатки. На основе этого была выбрана подходящая система. Детально проработаны алгоритмы взаимодействия компонента проверки обновления и вывода новостей с web-сервером,

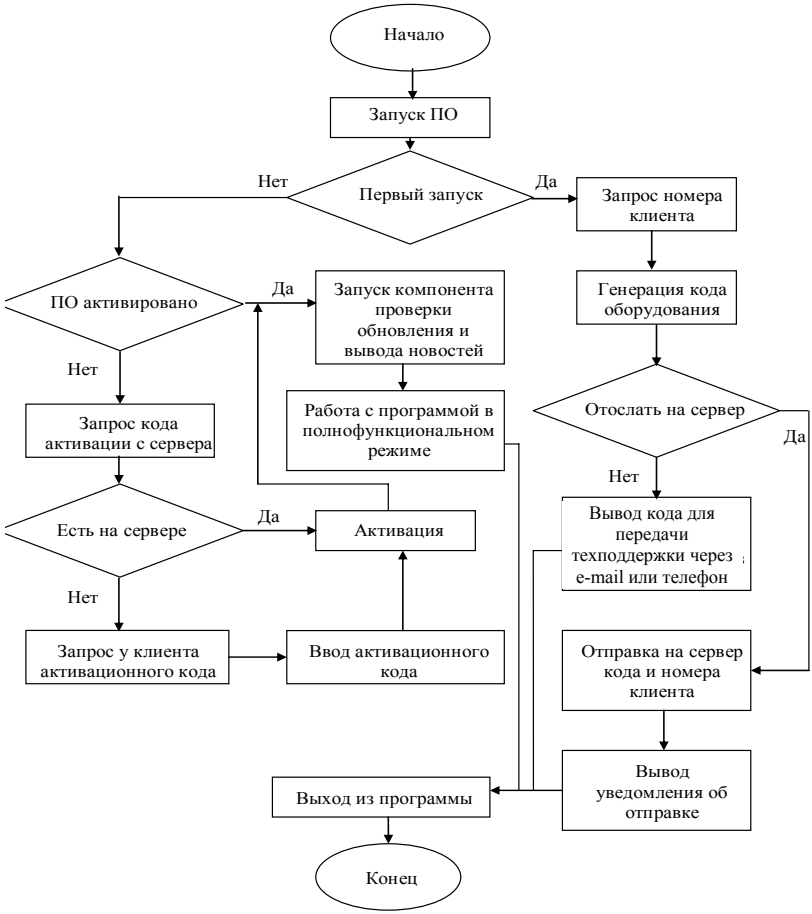



Рис. 1. Алгоритм действий механизма активации программного обеспечения

web-сервера с компонентом контроля запуска. Разработан алгоритм действий механизма активации программного обеспечения.

**Литература**

1. Сайт фонда «Общественное мнение» – http://www.fom.ru/

2. *Мазуркевич А.М.* PHP – настольная книга программиста. М.: Новое знание, 2003. 480 с.

3. *Карпова Т.* Базы данных: модели, разработка, реализация. СПб.: Питер, 2002. 304 с.

# МОДУЛЬ РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ ДУБЛЬГИС

***В.А. Сульдин, студент 5-го курса ФВС***
*ТУСУР, г. Томск, vrooom@ms.tusur.ru*

Цель работы – создание модуля расширения для ДубльГИС, позволяющего работать с базой данных, содержащей информацию о предложениях недвижимости.

ДубльГИС – это бесплатный электронный справочник организаций, объединенный с картой города. В новой оболочке ДубльГИС v3 реализованы открытые программные интерфейсы (API) на базе COM-технологий, что позволяет создавать дополнительные модули и организовывать взаимодействие карты-справочника с другими приложениями. Это открывает широкие возможности для расширения функциональности ДубльГИС сторонними разработчиками (к тому же на сайте ДубльГИС открыт специальный раздел для разработчиков плагинов, где публикуется документация по API и обновлениям, создан форум, на котором можно получить ответы на вопросы по API). Также такое нововведение предоставляет возможность добавления собственных справочников (помимо уже существующих справочника организаций и справочника транспорта). Такой подход к организации приложения дает пользователю возможность самому выбирать необходимую конфигурацию программного комплекса ДубльГИС, подключая нужные модули расширения. Также многие возможности старых версий переносятся в отдельные модули (рисование на карте, расстановка пользовательских пометок на карте с возможностью их сохранения, передачи и загрузки), параллельно разрабатываются новые расширения (к примеру, плагин для GPS-мониторинга).

Но при работе с информацией о недвижимости пользователю приходится сначала искать необходимые ему данные в отдельном приложении, а затем искать нужные ему объекты на карте ДубльГИС, что довольно неудобно. На данный момент существует несколько систем, поддерживающих работу с базами данных, содержащими информацию о недвижимости (например, система Atlant, обладающая возможностью обновления БД через Интернет), но ни одна из них не предоставляет возможности такой же удобной и функциональной работы с картой города, как ДубльГИС, где можно получить детальную информацию о расположении нужных объектов, вплоть до маршрутов и остановок транспорта, на котором можно попасть к объекту. Некоторые приложения все же имеют возможность отображения объекта на карте, но с очень ограниченной функциональностью: в системе Atlant, к примеру, карту нельзя масштабировать, т.е. расположение нужного объекта на карте можно

определить лишь приблизительно. Поэтому было решено разработать специальный модуль расширения для ДубльГИС, работающий в двух режимах. Первый режим: модуль должен позволять осуществлять поиск по базе данных предложений недвижимости по нескольким критериям в окне программы ДубльГИС (при помощи открытых интерфейсов API в интерфейс ДубльГИС можно встраивать необходимые объекты: как стандартные элементы интерфейса Windows, так и ActiveX-контролы) и отображать результаты поиска на карте, а также предоставлять пользователю информацию о каждом объекте. Второй режим: модуль должен осуществлять возможность встраивания карты ДубльГИС в стороннее приложение в виде ActiveX-контрола с поддержкой функциональности ДубльГИС и функциональности первого режима работы модуля (поиск по БД).

В результате проведенной работы был разработан модуль расширения для ДубльГИС, реализующий работу в первом режиме (поиск по БД, интерфейс модуля находится в окне ДубльГИС), а также начато проектирование реализации второго режима.

**Литература**

1. Документация по интерфейсам API ДубльГИС, сайт http://plugins.2gis.ru/wiki/

*СЕКЦИЯ 13*

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

*Председатель* – ***Светлаков А.А.***, *зав. каф. ИИТ*, *д.т.н.*, *проф.;*
*зам. председателя* – ***Шидловский В.С.***, *к.т.н.*, *доцент каф. ИИТ*

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО И АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПИСИ И АНАЛИЗА СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

***А.В. Бяков, аспирант ИФПМ СО РАН;***
***В.В. Гренке, инженер каф. ИИТ; И.В. Шакиров, доцент каф. ИИТ;***
***С.В. Панин, д.т.н., зав. лаб. ИФПМ СО РАН***
*ИФПМ СО РАН*, *г. Томск*, *bjakov@ispms.tsc.ru*

На сегодняшний момент метод акусто-эмиссионного (АЭ) контроля является одним из перспективных способов неразрушающего контроля (НК). Данный метод основан на физическом явлении, связанном с излучением материалом механических (упругих) волн, вызванным динамической, локальной перестройкой внутренней структуры твердого тела при его нагружении [1]. Одним из основных преимуществ АЭ диагностики является то, что она не требует доступа ко всем частям объекта контроля. Таким образом, снижаются затраты на ее проведение, а также упрощается сама процедура контроля. Отметим, что разработки исследовательской аппаратуры АЭ ведутся различными авторами [2, 3].

Современная АЭ аппаратура, построенная с применением методов цифровой обработки сигналов в режиме реального времени, позволяет выделять АЭ сигнал из шумовой помехи, определять координаты источников, классифицировать обнаруженные источники, и сохранять результат для последующего детального анализа. Но, как правило, такая аппаратура разрабатывается специально для конкретных промышленных объектов (задач) [4]. Параметры такой аппаратуры позволяют выявлять сформировавшиеся трещины, но недостаточно чувствительны для проведения диагностики на более ранних стадиях деформации и разрушения.

Целью данной работы является создание аппаратно-программного измерительного комплекса регистрации АЭ на базе персонального ком-

пьютера (ПК) для обнаружения областей локализации деформации и разрушения, определения их местоположения и оценки степени их опасности.

Аппаратная реализация измерительного стенда представлена в виде структурной схемы на рис. 1. Видно, что вычислительная часть измерительного комплекса реализуется на базе ЭВМ, что значительно ускоряет разработку и позволяет оперативно модернизировать (настраивать) комплекс для использования доступных технических средств.

Рис. 1. Структурная схема аппаратной части измерительного комплекса

Программное обеспечение акусто-эмиссионного измерительного комплекса разработано с использованием среды разработки Microsoft Visual Studio для работы под управлением ОС Windows. Программная часть состоит из функциональных программных модулей, осуществляющих преобразование акусто-эмиссионных данных, их предварительную обработку и передачу блокам, реализующим обработку, анализ, вывод и сохранение полученных результатов.

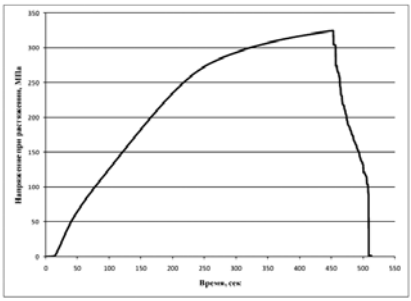



Рис. 2. Зависимость нагружения образца от времени

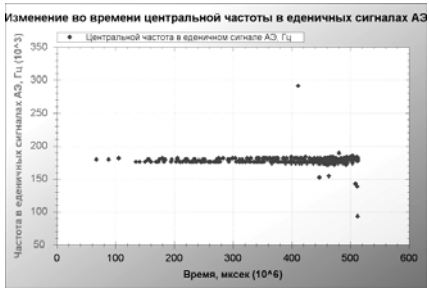



Рис. 3. Зависимость изменения центральной частоты в единичных сигналах АЭ от времени

В текущей реализации в разрабатываемом комплексе реализованы следующие основные функции программы:

– ввод данных;

– сохранение данных в звуковом формате, удобном для последующей обработки другими пакетами программ;

– детекция акусто-эмиссионной составляющей в сигнале;

– графическое отображение результатов анализа.

На рис. 2–5 приведены результаты предварительных экспериментов. Сравнивая полученные зависимости с описанными в литературе, можно отметить количественное и качественное совпадение регистрируемых данных, а соответственно, и корректную работу разрабатыва-емого измерительного комплекса

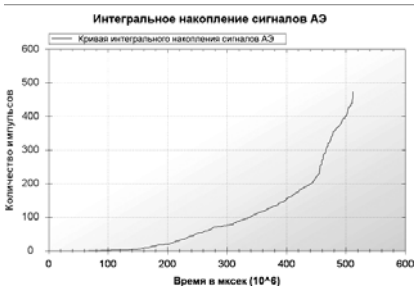



Рис. 4. Зависимость накопления единичных сигналов АЭ от времени

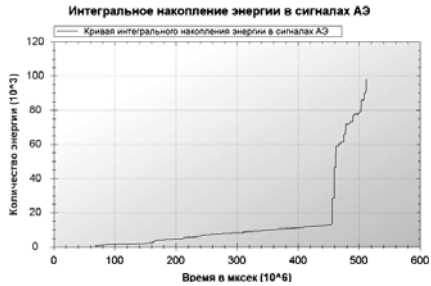



Рис. 5. Зависимость накопления энергии в сигналах АЭ от времени

Разработанный аппаратно-программный комплекс позволил провести серию экспериментов по измерению основных характеристик акусто-эмиссионного сигнала. Полученные в результате эксперимента зависимости в полной мере отвечают физическим акусто-эмиссионным процессам, происходящим в материале, что подтверждает корректную работу комплекса. Последующая разработка программного обеспечения будет проводиться с учетом тестирования создаваемого стенда путем анализа реальных и модельных сигналов.

**Литература**

1. *Иванов В.И.*, *Белов В.М.* Акустикоэмиссионный контроль сварки и сварных соединений. М.: Машиностроение, 1981. 184 с.

2. ЗАО «Специальные Диагностические Системы». http://www.sds.ru/

3. *Семашко Н.А.*, *Башков О.В.*, *Марьин Б.Н.*, *и др.* Исследование процессов деформации и прогнозирование предельных характеристик материалов с использованием метода акустической эмиссии // Межрегиональная конференция: Сборник трудов КнААПО. Хабаровск, 2001. С. 110–116.

4. *Никитин Е.С.*, *Шубин Б.В.*, *Лунев А.Г.* Прибор акустико-эмиссионной диагностики // Научная сессия ТУСУР-2007. Томск: В-Спектр, 2007. Ч. 4. С. 20–23.

# НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ТВЕРДОСТИ РОЛИКОВ ИЗ СТАЛИ ШХ-15

***А.И. Солдатов, доцент, к.т.н.; И.М. Чурилов, магистрант, 6-й курс***
*ТПУ, г. Томск, Vano_@sibmail.com*

Сталь ШХ 15 применяется при изготовлении колец и роликов подшипников скольжения. Для увеличения срока службы подшипников применяют термообработку, в результате этого изменяется твердость металла, оптимальное значение которой лежит в диапазоне 59–64 HRC. Меньшее значение твердости приводит к быстрому износу, большее – к хрупкости. Поэтому контроль качества термообработки является одной из важнейших операций при изготовлении подшипников. Наша работа посвящена контролю твердости только одной составляющей подшипника – ролику. Существующие методы контроля твердости можно разделить на разрушающие и неразрушающие. В настоящее время предпочтение отдается неразрушающим методам контроля, среди которых наиболее перспективным является ультразвуковой метод.

Известно, что скорость ультразвука в стали зависит от многих параметров и при закалке снижается. Следовательно, при контроле прочностных свойств материалов акустическим методом необходимо получить корреляционную зависимость скорости ультразвука от твердости. Для этого были подготовлены образцы роликов из стали ШХ15 разного диаметра и длины. Закалка и отпуск всех роликов проводились одновременно. Результаты экспериментальных исследований зависимости скорости распространения ультразвука от твердости приведены на рис. 1.

Как видно из рисунка, форма кривых для разных размеров роликов совпадает, отличия наблюдаются только в абсолютных значениях. Это связано с особенностями распространения ультразвуковых колебаний в роликах, которые представляют собой волновод с мягкими стенками. Многомодовый характер распространения ультразвуковых колебаний в волноводе приводит к растягиванию во времени и изменению формы огибающей ультразвукового импульса.

Глубина прокаливаемости для высокоуглеродистых сталей, к которым относится и сталь ШХ15, составляет 8 мм. Диаметр исследованных роликов 1–3 составляет 17 и 10 мм, что обеспечивает им равномерную прокаливаемость по всей толщине и, следовательно, одинаковый акустический импеданс. Измерение скорости распространения ультразвука проводилось на частоте 5 МГц. В качестве примера на рис. 2 приведена осциллограмма эхо-импульса для ролика 1, для роликов 2–3 осциллограммы имеют схожий характер. На рис. 2 видно появление серии запаздывающих на время T1 эхо-импульсов, вызванное волноводным распро-

странением ультразвука. Эти импульсы являются следствием того, что время прохождения ультразвука различно для разных траекторий, являющихся следствием их отражения от стенок волновода. Через время T2 появляется второй эхо-импульс, затем – третий и т.д., пока амплитуда не уменьшится до нуля. О наличии затухания говорит уменьшение амплитуды каждого последующего эхо-импульса.

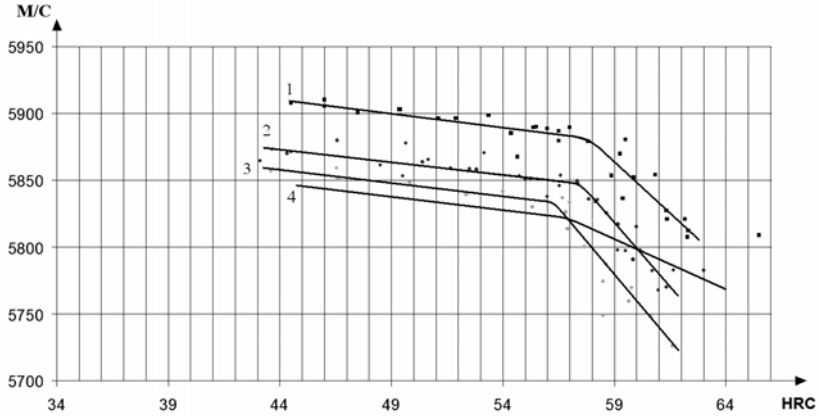



Рис. 1. Зависимость скорости ультразвука от твердости для роликов разного размера: 1 – ролик ∅17×113 мм; 2 – ролик ∅17×67 мм; 3 – ролик ∅10×51 мм; 4 – ролик ∅52×32 мм

Для роликов с размерами, превышающими глубину прокаливаемости (4 на рис. 1), твердость оказывается неодинаковой и уменьшается к центру, поэтому акустический импеданс внутри ролика носит градиентный характер. Все это отражается на характере распространения ультразвука. Скорость его распространения напрямую зависит от положения датчика на поверхности ролика. Градиентный характер изменения акустического импеданса внутри ролика приводит к отклонению ультразвукового луча от прямолинейного направления распространения и изменению характера многомодового распространения. На рис. 3 приведена осциллограмма эхо-импульса для ролика 4.

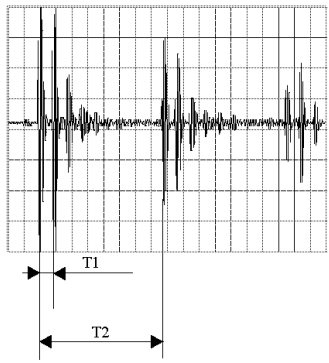



Рис. 2. Осциллограмма эхо-импульса для ролика 1

Видно, что в этом случае отсутствует серия запаздывающих на время Т1 эхо-импульсов, но так же, как и на рис. 2, имеются затухающие эхо-импульсы с периодом, соответствующим времени двунаправленного прохождения ультразвука по ролику. Однако здесь появляется еще один сигнал, отстающий от основного на время Т3. Вероятно, это сигнал, проходящий по другой траектории, отличной от основного зондирующего, вследствие чего получивший большее временное запаздывание. Ответ на этот вопрос поможет получить математическая модель волновода с градиентной характеристикой акустического импеданса, которая разрабатывается в настоящий момент.

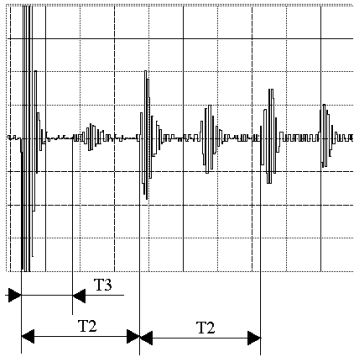



Рис. 3. Осциллограмма эхо-импульса для ролика 4

Таким образом, для правильного определения твердости, при контроле качества термообработки ультразвуковым методом необходимо учитывать геометрические размеры контролируемых изделий.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА СВЧ-ГЕНЕРАТОРЫ

***А.В. Горевой***

*ООО «НПФ «Микран», г. Томск, imz@micran.ru*

**Введение.** Фазовые шумы генераторов СВЧ существенно влияют на характеристики радиоэлектронной аппаратуры в радиолокации, радионавигации и беспроводной связи. В свою очередь, эти шумы обязаны своим появлением как внутренним флуктуациям, так и внешним, в числе которых – воздействие широкополосной случайной вибрации (ШСВ). На рис. 1 приведены спектрограммы сигнала синтезатора частот без и при воздействии на него ШСВ в полосе частот от 90 до 2200 Гц.

Из рисунка видно, как расширяется спектральная линия синтезатора на отстройках до 4 кГц вследствие воздействия вибрации.

Для описания и прогнозирования поведения генератора под воздействием вибрации необходима некоторая модель.

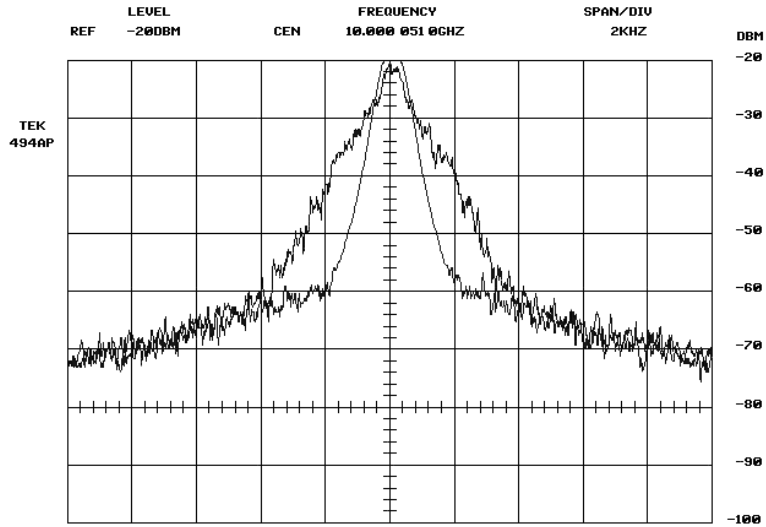


Рис. 1. Спектрограммы сигнала синтезатора частот

**Описание модели взаимодействия генератора и вибрации**

Степень подверженности генератора негативному воздействию вибрации выражается через *G*-чувствительность – относительное изменение выходной частоты генератора при воздействии ускорения 1 g.

*G*-чувствительность – векторная, частотно-зависимая и нелинейная величина. На практике применяется модель (1) взаимодействия вибрации и генератора, основанная на теории частотной модуляции:

$$L(f)=10\lg\left(\frac{A(f)(f_0G)^2}{2f^2}\right), \qquad (1)$$

где $L(f)$ – уровень наведенного фазового шума в дБ/Гц; $A(f)$ – спектральная плотность ускорения в $1/g^2$; $f_0$ – частота несущей в Гц; $G$ – величина *G*-чувствительности генератора; $f$ – частота вибрации/величина отстройки от несущей в Гц.

В данной формуле:

- *G*-чувствительность является скалярной величиной без каких-либо частотных или нелинейных свойств;
- спектральная плотность ускорения зависит только от частоты, хотя реально ускорение всегда имеет направление.

Формула позволяет получить оценку уровня наведенного фазового шума, соответствующую худшему случаю, когда векторы ускорения и *G*-чувствительности сонаправлены.

**Измерение *G*-чувствительности**

Различные генераторы имеют различную *G*-чувствительность. В литературе, как правило, отсутствует информация о *G*-чувствительности генераторов различных типов и конструкций.

В интересах разработки синтезатора частот СВЧ-диапазона были проведены измерения *G*-чувствительности генераторов различных типов. Испытывались генераторы с кварцевым, коаксиальным (КР) и микрополосковым (МПР) резонаторами, часто применяемыми в радиоэлектронной технике.

Вибрация прикладывалась как вдоль оси *X*, так и вдоль оси *Y* (рис. 2).

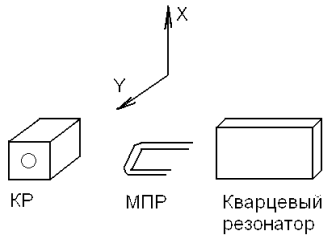



Рис. 2. Оси приложения вибрации к различным типам резонаторов

Практическое понятие *G*-чувствительности основано на предположении о линейности воздействия вибрации, т.е. линейной зависимости «вибрационное ускорение – сдвиг частоты генератора». Для проверки этого предположения синусоидальная вибрация в эксперименте задавалась при двух амплитудах ускорения: 5 и 10 g.

**Результаты**

На рис. 3 приведены результаты измерения *G*-чувствительности (ось ординат) генераторов на резонаторах различных типов в зависимости от циклической частоты синусоидальной вибрации с амплитудами 5 и 10 g, приложенной по оси *X* или по оси *Y*.

Из рисунка видно, что:

- *G*-чувствительности генераторов на различных резонаторах существенно различаются. Из рассмотренных вариантов наименьшую *G*-чувствительность имеет кварцевый генератор, более чем на порядок выше *G*-чувствительность генератора на КР, еще выше *G*-чувствительность генератора на МПР;
- в пределах одного семейства вибрация с амплитудой 5 и 10 g приводит к небольшим различиям в *G*-чувствительности, вызванным методическими ошибками измерений (влияние оснастки и т.п.). Поэтому можно считать, что эксперимент пока не отвергает и не подтверждает гипотезу о линейности воздействия вибрации. Необходим эксперимент с меньшей методической погрешностью;
- непостоянство кривых по частоте обязано суммарному влиянию частотной зависимости *G*-чувствительности и частотной селективности

оснастки. При данном уровне ошибок, обусловленных влиянием оснастки, можно только утверждать, что выраженных резонансов в селективности последней не имеется. Для выделения частотной зависимости *G*-чувствительности предстоит снижение влияния оснастки;

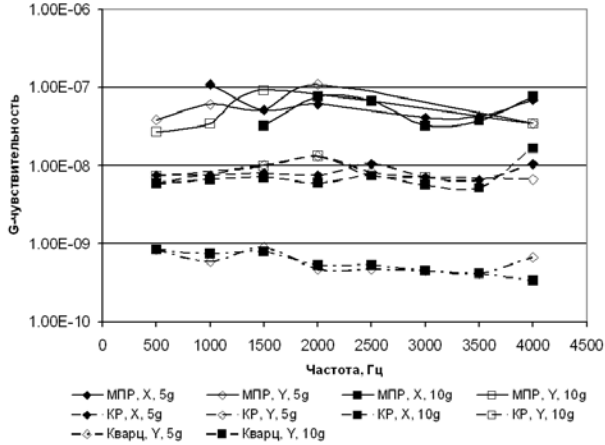



Рис. 3. Характеристики G-чувствительности генераторов с резонаторами различных типов

• разброс кривых одного семейства, соответствующих различным амплитудам вибрации и различным осям приложения, велик для МПР, меньше для КР, еще меньше для кварцевого резонатора.

## СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

***А.В. Горевой***

*ООО «НПФ «Микран», г. Томск, imz@micran.ru*

**Введение**

В синтезаторах частот (СЧ) с петлями ФАПЧ невозможно получить сколь угодно малый шаг при сколь угодно малом времени перестройки по частоте. Противоречие между минимально достижимыми шагом и временем перестройки можно выразить некоторым соотношением неопределенностей. Вид этого соотношения зависит от схемы СЧ и режимов работы его узлов (например, от частоты сравнения в петле, применения режима ускоренного захвата). Ослабление данного противоречия зачастую связано с усложнением схемы СЧ.

**Решение задачи**

Описанный далее способ улучшения скоростных характеристик СЧ с ФАПЧ реализуется применением двух последовательных петель ФАПЧ с делителем с дробным коэффициентом деления частоты в петле (ДДПКД) (рис. 1).

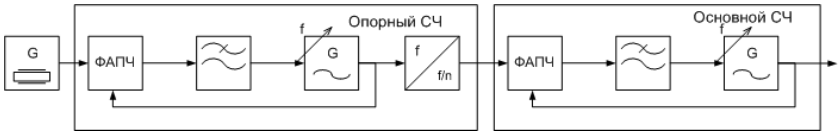



Рис. 1

Основной СЧ построен таким образом, чтобы удовлетворить требования только ко времени перестройки. Шаг перестройки основного СЧ больше требуемого. Для перестройки всего СЧ с малым шагом применен опорный СЧ, который синтезирует сетку опорных частот основного СЧ. Сетка опорных частот синтезируется так, чтобы заполнить пробелы сетки основного СЧ необходимыми точками. Написанное поясняет рис. 2.

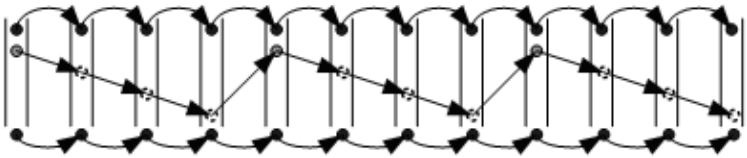


Рис. 2

На рис. 2 верхний ряд точек – это требуемая частотная сетка. Вертикальные линии показывают области допустимого разброса частоты в каждой точке. Второй ряд точек – это исходная частотная сетка основного СЧ. Следующие три ряда точек – это частотные сетки основного СЧ, получаемые при изменении его опорной частоты. Опорная частота основного СЧ циклически изменяется, растягивая и сжимая его сетку частот. Этот эффект видно по смещению точек сетки основного СЧ вправо относительно точек требуемой сетки по мере увеличения выходной частоты всего СЧ. Нижний ряд точек – это реализуемая сетка частот.

**Расчет параметров перестройки синтезаторов**

Выходная частота системы определяется по формуле (1):

$$F_{\text{вых}} = f_{\text{ог}} \cdot (N_1 + \frac{Frac_1}{Mod_1}) \cdot \frac{1}{N} \cdot (N_2 + \frac{Frac_2}{Mod_2}), \qquad (1)$$

где $f_{\text{ог}}$ – частота опорного генератора; $N_1 + Frac_1/Mod_1$ – коэффициент деления частоты в петле опорного СЧ; $N$ – коэффициент деления делите-

ля частоты опорного СЧ; $N_2 + Frac_2/Mod_2$ – коэффициент деления частоты петле основного СЧ.

Можно показать, что для обеспечения равномерности сетки выходных частот системы должно выполняться условие (2):

$$Mod_1 = \frac{Mod_2 \cdot m}{N_1} \cdot (N_2 + \frac{Frac_2}{Mod_2}), \quad (2)$$

где $m$ – число точек опорной сетки.

Так как $Mod_1$ – натуральное число, определим характеристику неравномерности сетки выходных частот как выброс шага перестройки, зависящий от погрешности округления ($\Delta$) $Mod_1$:

$$\delta(\Delta) = \frac{\Delta f_{\text{ог}} N_1^2}{N \cdot Mod_2^2 \cdot m \cdot (N_2 + \frac{Frac_2}{Mod_2})}. \quad (3)$$

Относительная точность установки выходной частоты $\alpha$ в $n$-й точке очевидно равна

$$\alpha_n = \frac{\sum_{k=0}^{n} \delta_k}{F_n}, \quad (4)$$

где $F_n$ – требуемое значение частоты в $n$-й точке выходной сетки СЧ.

**Пример**

Проведем расчет для конкретной системы: $f_{\text{ог}} = 16$ МГц, $N_1 = 250$, $N = 200$, $N_2 = 121 \div 133$ ($F_{\text{вых}} = 2425–2677{,}5$ МГц), $Mod_2 = 25$, $m = 64$, $\Delta F = 12{,}5$ кГц. Подставив все значения в (3), рассчитаем характеристику точности установки частоты (рис. 3).

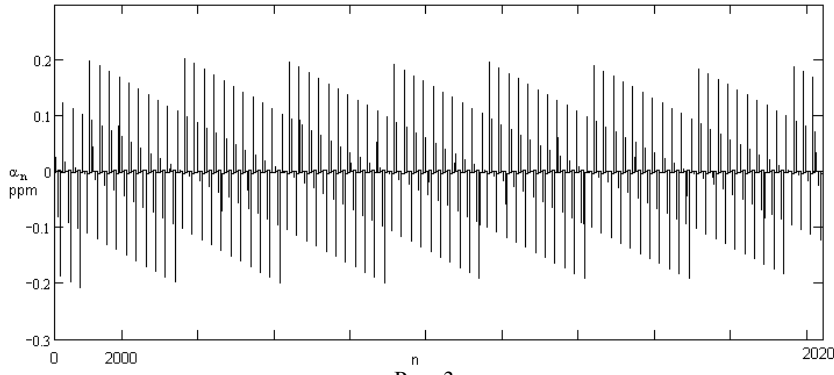



Рис. 3

Как видно из рисунка:

- погрешность установки частоты не превосходит 0,2 ppm, что гораздо меньше величин температурной нестабильности и неточности установки частоты современных опорных генераторов;
- погрешность установки частоты – переменная величина, периодически изменяющаяся от –0,2 до 0,2 ppm. Она равна нулю, когда система находится в состоянии исходной сетки частот основного СЧ, и максимальна, когда опорный СЧ становится на последнюю частотную точку своей сетки.

Достоинства данной схемы следующие:

- возможность унификации схемы, построение системы из однотипных элементов;
- изменение параметров перестройки системы может проводиться программными методами;
- применение простой формулы для расчетов параметров перестройки обоих СЧ;
- разделение функций по перестройке на малую (один шаг) и большую (на весь частотный диапазон) величины между двумя СЧ: опорный СЧ выполняет первую, а основной – вторую. И тот и другой могут выполнять эти функции с большой скоростью.

К недостаткам данной схемы следует отнести:

- увеличение стоимости СЧ почти в два раза;
- ограничение по фазовым шумам системы на малых отстройках от несущей, обусловленное опорным СЧ;
- возможное появление в выходном спектре системы биений между выходной частотой опорного СЧ и частотой опорного генератора из-за просачивания сигнала опорного генератора на выход опорного СЧ.

## СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ШИНЫ 1-WIRE С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ В ПК ЧЕРЕЗ USB-ПОРТ

***С.М. Мартемьянов, Э.Ю. Моор, студенты***
*ТПУ, г. Томск, sergmartemjanov@sibmail.com*

Любой технологический процесс характеризуется изменением каких-либо параметров или характеристик системы, например давления или температуры среды. Для контроля либо управления таким процессом необходимо измерять в режиме реального времени и отображать текущие значения необходимых параметров. Возникает задача создания системы сбора информации, универсальной, недорогой, простой в уста-

новке, эксплуатации и обслуживании. Нами разработан один из вариантов реализации такой системы. В нашей системе для сбора информации использован однопроводной интерфейс 1-Wire. Данный интерфейс использует для передачи данных всего одну линию шины, кроме того, возможна конфигурация с питанием датчиков от линии данных. Таким образом, шина может быть реализована с использованием всего двух линий («данные/питание» и «земля»), что предполагает относительную дешевизну реализации. Среди множества достоинств интерфейса 1-Wire можно также подчеркнуть поддержку большого количества ведомых устройств на шине, дешевизну, миниатюрность и широкую номенклатуру датчиков для данного интерфейса (таблица).

**Характеристика интерфейса 1-Wire**

| Классификация линии | Длина линии | Количество ведомых устройств | Тип используемого кабеля | Топология | Мастер линии |
|---|---|---|---|---|---|
| Короткие линии | До 30 м | До 50 шт. | 4-проводный телефонный | Свободная | Пассивная подтяжка |
| Средние линии | До 100 м | До 200 шт. | Витая пара категории 5 | Общая шина | Активная подтяжка |
| Длинные линии | До 300 м | До 300 шт. | IEEE1394 (Fire wire) | Общая шина с единым стволом | Активная подтяжка с учетом тока линии |

Наша система использует датчики давления и температуры. Ведущим шины является контроллер с ядром MCS-51 фирмы Atmel. Микроконтроллер осуществляет опрос датчиков и обработку полученных данных. Вычисленные значения параметров локально отображаются на двухстрочном жидкокристаллическом дисплее. Кроме того, система передает данные в компьютер по USB-шине. На компьютере данные принимаются, обрабатываются и отображаются с помощью разработанного нами специального программного обеспечения. Структурная схема устройства изображена на рис. 1.

Многие автоматические системы на сегодня используют для контроля и управления различными процессами персональный компьютер. ПК является универсальным и весьма распространенным устройством, применимым и широко используемым для решения многих технологических задач. Поэтому системы, адаптированные для работы с ПК, являются более универсальными, удобными и перспективными. Наша система передает данные в компьютер с помощью USB-шины. Интерфейс USB появился сравнительно недавно, но очень быстро нашел широкое применение. Множество преимуществ, таких как простота подключения

и установки, поддержка спецификации Plug and Play «по определению», высокая скорость передачи, поддержка большого (до 127) количества устройств на шине делают его необычайно удобным в использовании. Поэтому USB получает все большее распространение и постепенно вытесняет привычный RS-232 (так, на всех современных компьютерах Notebook COM-порты полностью отсутствуют).

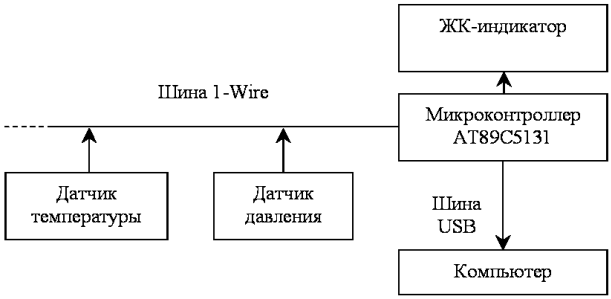



Рис. 1. Структурная схема устройства

С точки зрения пользователя главные преимущества USB – удобство аппаратного соединения, возможность «горячего» подключения, автоматическое конфигурирование и установка устройств. Но для программистов это оборачивается относительной сложностью разработки. При подключении USB-устройство должно подробно «рассказать» о себе хосту (ведущему шины), лишь после этого устройство получит возможность обмена данными. Используемый в USB-устройстве микроконтроллер должен иметь специальный модуль USB.

В нашей системе использован микроконтроллер AT89C5131 фирмы Atmel. Данный контроллер имеет модуль для работы с USB, относительно недорогой, широко распространен в России и имеет неплохие характеристики. При подключении к USB-порту микроконтроллер осуществляет обработку запросов USB и конфигурирует шину для связи с компьютером. Обобщенный алгоритм работы контроллера изображен на рис. 2.

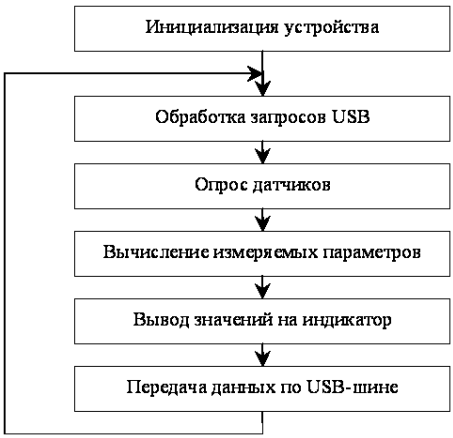



Рис. 2. Алгоритм работы контроллера

Длина шины USB может составлять 5 м. Для большего удаления контроллера от ПК можно использовать хабы. При каскадном включении хабов это расстояние можно увеличить до 25 м.

Таким образом, разработанная нами система осуществляет сбор информации с датчиков давления и температуры по шине 1-Wire (длина шины до 300 м) и локальное отображение значений измеренных величин на двухстрочном жидкокристаллическом дисплее, а также предоставляет возможность передачи данных в компьютер по шине USB, обработки и отображения в ПК с помощью прикладного программного обеспечения. Данная система может быть применима в качестве системы контроля и отображения для технологических и производственных процессов с изменяющимися значениями давления и температуры.

**Литература**

1. *Агуров П.В.* Практика программирования USB. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 624 с.

2. *Воробьева Г.С.*, *Хамухин Е.А.* Однопроводной интерфейс 1-Wire: Методические рекомендации по применению технологии 1-Wire. Томск: ТПУ, 2005. 30 с.

## МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ФАЗОВОГО ШУМА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

***Д.С. Медведев, А.В. Голиков; научный руководитель: В.Д. Семенов***

*ТУСУР, г. Томск, 362mds@sibmail.com*

Целью данной работы является рассмотрение корреляционного метода измерения фазового шума и построение аппаратуры для его реализации. В частности, необходимо измерить фазовый шум цифрового делителя частоты [1] на уровне –155 дБ/Гц при отстройке от несущей на 100 кГц.

Различие идеального и неидеального сигналов [2] представлено на рис. 1.

Чаще всего высокие требования по шумам предъявляются к опорным генераторам при построении радионавигационных, радиолокационных систем и систем связи. Именно поэтому измерению фазового шума уделяется много внимания среди разработчиков таких систем.

Методика имеет следующий алгоритм (рис. 2):

1. Подача сигнала с выхода генератора $f_0$ на входы двух объектов исследования (ОИ) с заданным коэффициентом деления ($N$).

2. Фильтрация выходных сигналов делителей (ФНЧ).

3. Ограничение сигнала по амплитуде и преобразование разности фаз отфильтрованных сигналов в напряжение (ФД).

4. Фильтрация выходного сигнала фазового детектора (ФНЧ).

5. Усиление сигнала до определенного уровня с помощью малошумящего усилителя (МШУ).

6. Аналого-цифровое преобразование сигнала с выхода фазового детектора.

7. Анализ данных: быстрое преобразование Фурье, построение зависимости спектральной плотности мощности фазового шума от смещения часты от несущей с помощью компьютера (анализатор спектра).

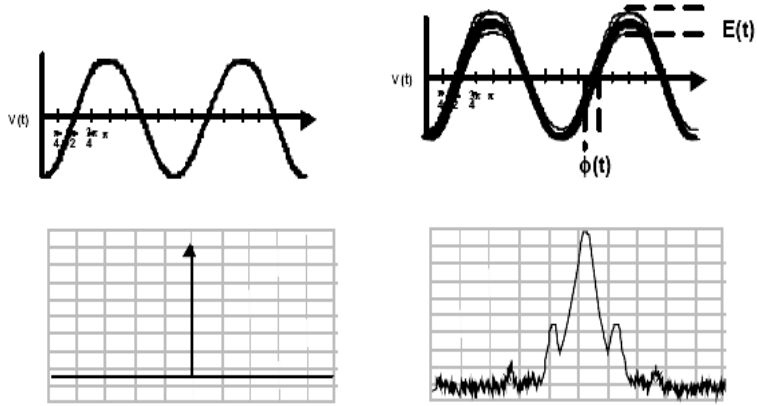



Рис. 1. Идеальный (слева) и реальный (справа) синусоидальный сигналы

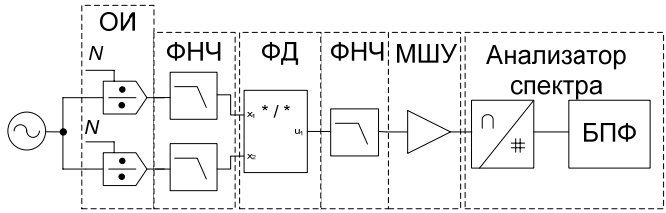



Рис. 2. Алгоритм измерения фазового шума

Суть метода заключается в том, что детерминированная составляющая сигнала исследуемого устройства подавляется с помощью фазового детектора, при этом в выходном сигнале остается только шумовая (недетерминированная) компонента. Фазовый детектор преобразует нестабильность фазы сигналов на входе в напряжение. Это преобразование может быть описано следующей формулой:

$$\Delta V = K_{\varphi} \cdot \Delta\varphi, \qquad (1)$$

где $K_{\varphi}$ – коэффициент преобразования фазы в напряжение, равный $\frac{2{,}5}{90} = 0{,}03 \left[\frac{\text{В}}{\text{град}}\right]$.

Далее сигнал усиливается и подвергается аналого-цифровому преобразованию с помощью АЦП. Данные в цифровом виде поступают в компьютер, где специализированная программа осуществляет быстрое преобразование Фурье (БПФ) и строит график зависимости $L(f)$, где $L$ – спектральная плотность мощности фазового шума, а $f$ – величина смещения частоты от несущей. На рис. 3 приведен пример такой зависимости для микросхемы HMC394 [3]. Из рисунка видно, что при отстройке, например, 100 кГц от несущей уровень фазовых шумов составляет –153 дБ/Гц.

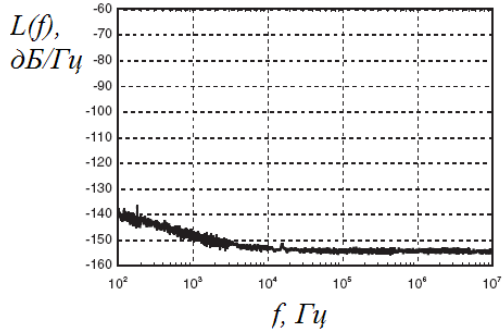



Рис. 3. Зависимость спектральной плотности мощности фазового шума от частоты $L(f)$

Из предположения о статистической независимости исследуемых делителей результат измерения будет на 3 дБ выше истинного значения. Следовательно, конечным результатом измерений будет отсчет, соответствующий частоте отстройки за вычетом 3 дБ:

$$L(f)\big|_{f=f_0} = FFT(f_0) - 3\,\text{дБ}, \qquad (2)$$

где $f_0$ – частота отстройки.

На данный момент построена математическая модель реализуемого метода, разработаны принципиальная схема и конструкция измерительной установки. В настоящее время отлаживается прикладная программа для обработки данных с помощью компьютера.

**Литература**

1. *Медведев Д.С.* Моделирование быстродействующего программируемого делителя частоты // Четвертая международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Сб. статей: Томск, ТУСУР, 2007. Ч. I.

2. Practical Considerations for Modern RF & Microwave Phase Noise Measurements. Graham Payne. Agilent Technologies Ltd. (UK). 133 p.

3. HMC394LP4/394PL4. GaAs HBT PROGRAMMABLE 5-BIT COUNTER, DC – 2.2 GHz. Техническое описание микросхемы HMC394LP4 фирмы Hittite Microwave Corporation. 5 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

***М.И. Мельников, Ю.Б. Шаропин***

*ТУСУР, г. Томск, mmi@keva.tusur.ru*

**Введение**

В настоящее время большое распространение получили сети передачи данных, основанные на технологии TCP/IP. Через сети, построенные на этой технологии, работают множество других инфраструктур, как-то: междугородняя и международная телефония (IP-телефония), теле- и радиовещание и, конечно, на основе протокола TCP/IP [1] работает сеть Internet, что является неоспоримым плюсом, так как все возрастающая популярность этой Всемирной сети является одновременно и основным двигателем ее прогресса. Сейчас в эту сеть можно получить доступ из любой точки мира.

Задачей нашей разработки является получить универсальный шлюз для передачи какой-либо информации через сети, построенные на базе TCP/IP, в нашем конкретном случае это данные со счетчиков расхода воды и электроэнергии, а также датчиков температуры и давления воды и напряжения в электрической сети. Вследствие того, что методы доступа в сети TCP/IP весьма различны, разрабатывается модульная система, состоящая из ядра и периферийных, коммуникационных устройств, обладающих двунаправленным каналом связи с ядром.

**Общее описание системы**

Рассмотрим более подробно все элементы системы. Начнем с ядра.

Ядром системы является микроконтроллер производства фирмы Atmel – Atmega64 [2]. Это современный, 8-разрядный RISC микроконтроллер, имеющий 64 кб энергонезависимой памяти и 4 кб ОЗУ. Он имеет следующие интерфейсы: 2 UART, SPI, I2C, а также возможность адресации дополнительных 64 кб внешней RAM-памяти. Данный микроконтроллер является оптимальным для решений подобного типа. В общем виде структурная схема представлена на рис. 1.

Далее рассмотрим аналоговые датчики, они подключаются к ядру через интерфейс токовой петли, к датчикам такого типа относятся датчики давления, температуры [3].

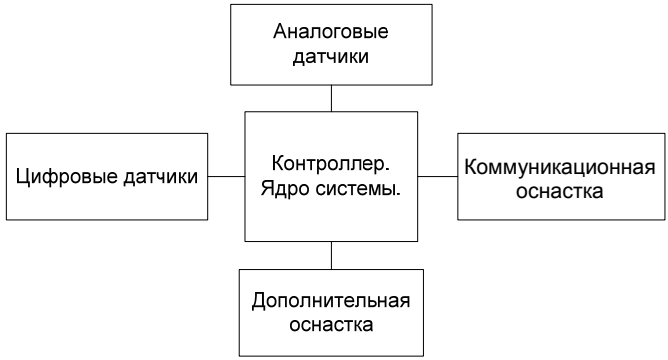



Рис. 1. Структурная схема микроконтроллера

Цифровыми же являются датчики, обладающие цифровым интерфейсом и передающие данные в цифровом виде. Наиболее распространенной является технология MicroLAN, разработанная фирмой Dallas Semiconductor [3]. Для осуществления цифровой связи MicroLAN использует одну линию данных и один возвратный провод. Сеть обладает практически неограниченным адресным пространством и допускает работу на расстоянии до 300 м без дополнительных повторителей или усилителей сигнала.

Рассмотрим варианты дополнительно оснастки. К ней относятся: контроллер шины USB, реализация обратной связи с объектом управления, посредством подключения реле и индикаторных устройств, в том числе жидкокристаллического дисплея и устройств ввода.

В качестве резервного интерфейса используется GSM терминал Siemens MC35i [4].

Система в целом представляет собой клиент-серверную структуру, клиентами которой являются контроллеры, осуществляющие сбор информации и передачу ее на сервер, на котором происходит конечная обработка полученной информации, хранение и передача ее на диспетчерскую станцию. Все данные передаются по протоколу ModBUS с использованием шифрования AES с 128-битным ключом. Это позволяет говорить о конфиденциальности передаваемой информации. Общую структуру системы сбора информации можно увидеть на рис. 2.

Использование протокола ModBUS позволяет унифицировать систему, что дает возможность использовать ее с наиболее распространенными SCADA. И как следствие – облегчение разработки интерфейса оператора и серверных приложений.

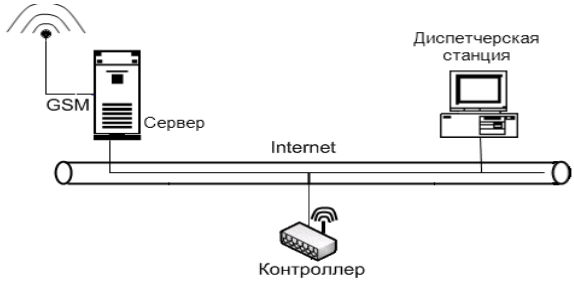



Рис. 2. Общая структура системы сбора информации

**Выводы**

Данная система сбора информации о состоянии жилищного фонта разрабатывается как универсальное и максимально масштабируемое решение, с умеренной стоимостью конечной разработки, а также простотой в обслуживании и обновлении.

Конечный продукт представляет собой не только комплексное решение, но и отдельный контроллер, снабженный гибкой системой настроек, позволяющий другим системным интеграторам строить на его основе свои решения.

**Литература**

1. *Олифер В.Г.*, *Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2006.

2. Информационный сайт компании Atmel. http://www.atmel.ru/

3. Описание структуры сети MicroLAN. http://www.chipnews.ru/

4. Информационный сайт, посвященный терминалу Siemens MC35i. http://www.mc35i-terminal.ru

## РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ

***А.А. Ненашев, аспирант***

*ТУСУР, г. Томск*

Определения движущихся объектов в видеопотоках является одной основных задач в системах видеонаблюдения. Одним из этапов определения образов может являться определение границ объектов. Нахождение границ является процессом предобработки, после точного определения границ возможно наложение имеющихся шаблонов на полученный результат для нахождения интересующих образов. При определении границ необходимо производить шумоподавление для повышения каче-

ства алгоритма. Поэтому в этап определения границ должна быть включена фильтрация результата.

Предположим, мы на вход получаем изображение в формате *YUV*, где *Y* является яркостью, *U*, *V* – цветоносные компоненты. Значимая основная информация хранится в яркостной составляющей изображения, поэтому все обработки будем производить с ней, а цветоносные компоненты откинем. Для определения границ изображения рассмотрим два метода. Первый заключается в использовании Лапласиана, второй способ заключается в использовании градиента. Рассмотрим лапласиан, представляющий собой вектор, состоящий из второй частной производной по *x* и *y*, и градиент, представляющий собой вектор, состоящий из первой частной производной по *x* и *y*. В ходе исследования было определено, что лапласиан чувствителен к мелким деталям, но, к сожалению, также довольно чувствительный к шуму. Градиент менее чувствителен к мелким деталям, но его достоинством является то, что он менее чувствителен к шуму. Поэтому для определения границ был выбран градиент.

Исходное изображение представим в виде матрицы $\mathbf{A}_{H\times W}$, где $W$ является шириной изображения, $H$ – высотой изображения. Значения элементов данной матрицы являются значениями яркости изображения. Разобьем матрицу на блоки размером три на три и рассмотрим один из таких блоков в позиции $(i, j)$ (рис. 1).

| | | |
|---|---|---|
| $a_{i-1,j-1}$ | $a_{i-1,j}$ | $a_{i-1,j+1}$ |
| $a_{i,j-1}$ | $a_{i,j}$ | $a_{i,j+1}$ |
| $a_{i+1,j-1}$ | $a_{i+1,j}$ | $a_{i+1,j+1}$ |

Рис. 1. Блок 3×3 исходного изображения в позиции $(i, j)$

Градиент $\operatorname{grad} F$, функции, описывающей исходное изображение $\boldsymbol{F}(x, y)$, имеет вид

$$\operatorname{grad} F = \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} \\ \frac{\partial F}{\partial y} \end{vmatrix}.$$

Градиент для рассматриваемого блока будет определяться следующим уравнением:

$$\operatorname{grad} F = |a_{i-1,j-1} + a_{i-1,j} + a_{i-1,j+1} - a_{i+1,j-1} - a_{i+1,j} - a_{i+1,j+1}| + |a_{i-1,j-1} + a_{i,j-1} + a_{i+1,j-1} - a_{i-1,j+1} - a_{i,j+1} - a_{i+1,j+1}|.$$

Для всех позиций $i = 1 \ldots W$, $j = 1 \ldots H$ находится градиент и заносится в результирующую матрицу $M_{H\times W}$. Для нахождения градиента в

интересующей позиции блок размером три на три смещается в соответствующую позицию. Граничные значения не обрабатываются, в этом случае в результирующую матрицу заносятся нулевые значения.

Результат использования данного алгоритма определения границ приведем на кадре, взятом из записи камеры с трассы Москвы.

Рис. 2. Исходное изображение

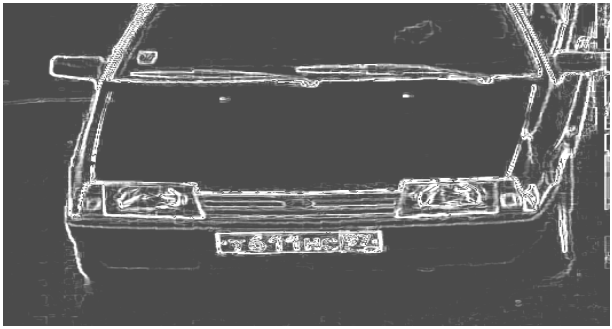


Рис. 3. Результат применения алгоритма определения границ

Для устранения случайных значений в полученном результате будем использовать низкочастотный гауссовский низкочастотный фильтр. Шумоподавление будет производиться путем свертки изображения с соответствующей маской размером три на три (рис. 4).

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Рис. 4. Маска фильтра Гаусса

Результат фильтрации записывается в матрицу $L_{H\times W}$, т.е. каждый элемент матрицы $L_{H\times W}$ будет определяться следующим выражением:

$$L_{i,j} = (4*m_{i,j} + 2*m_{i,j+1} + 2*m_{i,j-1} + 2*m_{i+1,j} +$$
$$+2*m_{i-1,j} + m_{i-1,j-1} + m_{i-1,j+1} + m_{i+1,j+1} + m_{i+1,j-1})/16.$$

Данный фильтр размывает изображение и подавляет значения тех элементов, которые сильно отличаются от соседних.

Предложенный метод определения границ может служить одним из первичных этапов процесса распознавания образов в видеопоследовательностях. После применения данного алгоритма возможно наложение интересующих шаблонов для идентификации интересующих образов.

**Литература**

1. *Прэтт У.* Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Мир, 1982.
2. *Дэвид Форсайт*, *Жан Понс.* Компьютерное зрение. М., 2004.

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

***Я.В. Непомнящих, аспирант; А.В. Пуговкин, д.т.н, проф.; В.Д. Сарнаева***
*ТУСУР, г. Томск, yakov@sibmail.com.*

**Введение**

На данный момент в векторном импульсном измерителе характеристик цепей Р4-И-01 с программным обеспечением Импульс-М применяется спектральный метод определения ЧХ. Согласно этому методу, комплексный коэффициент передачи определяется выражением (1), где $\dot{X}(\omega)$ и $\dot{Y}(\omega)$ – спектральные плотности сигналов на входе $x(t)$ и выходе цепи $y(t)$ соответственно. В качестве тестовых сигналов применяются широкополосные сигналы, спектры которых можно считать постоянными в интересующем частотном диапазоне

$$\dot{K}(\omega) = \frac{\dot{Y}(\omega)}{\dot{X}(\omega)}. \qquad (1)$$

В условиях воздействия аддитивного белого шума ошибку определения ЧХ можно записать в виде выражения (2), где $N_1(\omega)$ и $N_2(\omega)$ – спектры шумов на входе и выходе цепи, а $\dot{K}(\omega)$ – коэффициент передачи цепи

$$\Delta\dot{K}(\omega) = \frac{\dot{N}_1(\omega)\dot{K}(\omega)}{\dot{X}(\omega)} + \frac{\dot{N}_2(\omega)}{\dot{X}(\omega)}. \qquad (2)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что точность определения ЧХ зависит от соотношения энергий шумов на выходе исследуемой цепи и тестового сигнала. Поэтому единичный импульс обладает наихудшей точностью при измерении ЧХ по сравнению с другими широкополосными сигналами, такими как М-последовательности, ЛЧМ (с линейно-частотной модуляцией), коды Баркера. Данный факт был подтвержден в ходе моделирования.

**Постановка задачи.**

Для минимизации влияния описанных выше шумов предлагается использовать корреляционную обработку тестового сигнала и отклика цепи (3)

$$\dot{K}(\omega)=\frac{\Phi^{+}(R_{xy}(\tau))}{\Phi^{+}(R_{xx}(\tau))}. \qquad (3)$$

Очевидно, что ошибка определения ЧХ обусловлена значением взаимокорреляционной функции тестового сигнала и отклика цепи

$$R_{xy_{\text{ш}}}(\tau)=R_{xy}(\tau)+R_{xn_{1\text{вых}}}(\tau)+R_{xn_2}(\tau). \qquad (4)$$

Слагаемые $R_{xn_{1\text{вых}}}(\tau)$ и $R_{xn_2}(\tau)$ вносят погрешность при определении ЧХ цепи. Ошибка в этом случае будет определяться взаимокорреляционными свойствами тестовых сигналов и шума. Смягчить требования к тестовым сигналам можно, применяя компенсационный метод определения СПМ, описанный в [3], структурная схема которого показана на рис. 1.

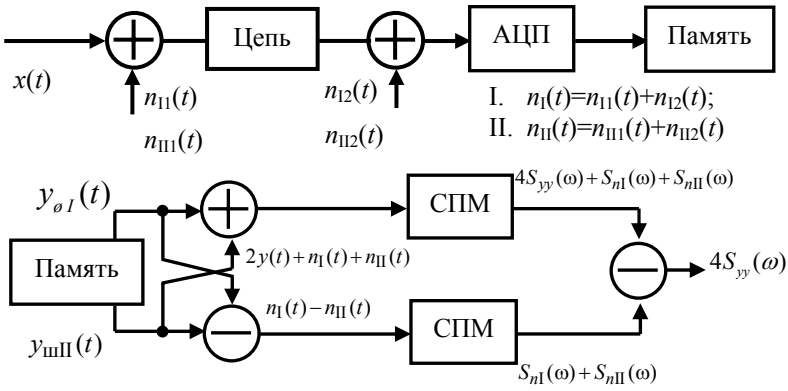



Рис. 1. Компенсационный метод определения СПМ

В данном случае один тестовый сигнал проходит через цепь дважды. Полученные значения отклика на этапе I $y_{\text{шI}}(t)$ сохраняются в памяти (или задерживаются) до появления на выходе цепи отклика $y_{\text{шII}}(t)$ (этап II). Такой алгоритм позволяет использовать двухканальный компенсационный метод. При условии некоррелированности шумов $n_{\text{I}}(t)$ и $n_{\text{II}}(t)$ на выходе схемы будет получена СПМ отклика цепи на тестовый сигнал $x(t)$, которую можно использовать при определении АЧХ (5)

$$\left|\dot{K}(\omega)\right|^2 = \frac{\dot{S}_{yy}(\omega)}{\dot{S}_{xx}(\omega)}. \qquad (5)$$

На рис. 2 можно увидеть зависимость среднеквадратичного отклонения ошибки определения ЧХ от мощности шумов, полученную в результате моделирования. Однако недостаток такого метода состоит в отсутствии возможности определить ФЧХ цепи.

**Заключение**

Приведен анализ точности импульсных измерителей при воздействии аддитивного белого шума. Математическое моделирование показало преимущество двухканального компенсационного метода измерения ЧХ по отношению к спектральному методу.

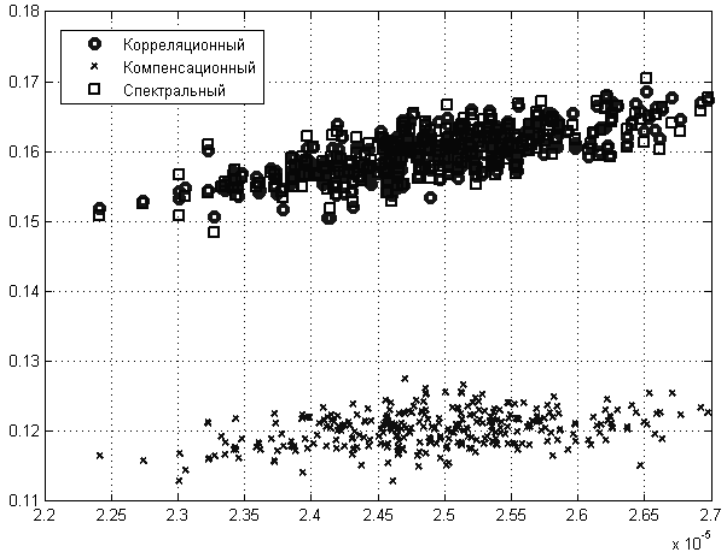



Рис. 2. Зависимость СКО ошибки определения АЧХ от мощности шума (Вт). Тестовый сигнал – импульс ( $\tau_{\text{и}} = 1$ мкс, T = 2047 мкс, $P_{\text{ср}} = 4{,}8 \cdot 10^{-4}$ Вт).

**Литература**

1. *Бендат Дж.*, *Пирсол А.* Применения корреляционного и спектрального анализа. М.: Мир, 1983. 312 с.

2. *Глебович Г.В.*, *Андриянов А.В.*, *Введенский Ю.В.* Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов. М.: Радио и связь, 1984. 256 с.

3. *Денисов Е.С.* Двухканальное измерение спектральной плотности мощности шумового сигнала. Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2006.

4. *Лощилов А.Г.*, *Семенов Э.В.*, *Малютин Н.Д.* Цифровой измерительный комплекс для измерения частотных и импульсных характеристик четырехполюсников. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006.

## РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

***Д.С. Разумовский, аспирант;***
***научные руководители: А.В. Ишков, А.М. Сагалаков***
*Алтайский государственный технический университет*,
*г. Барнаул*, *razumovskiy@gmail.com*

Метод анализа изображения впервые появился в качестве готового к использованию технического средства в 1963 г. вместе с разработкой QTM (Q/Количественного Т/Телевизионного М/Микроскопа), созданного фирмой Metals Research Ltd., ставшей впоследствии частью компании Лейка [1].

В настоящее время в лабораториях и на производстве возникает необходимость анализа цифровых фотоснимков и видео. Для этого может быть использован Qwin-Soft. QWin – это основанный на технических возможностях Windows набор прикладных программ для анализа изображения [1]. Эти программы находятся под управлением ОС Windows. Пакет QWin позволяет осуществлять измерения по нескольким классам точности, начиная от измерения объектов в диалоговом ручном режиме до полностью автоматизированного анализа, где в качестве примера можно привести определение включений в стали, и решение таких прикладных задач, как – измерение длины, расстояния до объекта и площади; – процентное содержание фазы, содержание фракции по величине площади и объема; калибровочная денситометрия; определение формы частиц и анализ их размеров; профилирование уровней яркости и т.п.

Так, например, программа Hesperus (продукт Лаборатории прикладной математики при МГУ) предназначена для обработки и визуализации двумерных наборов числовых данных любой природы [2]. Пакет обеспе-

чивает большой набор функций обработки, таких как фильтрация, растяжение и поворот, текстурный анализ, вычисление спектра, классификация и т.д. С точки зрения математической обработки изображения и визуализации результатов это один из лучших пакетов, однако пользоваться им может специалист, хорошо понимающий математику, также комплекс не является автоматизированным и вся последовательность действий и ответственность ложится на оператора.

Таким образом, многие из существующих программных средств анализа изображений являются законченными продуктами, с ограниченными областями применения. Целью данной работы являлось создание независимого программного модуля для определения границ объектов изображения, который можно было бы встраивать в любой алгоритм связанный с обработкой цифрового изображения.

Чтобы обеспечить наибольшую независимость от поставленной задачи и претерпеть наименьшие потери в производительности, в качестве инструмента для разработки был выбран язык C++. Таким образом, его можно интегрировать практически во все программы, написанные на языках более высокого уровня. Разработанный модуль можно использовать при написании программ для различных ОС (Windows, GNU/Linux, Unix, MacOS и др.), так как он платформонезависим.

В качестве базового алгоритма нами был использован модифицированный метод «жука». Известно, что одним из проблемных мест в классическом методе является обход соседних пикселов по или против часовой стрелки. Тем не менее можно заметить, что соседи некоторой выбранной точки образуют, в относительных координатах, следующее множество (рис. 1):

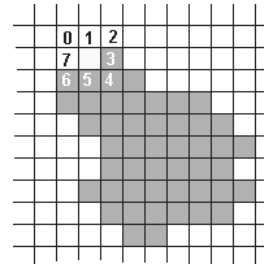



Рис. 1. Соседи заданной точки

$(x, y) = \{(-1, -1), (0, -1), (1, -1), (1, 0), (1, 1), (0, 1), (-1, 1), (-1; 0)\}$.

В образуемом соседями множестве всего 8 элементов. Запишем эти элементы соответственно в массивы cir$X$ [8] и cir$Y$ [8]. Теперь обход соседей некоторой точки ($n$: (0…7)) начиная с любого соседа можно реализовать в виде:

```
i = n;
do {
 //x-координата соседа
 int x = x0 + cirX[i];
 //y-координата соседа
```

```
 int y = y0 + cirY[i];
 //работаем с этим соседом
processNeighbor(x,y);
…
 i++;
 // используем «хитрость»:
 // т.к. всего элементов 8 –то побитовое умножение на числа i на 7
 // гарантировано даст число меньше 8,  а если число i станет
 //  равно 8 – то i сбросится на 0, в данном случае нам «повезло»,
 // что на растровом изображении у точки 8 соседей
 i &= 7;
} while (i ! = n);
```

Таким образом, можно получить существенное упрощение метода «жука», дающее ускорение процедуры обхода границ в 3–5 раз.

Данный модуль был встроен в программу управления установкой для определения равновесий на границе ТЖГ  (Твердое тело–Жидкость–Газ) [3].

Сама программа написана на языке Python и также является платформонезависимой, что показывает возможность интеграции данного модуля в сторонние программы написанные на различных языках.

**Литература**

1. http://www.leica-icrosystems.com/Imaging_Systems

2. http://amlab.ru/soft.shtml

3. *Ишков А.В.*, *Разумовский Д.С.* Автоматизированная установка для исследования равновесий на границе ТЖГ // Сб. тр. 8-ой Междунар. конф. «Фундаментально-прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики». г. Москва. МГАЭИ.

## ОБРАБОТКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СОБЫТИЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

***В.В. Щербаков, студент 5-го курса ФВС;***
***И.В. Шакиров, доцент каф. ИИТ***
*ТУСУР,  г. Томск, Dr_Scorpion@sibmail.com*

Активно развивающийся метод акустико-эмиссионной диагностики в последние десятилетия нашел широкое применение в промышленности благодаря значительному прогрессу в электронной и вычислительной технике, а также в области фундаментальных исследований физики прочности и разрушения материалов. Регистрация сигналов акустической эмиссии, определение параметров и координат источников сигналов

акустической эмиссии позволяют на ранних стадиях структурных изменений идентифицировать дефекты структуры материала, контролировать скорость их развития, оценивать степень их опасности и прогнозировать остаточный ресурс работы материала и конструкции в целом [1].

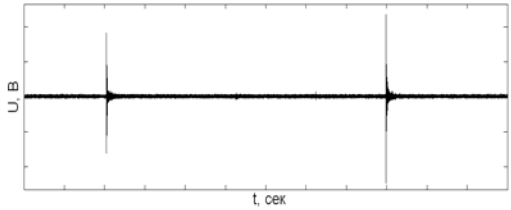



Рис. 1. Непрерывный сигнал, содержащий АЭ импульсы

На рис. 1 приведен типичный сигнал с датчика АЭ, полученного с помощью лабораторного стенда при нагружении образца стали 20Х13. Характерный вид единичного события АЭ, выделенного вручную, представлен на рис. 2.

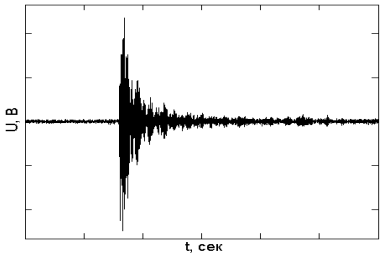



Рис. 2. Единичный АЭ импульс, образец – сталь 20Х13, АЭ датчик G200

В настоящей работе для ввода и обработки сигналов АЭ использовался лабораторный стенд, состоящий из ПК, АЦП, устройства сопряжения (усилитель) и АЭ датчика G200. Упругие волны, возникающие в образце в результате нагружения, преобразуются АЭ датчиком в АЭ импульсы. На плате АЦП непрерывный входной сигнал дискретизируется (глубина дискретизации 16 бит).

Известно, что диапазон АЭ сигнала для различных материалов лежит в пределах от 100 кГц до 1 МГц [1]. Поэтому, согласно теореме Котельникова, частота дискретизации АЦП при работе стенда была выбрана равной 2 МГц.

С учетом того, что усталостные испытания могут длиться от нескольких часов до нескольких дней; при глубине дискретизации 16 бит и частоте дискретизации 2 МГц за одну секунду, в память будет записываться ~4000000 байт (3,9 Мб). Следовательно, при сохранении АЭ сигнала для последующей обработки и анализа требуется использовать накопители большой емкости, а обработка таких объемов требует больших вычислительных затрат. Также из рис. 1 видно, что единичные события АЭ составляют не более 8% от общей длины принятого сигнала.

Таким образом, в настоящей работе была поставлена задача разработать алгоритм и программу выделения из непрерывного входного потока данных, снятых с датчика АЭ в процессе нагружения образца, только единичных событий АЭ.

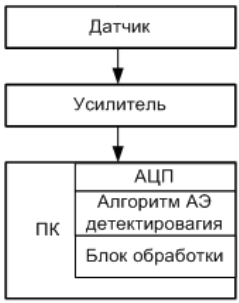



Рис. 3. Структурная схема стенда ввода и обработки АЭ сигнала

На рис. 3 представлена структурная схема стенда.

На рис. 4 представлен модельный АЭ сигнал, содержащий два единичных АЭ импульса, которые заданы в виде гармонических сигналов, затухающих по экспоненциальному закону.

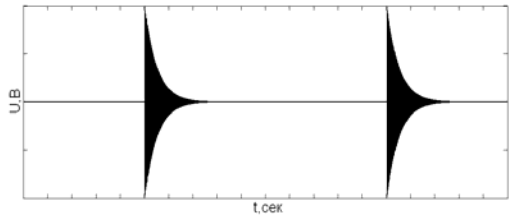
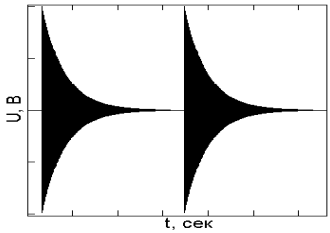



Рис. 4. Модельный АЭ сигнал




На рис. 5 показан результат работы алгоритма АЭ детектирования, примененного к модельному сигналу (см. рис. 4).

Рис. 5. Обработанный модельный АЭ сигнал, полученный в результате применения алгоритма

Разработанный алгоритм детектирования событий АЭ был испытан в составе стенда ввода и обработки АЭ сигнала. Эксперимент проводился с использованием испытательной машины INSTRON при растяжении образцов стали 20×13. Длительность эксперимента составляла 7,5 мин, объем входных данных составил 1,76 Гб. В результате работы алгоритма объем входных данных сократился в 15 раз до 117 Мб.

В ходе работы получены следующие результаты:

1) Были смоделированы сигналы, содержащие АЭ импульсы, необходимые для отладки алгоритма детектирования.

2) Был разработан алгоритм детектирования АЭ импульсов.

3) Разработанный алгоритм реализован с помощью средств DirectShow [2].

4) Алгоритм внедрен в состав стенда ввода и обработки АЭ сигнала. В результате проведенного эксперимента и обработки полученных данных входной объем информации сократился в 15 раз.

**Литература**

1. *Смирнов Е.Г.* Акустическая эмиссия // Металловедение и термическая обработка: Итоги науки и техники. М., 1981. С. 111–152.

2. Руководство по созданию мультимедийных приложений. http://directshow.wonderu.com/

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ МЕТОДА, ОСНОВАННОГО НА ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В. ВОЛЬТЕРРА

***Н.В. Старовойтов, аспирант; А.В. Майстренко***

*ТУСУР, г. Томск, nik531@mail2000.ru*

Выдающиеся достижения в современной микропроцессорной технике, требуют разработки новых алгоритмов решения прикладных задач в реальном масштабе времени, эффективное решение которых ранее казалось невозможным. Примером может служить задача цифрового дифференцирования. Задача цифрового дифференцирования является классическим примером некорректно поставленной задачи [1], что обуславливает трудность ее решения в реальных условиях с достаточной эффективностью. Приращения $\Delta t$ и $\Delta s$ имеют конечные значения.

В данной статье рассмотрен метод цифрового дифференцирования сигналов, основанный на применении интегральных уравнений В. Вольтерра. Предлагаемый нами метод основан на хорошо известной связи между сигналом $s(t)$ и его производной $n$-го порядка $p^{(n)}(t)$ [1]:

$$\int_0^t \frac{1}{(n-1)!}(t-\tau)^{n-1} p^{(n)}(\tau)d\tau = s(t)\,, \qquad (1)$$

где $p^{(n)}(\tau)$ – производная $n$-го порядка от сигнала $S$ в моменты времени $\tau$, а $\tau$ – переменная интегрирования.

Полагая в данном уравнении $n = 1$ и заменяя интегральное уравнение (1) системой линейных алгебраических уравнений, аппроксимируя интеграл по формуле Симпсона, получим следующую систему уравнений:

$$\sum_{i=0}^{k} p(t_0 + t_i) = s(t_0 + t_k);k = \overline{1,n}\,, \qquad (2)$$

где $t_0$ – некоторый начальный момент времени $t$. Всюду далее будем считать, что $t_0 = 0$.

Это допущение, очевидно, в данном случае вполне допустимо и никак не ограничивает общности проводимых далее рассуждений и действий и получаемых при этом результатов. Для удобства и упрощения дальнейших исследований приведем получившуюся систему (2) к более компактному векторно-матричному виду:

$$K \cdot \overset{\downarrow}{\tilde{p}} = \overset{\downarrow}{\tilde{s}}, \qquad (3)$$

Нетрудно показать что, во-первых, компонента $\tilde{p}_1$ не будет чрезмерно грубой оценкой производной сигнала $S$, в единственном случае, когда значение сигнала $S$, предшествующее его значению $s_1$, будет равно нулю, во-вторых, все остальные компоненты вектора $\overset{\downarrow}{\tilde{p}}$ являются не чем иным, как простейшим методом цифрового дифференцирования сигналов, основанного на использовании конечных приращений сигнала $S$ и времени $t$.

Используя метод регуляризации, впервые предложенный нами в работе [2], можно показать, что оценки производной $p_t$ сигнала $S$ и ошибки $\Delta_t$ ее оценивания в момент времени $t$ можно получить с помощью следующего выражения:

$$\text{а)}\ \hat{p} = \tilde{p}_t(1 + r_t^2)\ \text{ и }\ \text{б)}\ \hat{\Delta}_t = \tilde{p}_t / (1 + r_t^2), \qquad (4)$$

где $\hat{p}_t$ и $\hat{\Delta}_t$ – оценки производной $p_t$ сигнала $S$ и ошибки $\Delta_t$ ее оценивания в момент времени $t$.

Как видно из данных равенств, обе полученные оценки являются явно заданными функциями параметра регуляризации $r_t$ и их точность, и устойчивость вполне однозначно определяются выбором значений данного параметра. Возникает вопрос, каким образом выбирать значение $r_t$ и, в частности, какими критериями или критерием при этом необходимо пользоваться. Очевидно, что необходимо выбирать такое значение параметра $r_t$, при котором погрешность оценки $\hat{p}_t$ принимает минимальное значение. В качестве критерия оценки погрешности будем использовать так называемую вариацию $V\{\hat{p}_t\}$ оценки $\hat{p}_t$, определяемую равенством

$$V\{\hat{p}_t\} = M\{(\hat{p}_t - p_t)^2\}, \qquad (5)$$

где $M\{(\hat{p}_t - p_t)^2\}$ – математическое ожидание величины $(\hat{p}_t - p_t)^2$.

Для упрощения исследований будем предполагать, что ошибка $\Delta_t$ оценивания неизвестного значения $p_t$ не содержит в себе составляющей, обусловливаемой конечностью интервала $\Delta t$, и является центрированной случайной величиной, дисперсия которой ограничена и равна $\sigma_\Delta^2$. Иначе говоря, данная составляющая ошибки $\Delta_t$ является пренебрежимо малой величиной по сравнению с составляющей ошибки $\Delta_t$, обусловливаемой наличием ошибки $\varepsilon_t$ в измеренных значениях $\tilde{s}_t$. В ряде случаев, когда сигнал $S$ изменяется во времени по линейному закону, данное предположение является вполне обоснованным. Достаточно адекватным реальным условиям оно будет и во всех тех случаях, когда сигнал $S$ изменяется во времени настолько медленно, что скорость его изменения в двух-трех соседних моментах времени можно считать постоянной. Существенно в этой связи заметить, что адекватность данного предположения реальным условиям определяется не только характером и скоростью изменения дифференцируемого сигнала $S$ во времени, но и интенсивностью ошибок измерения $\varepsilon_t$ и их соотношением с истинными значениями сигнала $S$.

В условиях сделанных предположений значение вариации можно оценить с помощью выражения

$$V\{\hat{p}_t\} = M\{(\hat{p}_t - p_t)^2\} = \frac{\sigma_t^2 + r_t^4 p_t^2}{(1 + r_t^2)^2}. \qquad (6)$$

Из равенства (6) можно показать, что оптимальным параметром будет являться значение, оцениваемое с помощью равенства

$$r_t = \sigma_{\Delta t} / p_t . \qquad (7)$$

Для проверки результатов был проведен ряд численных экспериментов, показавший несомненную пользу применения регуляризации для решения поставленной задачи, в среднем точность оценивания значения производной повысилась до 20%, при этом сложность вычислений не повысилась, что говорит о высоком быстродействии предлагаемого метода.

**Литература**

1. *Тихонов А.Н.*, *Арсенин В.Я.* Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. 2-е. изд.

2. *Светлаков А.А.* Нетрадиционный подход к регуляризации плохо обусловленных линейных алгебраических уравнений // СИБКОНВЕРС ’95, Междунар. конф. по использованию результатов конверсии науки в вузах Сибири для международного сотрудничества. Томск, 2–4 октября 1995: Труды конф. Томск: ТАСУР, 1996. Т. 1. С. 132–133.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДВУХПОЛЮСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

***М.В. Южанин, аспирант; В.И. Туев, к.т.н., доцент***
*ТУСУР, г. Томск, mxm@ms.tusur.ru*

Необходимость измерения комплексных сопротивлений двухполюсных электрических цепей сопутствует решению задач проектирования и эксплуатации технологических датчиков, элементов устройств систем связи и управления, в радиотехнических измерениях и т.д. Измерения производятся на конечном ряде частот, включая ее нулевое значение, т.е. на постоянном токе. Измеряемое сопротивление *Zx* на конкретной частоте представляется в виде эквивалентной цепи, содержащей активную часть *R* и реактивную составляющую либо емкостного характера *C*, включенную параллельно, либо индуктивного характера *L*, включенную последовательно, как показано на рис. 1.

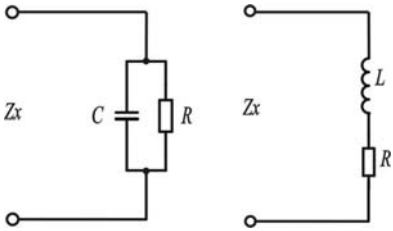



Рис. 1. Эквивалентные схемы замещения сопротивления двухполюсника

Известен компенсационный способ определения полного входного сопротивления электрических цепей [1], заключающийся в подключении к генератору синусоидального тока измеряемой цепи и магазина реактивностей, компенсации реактивности измеряемой цепи, измерении напряжения на измеряемом сопротивлении и расчете действительного значения сопротивления цепи по известному значению тока генератора. Реактивная составляющая измеряемого сопротивления отсчитывается по лимбам магазина реактивностей. Недостаток компенсационного способа заключается в необходимости использования для его осуществления громоздкого магазина реактивностей, сложность и большая продолжительность определения полного сопротивления измеряемой цепи.

В данной работе предлагается метод измерения полных сопротивлений двухполюсников с произвольной схемной реализацией, без применения магазина реактивностей и ручного выбора его параметров.

Функциональная схема устройства, реализующего предлагаемый метод измерения, приведена на рис. 2 [2]. Устройство содержит генератор импульсных сигналов Г с двумя синхронными выходами. На первом

из выходов присутствует импульсный сигнал частотой $f_Г$ со скважностью $q_1 = 2$, а на втором – импульсный сигнал с большей скважностью. Для примера рассмотрен импульсный сигнал со скважностью $q_2 = 4$.

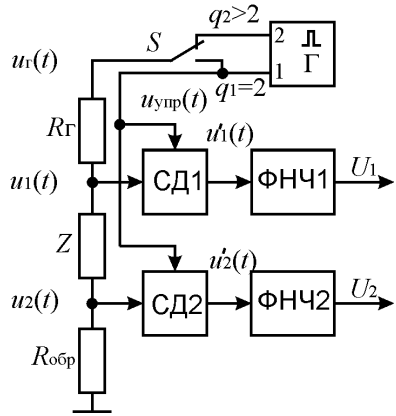



Рис. 2. Функциональная схема устройства

Расчетное значение измеряемого сопротивления определяется по формуле

$$R_{РАСЧ} = \frac{U_1 - U_2}{U_2} R_{обр}. \qquad (1)$$

Показано, что при скважности импульсов $q = 2$ сигнала генератора рассчитанное значение определяет модуль комплексного сопротивления измеряемого двухполюсника на частоте $f_Г$.

Доказано, что при скважности импульсов $q > 2$ (в верхнем положении переключателя $S$ на рис. 1) рассчитанное значение $R_{РАСЧ}$ определяет активную составляющую полного сопротивления измеряемого двухполюсника.

На рис. 3 приведены расчетная и экспериментальная зависимости погрешности измерения модуля и действительной части комплексного сопротивления измеряемого двухполюсника из параллельно соединенных конденсатора емкостью 100 пФ и резистора, сопротивление которого меняется от 1 до 10 кОм. Частота следования импульсов $f_Г$ = 120 кГц.

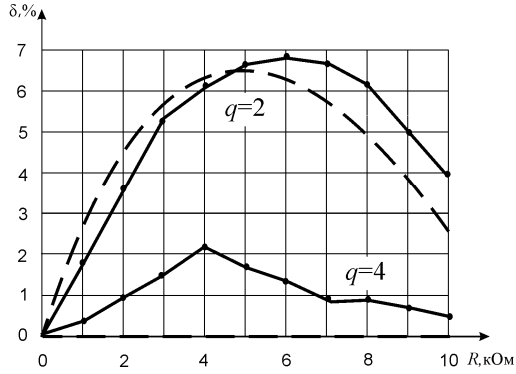



Рис. 3. Экспериментальная (сплошная линия) и расчетная (пунктир) погрешность измерения

Таким образом, предложен метод измерения полных сопротивлений двухполюсников, включающий измерение модуля комплексного сопротивления и его действительной части с применением импульсного сигнала. Сущность метода заключается в изменении скважности импульсного сигнала, подаваемого на измерительную цепь при постоянной скважности сигнала на управляющих входах синхронных детекторов, что позволяет при неизменной схемной реализации устройства измерять два параметра полного сопротивления цепи – модуль и действительную часть. Метод отличается повышенной точностью (погрешность измерения модуля комплексного сопротивления ±7%, его действительной части ±3%), применим для измерения полных сопротивлений двухполюсников с произвольной схемной реализацией, не требует применения магазина реактивностей.

**Литература**

1. Многопрограммное проводное вещание / В.Я. Дзядчик, С.А. Заславский, Б.Н. Филатов, А.В. Шершакова. М.: Связь, 1974.

2. Пат. № 2301426 Российская Федерация, МПК[7]: G 01 R 19/00, 27/06. Устройство для определения полных входных сопротивлений электрических цепей // Туев В.И. (RU) – № 2005133174; заявл. 27.10.2005; опубл. 20.06.2007. Бюл. № 17.

## АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ СТРЕЛОЧНЫХ ПРИБОРОВ

***О.А. Зыкова, студентка 5-го курса ФВС;***
***И.В. Шакиров, доцент каф. ИИТ***
*ТУСУР, г. Томск, ole_zyk@sibmail.com*

Измерения служат для получения точного, объективного и легко воспроизводимого описания физической величины. Находят значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Точность измерений характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины и зависит от сконструированной аппаратуры. Но идеальных измерений не существует. Даже если измерительная аппаратура изготовлена наилучшим образом, все равно она будет вносить определенные систематические погрешности. В данной работе рассмотрена возможность уменьшения систематической погрешности, обусловленной неправильной градуировкой шкалы прибора.

Градуировка – процесс нанесения отметок на шкалы средств измерений, а также определение значений измеряемой величины, соответствующих уже нанесенным отметкам для составления градуировочных

кривых или таблиц. Отметки шкалы должны с требуемой точностью соответствовать значениям измеряемой величины, а таблица (кривая) – с требуемой точностью отражать связь эффекта на выходе прибора с величиной, подводимой к входу. Градуировка производится с помощью более точных, чем градуируемые, средств измерений, по показаниям которых устанавливают действительные значения измеряемой величины.

Различают следующие способы градуировки:

1. Использование типовых шкал. Для подавляющего большинства рабочих и многих образцовых приборов используют типовые шкалы, которые изготовляются заранее в соответствии с уравнением статической характеристики идеального прибора. Если статическая характеристика линейна, то шкала оказывается равномерной.

2. Индивидуальная градуировка шкал. Индивидуальную градуировку шкал осуществляют в тех случаях, когда статическая характеристика прибора нелинейная или близка к линейной, но характер изменения систематической погрешности в диапазоне измерения случайным образом меняется от прибора к прибору данного типа (например, вследствие разброса нелинейности характеристик чувствительного элемента).

Поэтому чтобы увеличить класс точности стрелочных приборов, необходимо использовать индивидуальную градуировку.

Алгоритм индивидуальной градуировки заключается в следующем. К измерительному прибору с помощью программно-управляемого источника сигнала подводят последовательно измеряемые величины всех значений. Отдельный модуль ввода данных с помощью камеры фиксирует положение отклонения стрелки на каждое значение, обрабатывает данные и передает их модулю, который выполняет функцию построения шкалы. Количество зафиксированных положений отклонения стрелки зависит от реализации модуля ввода, из этого следует, что не каждое положение стрелки будет зафиксировано. Чтобы узнать незафиксированные положения, воспользуемся интерполяцией сплайном третьего порядка.

Задача интерполяции заключается в построении функции $y = F(x)$, проходящей через все заданные точки. В такой общей постановке задача может иметь бесчисленное множество решений или совсем не иметь решений. В случае интерполяции сплайном кривая $F(x)$ состоит из кусочков, а именно, на каждом из отрезков $[x_{k-1}; x_k]$ функция $F(x)$ является кубическим полиномом.

$$F_k(x) = a_k + b_k(x - x_k) + c_k(x - x_k)^2 + d_k(x - x_k)^3, \qquad (1)$$

При этом на каждом из отрезков $[x_{k-1}; x_k]$ коэффициенты полинома $a_k, b_k, c_k, d_k$ разные [1].

Зная выражение функции на каждом промежутке, несложно определить положение отметки на шкале, которые требуются для класса данного измерительного прибора и свойственны только тому прибору, для которого производится градуировка.

Точность построения шкалы, соответствие определенной модели или эталону зависят от количества зафиксированных отметок.

Для проверки алгоритма проводится эксперимент, заключающийся в многократном измерении одной и той же величины, то есть значение ошибки. Например, при 20 зафиксированных точках общая погрешность составляет 8%, а при 100 – 0,15%. Наилучший результат можно получить, если еще больше увеличить число значений, зафиксированных с помощью камеры.

Данный алгоритм позволит уменьшить систематическую погрешность до необходимого значения.

**Литература**

1. http://ru.wikibooks.org/wiki/ – Интернет-ресурс.

## *СЕКЦИЯ 14*

## РАДИОТЕХНИКА

*Председатель – **Титов А.А.**, д.т.н., профессор каф. РЗИ;*
*зам. председателя – **Семенов Э.В.**, к.т.н., доцент каф. РЗИ*

### ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

***Б.Б. Бабуев, студент 5-го курса; А.А. Титов, д.т.н., проф.***
*ТУСУР, г. Томск, TitovAA@rzi.tusur.ru*

Широкополосные усилители мощности (ШУМ) находят применение в сверхширокополосных системах радиолокации и связи, при построении перестраиваемых генераторов, создании панорамных измерителей импедансов и модуляторов лазерного излучения. В статье приводится описание ШУМ, предназначенного для работы в составе системы кабельного телевидения и обеспечивающего местную трансляцию 5…10 каналов ТВ вещания МВ и ДМВ диапазонов в низкорасположенных жилых районах. То есть требуемый диапазон рабочих частот усилителя равен 45…700 МГц при коэффициенте усиления ШУМ 20…30 раз и глубине ручной регулировки усиления около 10 дБ.

В качестве усилительного элемента ШУМ был выбран линейный СВЧ-транзистор типа КТ939А. Для достижения повышенного КПД и сокращения стоимости усилителя проведен сравнительный анализ использования различных схемных решений построения межкаскадных корректирующих цепей [1] и выбрана цепь, обеспечивающая получение максимального коэффициента усиления отдельного усилительного каскада при заданной полосе рабочих частот усилителя и допустимой неравномерности его амплитудно-частотной характеристики. Анализ и оптимизация проводились с использованием пакета программ Microwave Office 2002 фирмы Applied Wave Research. Схема выбранной межкаскадной корректирующей цепи приведена на рис. 1.

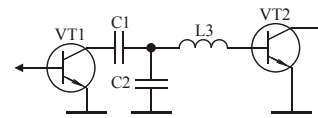



Рис. 1. Четырехполюсная реактивная межкаскадная корректирующая цепь третьего порядка

Для повышения стабильности работы усилителя и исключения влияния детекторного эффекта на его работу была выбрана схема активной коллекторной стабилизации рабочей точки усилительного каскада [1]. С целью повышения выходной мощности усилителя, соответствующей точке компрессии его амплитудной характеристики, на выходе ШУМ использован каскад со сложением напряжений [1]. Для повышения надежности работы усилителя в его состав включен стабилизатор напряжения, обеспечивающий возможность изменения питающего напряжения в диапазоне 14…25 В.

В результате была разработана принципиальная схема усилителя, представленная на рис. 2.

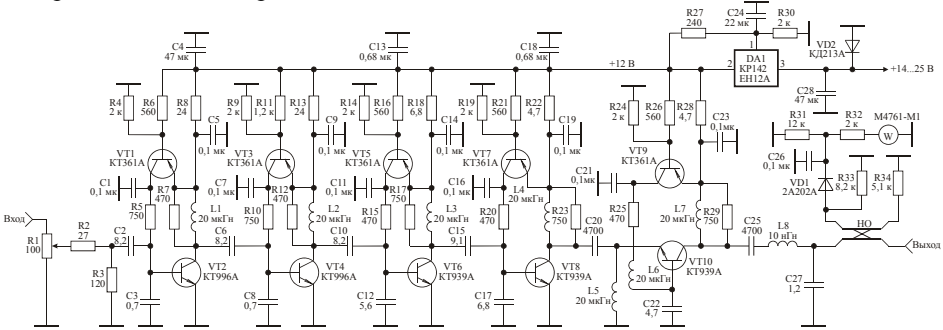



Рис. 2. Принципиальная схема широкополосного усилителя мощности

На рис. 3 приведена фотография внешнего вида разработанного усилителя.

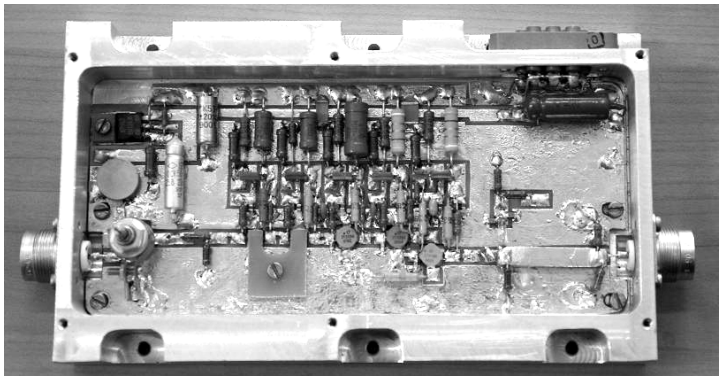


Рис. 3. Фотография внешнего вида усилителя

Настройка усилителя состоит из следующих этапов. Вначале с помощью резисторов R6, R11, R16, R21, R26 устанавливаются токи покоя транзисторов VT2, VT4, VT6, VT8, VT10. Для этого указанные резисторы поочередно заменяются потенциометрами и по измерениям напряжений на резисторах R8, R13, R18, R22, R28 определяются требуемые токи покоя транзисторов VT2, VT4, VT6, VT8, VT10. Затем впаиваются все элементы высокочастотного тракта за исключением конденсаторов C12, C17 и C22.

При включении усилителя без конденсаторов C12, C17 и C22 его амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) в режиме малого сигнала будет равномерна до частот 400...500 МГц с дальнейшим медленным спадом, составляющим на частоте 800 МГц около 4...7 дБ. Подключением конденсаторов C12, C17 следует выровнять АЧХ в области частот 500...800 МГц.

Теперь, переходя от режима малого сигнала к режиму ограничения выходных каскадов, следует с помощью варьирования значением емкости конденсатора C22 добиться максимизации величины выходной мощности усилителя в рабочем диапазоне частот.

Выходная емкость транзистора VT10 оказывается включенной параллельно нагрузке, что приводит к уменьшению максимального значения выходной мощности усилителя с ростом частоты. Для устранения указанного недостатка на выходе усилителя установлены элементы L8 и C27, образующие совместно с выходной емкостью транзистора VT10 фильтр нижних частот [1]. Поэтому с помощью варьирования в небольших пределах значением индуктивности L8 следует добиться выравнивания максимальной величины выходной мощности усилителя в рабочем диапазоне частот.

**Технические характеристики усилителя**

- максимальный уровень выходной мощности не менее 2 Вт;
- рабочий диапазон частот 45…800 МГц;
- коэффициент усиления 35 дБ;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики ±1 дБ;
- глубина регулировки усиления 12 дБ;
- напряжение питания 14…25 В;
- потребляемый ток 1,4 А;
- сопротивление генератора и нагрузки 75 Ом;
- габаритные размеры корпуса усилителя 190×110×30 мм.

**Литература**

1. *Титов А.А.* Транзисторные усилители мощности МВ и ДМВ. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. 328 с.

# ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ LABVIEW

***Р.С. Круглов, к.т.н., доцент каф. РЗИ; А.А. Шибельгут, Г.А. Суркова, аспиранты каф. РЗИ; В.С. Бодунов, студент***
*ТУСУР, г. Томск, roman.kruglov@mail.ru*

При производстве и отладке РЭА часто возникает необходимость измерения и анализа комплексного коэффициента передачи электронных цепей. Оборудование, применяемое для данных целей, имеет относительно высокую стоимость.

Недорогой альтернативой указанному классу устройств могут служить программно-аппаратные комплексы, построенные на основе стандартных цифровых генераторов и осциллографов, управление которыми осуществляется с помощью специализированных программных продуктов, например таких, как Labview [1].

В предыдущих работах авторов [2] были представлены некоторые результаты по созданию подобного измерительного комплекса на базе цифровых генератора АКИП ГСС-80 и осциллографа GW INSTEK GDS-810C. Измерительный комплекс, совместно с программным обеспечением, созданным в среде LabVIEW, может быть использован в лабораторных практикумах у студентов, обучающихся по специальностям радиотехнического профиля и принимающих участие в групповом проектном обучении.

В рамках настоящей работы была предпринята попытка оптимизации методик и алгоритмов измерения и обработки данных для сокращения времени измерения.

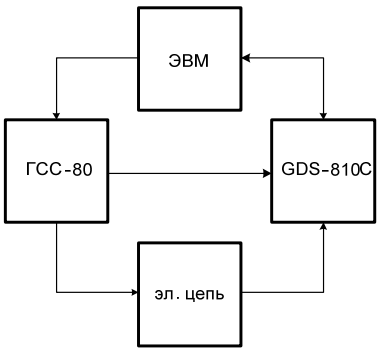


Рис. 1. Структурная схема измерительного комплекса

Структурная схема программно-аппаратного комплекса представлена на рис. 1.

Синтаксис команд управления аппаратуры, передаваемых через порт RS232, соответствует открытому стандарту команд SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) [3], появившемуся в 1990 г.

Алгоритм измерения АЧХ произвольного четырехполюсника заключается в последовательном из-

менении частоты гармонического сигнала, подаваемого с генератора, и измерении его амплитуды на выходе анализируемой цепи с помощью осциллографа. Шаг и количество измеряемых точек может быть задано по усмотрению пользователя.

Алгоритм измерения ФЧХ основан на сравнении времен задержки опорного синусоидального колебания и прошедшего через исследуемую цепь. Таким образом, ФЧХ четырехполюсника, строго говоря, может быть измерена с ошибкой в $\pi$.

На рис. 2 приведен пример измерения АЧХ и ФЧХ студенческого лабораторного макета «Резисторный каскад с общим эмиттером».

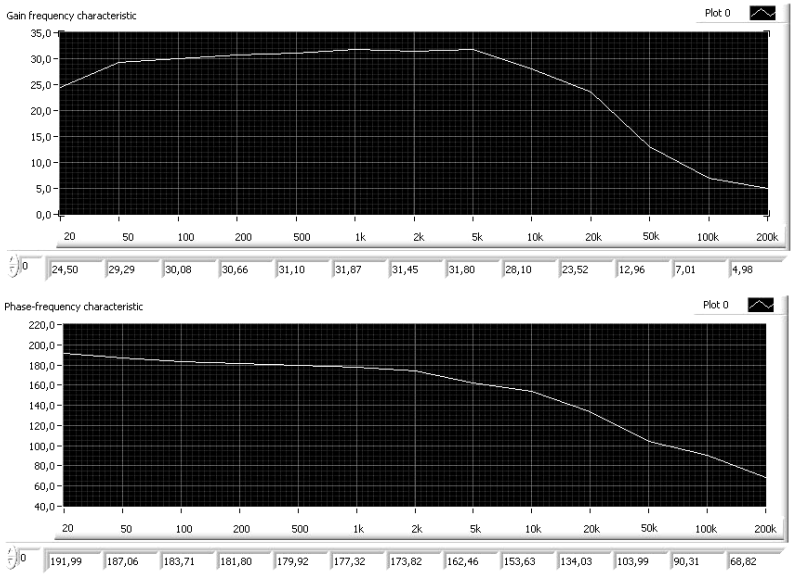



Рис. 2. Пример измерения АЧХ и ФЧХ макета

Одной из важных характеристик представляемого комплекса является время измерения. Данный параметр зависит не только от количества измерений, по которым производится усреднение результата, но и от методов измерения параметров сигнала.

Так, например, при измерении фазовой задержки сигнала, проходящего через электронный четырехполюсник, точность измерения оказывается выше, когда значение временной развертки осциллографа выбрано таким образом, что передаваемый в ЭВМ массив данных содержит только один период колебания гармонического сигнала. С другой стороны, точность измерения амплитуды сигнала внутренними средствами

цифрового осциллографа выше, когда обрабатываемый массив данных содержит несколько периодов сигнала. Из вышесказанного следует, что для достижения более высокой точности измерения следует постоянно менять значение временной развертки осциллографа, что очевидно приведет к увеличению времени измерения.

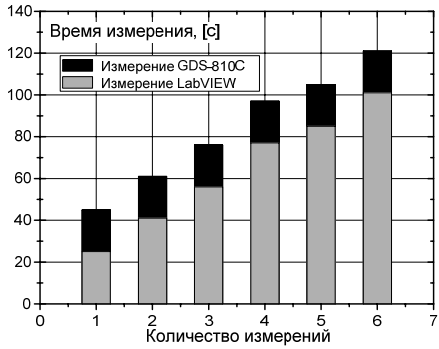


Рис. 3. Общее время измерения АЧХ и ФЧХ макета

На рис. 3 представлено общее время измерения АЧХ и ФЧХ макета для случая использования аппаратных средств измерения амплитуды сигнала осциллографом и случая измерения средствами LAbVIEW. Использование функций LabVIEW позволяет сократить время измерения на 20 с за счет уменьшения числа переключений временной развертки осциллографа.

**Литература**

1. *Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаева В.В., Материкин С.В.* Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / Под ред. Бутырина А.П. М.: ДМК Пресс, 2005. 264 с.

2. *Задорин А.С., Круглов Р.С., Шибельгут А.А.* Программно-аппаратный комплекс измерения комплексного коэффициента передачи электронных цепей // Международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Ч. 2. Томск, 2007. С. 164–166.

3. *Баженов А.* Стандарты GPIB, 488.2 и SCPI и их влияние на развитие автоматизации измерений. Мир компьютерной автоматизации онлайн, http://www.mka.ru/?p=40084.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПОИСКА ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ В ЛИНИИ ПЕРЕДАЧ

***Д.Н. Цебенко, студент 5-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, tsebenkodn@mail.ru*

В настоящее время во всем мире намечается значительный рост интереса к системам защиты информации. Одним из основных каналов

утечки является снятие информации с помощью закладных устройств. Существуют методы борьбы с закладными устройствами [1].

Одним из эффективных методов является использование рефлектометров [2].

Отметим, что закладные устройства (ЗУ) являются нелинейной неоднородностью. Классическая рефлектометрия позволяет только локализовать неоднородность не указывая на то, линейная это неоднородность или нелинейная. Так как закладные устройства часто устанавливаются в местах «естественных» неоднородностей, выявить наличие этих устройств можно только при наличии контрольной рефлектограммы чистой линии [3].

Для обнаружения нелинейности преобразования сигнала неоднородностью можно использовать метод наблюдения за нулями спектральной плотности мощности [4].

Наблюдение за нулями спектральной плотности мощности сигнала позволяет при одновременном наличии реактивных и нелинейных эффектов выяснить, явилась ли трансформация формы или спектра импульсного или шумоподобного сигнала результатом только линейного преобразования, или нелинейные эффекты также значительны.

Данный метод реализован в векторном импульсном измерителе характеристик цепей Р4-И-01 [5]. Этот прибор позволяет определить наличие нелинейных неоднородностей в линии передач.

Прибор предназначен для проведения измерений временных, частотных характеристик устройств, а также характеристик нелинейности преобразования сигнала устройством. Прибор работает под управлением компьютера с установленным программным обеспечением «Импульс М». Использованный в данном ПО метод измерений защищен патентом РФ № 2227921.

Для исследования возможностей использования данного прибора создан имитатор линии передачи с включенным в него закладным устройством. Закладное устройство было выбрано простое с нелинейным элементом. Полная структурная схема проводимого опыта представлена на рис. 1.

Результаты тестирования линии передачи с закладным устройством приведены на рис. 2.

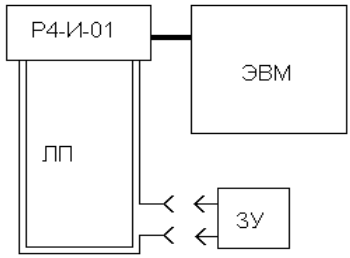



Рис. 1. Структурная схема. Р4-И-01 − векторный импульсный измеритель характеристик цепей; ЛП − линия передач; ЭВМ − электронная вычислительная машина; ЗУ − закладное устройство

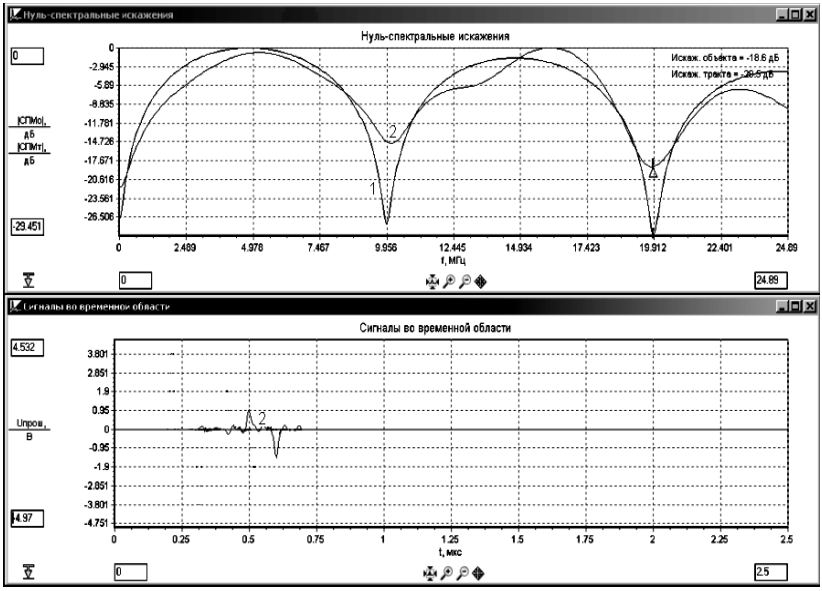



Рис. 2. Рефлектограмма закладного устройства, подключенного в телефонную линию передачи: кривая 1 − чистая линия передач; кривая 2 − линия передачи с закладным устройством

Можно видеть, что по сигналу во временной области нельзя сделать надежный вывод о том, нелинейная неоднородность или нет, в то время как на графике спектра нелинейность исследуемого объекта очевидна.

**Литература**

1. *Торокин А.А.* Основы инженерно-технической защиты информации. М.: Ось-89, 1998. 336 с.

2. Локатор-рефлектометр «БОР-1» [Электронный ресурс]. http://www.vikhr.ru/product, 136.

3. Нелинейная видеоимпульсная рефлектометрия [Электронный ресурс]. http://edwardsemyonov.narod.ru/know-how/nonlinear _reflecto metry.html.

4. *Семенов Э.В.* Синтез сверхширокополосных тестовых сигналов для обнаружения нелинейного преобразования сигнала путем наблюдения за нулями его спектральной плотности мощности // Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике: Сб. докл. Всерос. научн. конф. Муром, 2003. С. 99–103.

5. Руководство по эксплуатации векторного импульсного измерителя характеристик цепей Р4-И-01 [Электронный ресурс].

http://www.impulsem.ru/downloads/expl_/mfnoul(ru).pdf.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО СПЛИТТЕРА ДИАПАЗОНА 0…20 ГГц

***А.В. Фатеев, студент 5-го курса РТФ; Г.Г. Гошин, д.ф.-м.н., профессор***
*ТУСУР, г. Томск, fateev_alexey@mail.ru*

Развитие современных приборов для измерения характеристик цепей связано с расширением их функциональных возможностей, улучшением технических характеристик, переходом в диапазон СВЧ, расширением полосы пропускания. К таким приборам предъявляются жесткие требования, как к прибору в целом, так и к его составным частям.

В панорамных векторных и скалярных измерителях характеристик цепей идущий от генератора сигнал разделяют на два равных сигнала – опорный и сигнал, идущий через измерительный тракт [1, 2]. Затем измеренный сигнал сравнивается с опорным. Для уменьшения погрешностей, связанных с малой развязкой между разделяемыми сигналами, применяют делители мощности (сплиттеры) [3], у которых развязка между разделенными сигналами составляет не 6 дБ, как у стандартных делителей мощности, а равна 12 дБ [4]. Схема такого сплиттера приведена на рис. 1.

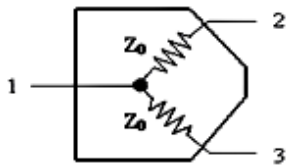


Рис. 1. Схема сплиттера

Модули элементов матрицы рассеяния сплиттера определяются соотношениями:

$|S_{11}| = 0$; $|S_{22}| = |S_{33}| = 0{,}25$; $|S_{21}| = |S_{31}| = 0{,}5$ (6 дБ); $|S_{23}| = |S_{32}| = 0{,}25$ (12 дБ).

По электрической схеме рассчитываются входные сопротивления каждого плеча сплиттера при $Z_0 = 50$ Ом, совпадающем с волновым сопротивлением подводящих линий. Значения входных сопротивлений равны

$$Z_1 = 50 \text{ Ом}; \quad Z_2 = Z_3 = 83{,}3 \text{ Ом}.$$

Сверхширокополосный сплиттер можно реализовать в микрополосковом исполнении с использованием распределенных элементов. Проектирование выполним на основе высокодобротной трехслойной полосковой линии, которая описана в [5]. Для минимизации размеров выберем подложку толщиной 0,254 мм из поликора с $\varepsilon = 9{,}8$. Рассматриваемая структура должна подключаться к внешним линиям с волновыми сопротивлениями $Z_0 = 50$ Ом. При использовании полосковой линии сопротивление резистора $Z_0$ на каждом плече реализуется посредством двух параллельно включенных пленочных резисторов с сопротивлениями $2Z_0$.

При моделировании выбранной топологии сплиттера (рис. 2) не удалось получить хорошее согласование и равномерность электрических параметров в заданной полосе частот, поскольку ширина проводников в

высокодобротной линии была ограничена технологическими возможностями изготовления и не обеспечивала нужного волнового сопротивления. В ходе моделирования была взята минимально возможная ширина полоскового проводника, равная 1 мм.

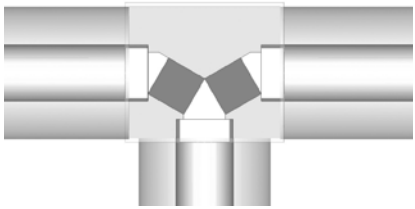


Рис. 2. Топология сплиттера

Корпус сплиттера разборный. Для согласования в проектируемой модели верхняя и нижняя части корпуса были выполнены рельефными, в виде пирамиды. Это обеспечило увеличение рабочей полосы частот и выравнивание частотных характеристик модулей коэффициентов матрицы рассеяния. Такая геометрия эквивалентна включению согласующего трансформатора, решающего проблему согласования волновых сопротивлений на подводящих портах. Размер камеры спроектированного сплиттера составляет 3×4×5 мм, что допускает возможность его конструктивного позиционирования в любом приборе.

На рис. 3 приведены частотные зависимости модулей элиментов матрицы рассеяния сплиттера. Видно, что спроектированный сплиттер дает в заданном частотном диапазоне практически равномерные переходные характеристики: ответвление 6,6±0,4 дБ; развязка 12±0,8 дБ; КСВН от входного порта не более 1,16; КСВН от ответвленных портов не более 2,05.

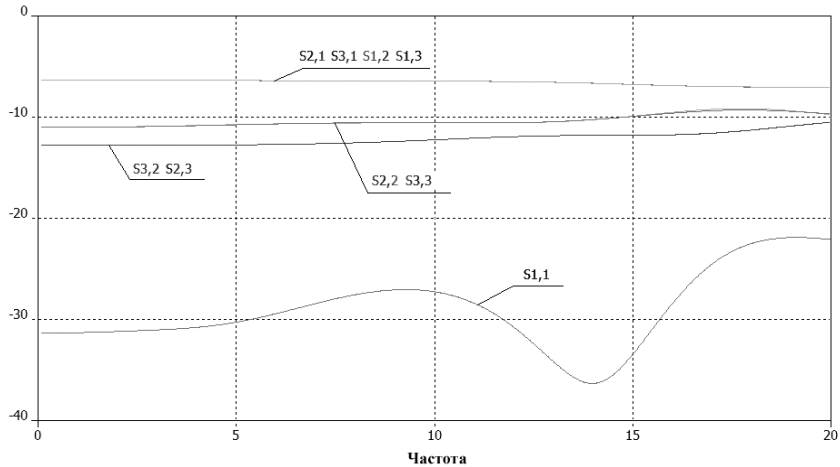



Рис. 3. Частотные характеристики модулей коэффициентов матрицы рассеяния сплиттера

Данная работа выполнена в рамках Соглашения о совместной деятельности между ТУСУР (кафедра СВЧ и КР) и НПФ «Микран».

**Литература**

1. *Bryant G.H.* Principles of Microwave Measurement // IEE Electrical Measurement Series 5. 1993. 417 p.

2. *Hiebel M.* Fundamentals of Vector Network Analysis // R&S. 2007. 420 p.

3. Сверхширокополосные микроволновые устройства / Под ред. А.П. Креницкого и В.П. Мещанова. М.: Радио и связь, 2001. 560 с.

4. http://www.home.agilent.com/cgi-bin/pub/agilent/library

5. *Ганстон М.А.Р.* Справочник по волновым сопротивлениям фидерных линий СВЧ: Пер. с англ. / Под ред. А.З. Фрадина. М.: Связь, 1976. 152 с.

## МАЛОШУМЯЩИЙ ЗАДАЮЩИЙ ГЕНЕРАТОР СИНТЕЗАТОРА КОГЕРЕНТНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ РЛС

***Т.А. Голикова, студентка каф. ПрЭ; А.В. Голиков, начальник сектора ИС СКТБ «Микроэлектроника» ОАО НИИПП***

*ТУСУР, г. Томск, tantom@inbox.ru*

В общем случае генератором называют устройство, представляющее совокупность резонатора, нелинейного элемента, внешнего источника энергии и нагрузки, вырабатывающее незатухающие гармонические колебания.

Резонатор служит для поддержания незатухающего колебания необходимой частоты. Для компенсации неизбежных диссипативных потерь энергии в резонаторе служат нелинейный элемент и внешний источник энергии, при этом нелинейный элемент играет роль трансформатора связи между резонатором и источником энергии. Нагрузка генератора служит приемником колебаний и средством их передачи во внешние цепи.

Резонатор может быть выполнен с использованием любого физического эффекта, имеющего ярко выраженную резонансную характеристику. Это может быть LC-контур, отрезок длинной линии, пьезоэлектрический элемент, магнитострикционный элемент и т.д. Резонатор определяет основную характеристику любого генератора – форму спектральной линии, т.е. ее ширину при любой заданной отстройке от основной частоты. Форма спектральной линии генератора как устройства с положительной обратной связью приближенно определяется квадратом кривой добротности резонатора. Количественной мерой описания формы спектральной линии генератора является так называемый фазовый шум, который представляет собой долю полной энергии колебания, заключенную в полосе 1 Гц при заданной отстройке от центральной частоты.

Для построения малошумящего генератора с узкой спектральной линией резонатор должен иметь максимально возможную (нагруженную) добротность:

$$Q = \frac{E_0}{E_D}, \tag{1}$$

где $E_0$ – полная энергия колебания, $E_D$ – энергия рассеяния. В случае электрических генераторов добротность удобно представить в виде

$$Q = \frac{\rho}{R_D}, \tag{2}$$

где $\rho$ – волновое сопротивление колебательной системы, $R_D$ – сопротивление рассеяния.

При проектировании малошумящих генераторов необходимо иметь в виду следующие обстоятельства:

1. Резонатор должен иметь максимально возможную нагруженную добротность; при этом следует учитывать, что сверхвысокое значение добротности резонатора может помешать достижению необходимой полосы перестройки генератора, т.е. малошумящий генератор не может иметь широкой полосы перестройки, если только управляющий элемент не изменяет геометрической формы резонатора.

2. Коэффициент включения нелинейного элемента должен быть минимальным из возможных, при этом должен соблюдаться баланс амплитуд генератора. Иными словами, коэффициент передачи в петле обратной связи должен быть больше единицы. Кроме того, нелинейный элемент должен быть очень высокого качества и обладать широкой полосой пропускания и высоким усилением. Для маломощных генераторов СВЧ-диапазона наиболее подходящими являются современные биполярные гетероструктурные транзисторы.

3. Коэффициент включения управляющего элемента должен быть минимально возможным, при этом управляющий элемент должен обеспечивать необходимый диапазон перестройки. Управляющий элемент также должен быть высокого качества, т.е. обладать минимальными тепловыми потерями (высокой собственной добротностью).

4. Для минимизации влияния нагрузки на выходную характеристику генератора необходимо, чтобы сопротивление нагрузки было чисто активным (реактивные сопротивления оказывают влияние на резонансную частоту). Кроме того, следует использовать буфер в виде усилителя, аттенюатора или их сочетания для того, чтобы иметь возможность подключения к выходу генератора приемных устройств с произвольным КСВН.

5. Кроме вышеперечисленных мер по минимизации диссипации энергии в нагруженном резонаторе, следует учитывать так называемые избыточные («надтепловые», или «фликкер-», или «1/f-») шумы, которые связаны обычно с несовершенством кристаллической решетки полупроводникового материала нелинейного и управляющего элементов. Эти факторы мало влияют на добротность, однако за счет нестационарного мгновенного заряда изменяется реактивная составляющая сопротивления указанных элементов, включенных в резонатор, что приводит к спонтанным флуктуациям частоты.

Представленный на рис. 1 генератор спроектирован с учетом изложенных соображений.

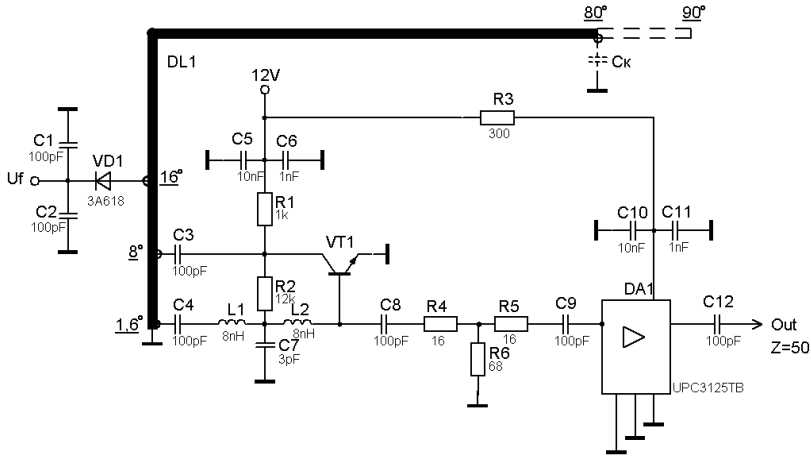



Рис. 1. Генератор, управляемый напряжением.
Схема электрическая принципиальная

Генератор построен по схеме узкополосного резонансного усилителя с активным элементом – транзистором VT1 типа BFP520 фирмы Infineon. Резонатор с $Q_0 = 360$ выполнен в виде короткозамкнутого микрополоскового волновода с электрической длиной $\lambda_0/4$, где $\lambda_0$ – длина волны на центральной частоте. На схеме индексов с размерами градуса указываются физические точки подключения узлов цепей к резонатору. Резонатор укорочен на 10º из-за наличия перестроечного варактора и реактивности коллекторной цепи транзистора. Для электронного управления перестройкой частоты к резонатору в точке 16º подключен варакторный диод VD1 3A618. Положительная обратная связь в генераторе замыкается фазосдвигающей цепью L1-C7-L2, подключенной к резонатору в точке 1,6º. Указанная конфигурация функциональных цепей обес-

печивает амплитудно-фазовый баланс и необходимый диапазон перестройки 1120–1150 МГц при минимальном снижении добротности ($Q_L$ = 120–180). Нагрузкой генератора является входная цепь буферного усилителя DA1 с омическим 6дБ-аттенюатором R4 – R6, обеспечивающая дополнительную развязку от нагрузки потребителя не менее 40 дБ. Перестройка генератора осуществляется подачей напряжения внешнего источника 3–9 В. Схема питается напряжением 12 В и потребляет ток 25 мА. Режим генераторного транзистора по постоянному току стабилизирован токоограничивающим резистором R1 и резистором обратной связи R2. Мощность колебания на выходе устройства в диапазоне частот 1120–1150 МГц составляет 2 мВт. Уровень фазового шума при отстройке 10 кГц в диапазоне рабочих частот не превышает –105 дБн/Гц. Генератор выполнен на подложке из керамики «Поликор» размерами 25×10×1 мм$^3$, заключенной в герметичный металлический корпус.

**Литература**

1. VCO Designer's Handbook («Руководство по проектированию генераторов, управляемых напряжением»). VCO/HB-01, 2001.

## О ПРИМЕНЕНИИ MATLAB R2006B ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ЗАДАЧ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ

***Д.А. Конкин, студент, 3-го курса РТФ; Е.Ю. Агеев, к.т.н., доцент; Н.Д. Хатьков, к.т.н., доцент; Р.В. Литвинов, к.ф.-м.н., доцент***

*ТУСУР, каф. РЗИ, г. Томск, godd@sibmail.com*

Численное интегрирование нелинейных дифференциальных уравнений математической физики является мощным инструментом исследования различных процессов в реальных физических системах [1]. Возможности такого интегрирования заложены в стандартных функциях современных математических пакетов MathCad, Matlab, Maple V, Mathematica [2, 3]. В настоящее время ТУСУР является лицензированным пользователем пакета Matlab. Рассмотрим возможности этого пакета для численного решения граничной задачи (задачи Штурма–Лиувилля), поставленной для обыкновенного дифференциального уравнения, разрешенного относительно старшей производной.

Решение задач Штурма–Лиувилля осуществляется с помощью стандартной функции-солвера «bvp4c». Вызов функции-солвера осуществляется посредством присвоения некоторой переменной значений, вычисляемых функцией

$$sol = \text{bvp4c}\left(@odefun, @bcfun, solinit, options\right). \quad (1)$$

Как видно из формулы (1), солвер является функцией четырех аргументов. Рассмотрим связь этих аргументов с исходными данными граничной задачи.

Аргумент *Odefun* является векторным и предназначен для определения дифференциального уравнения. Формат этого аргумента требует представления исходного уравнения в виде канонической системы дифференциальных уравнений [4]. Продемонстрируем это на примере следующего уравнения, описывающего формирование поля пространственного заряда $E$ в фоторефрактивном кристалле под действием светового поля с одномерным распределением интенсивности $I(\zeta)$

$$\frac{d^2E}{d\zeta^2} = \left(E_q + \frac{dE}{d\zeta}\right)\left\{\frac{1}{E_m^2 - E^2}\left[\frac{E_\mu}{E_q}\left(E_q + \frac{dE}{d\zeta}\right)E - 2E\frac{dE}{d\zeta}\right] + \frac{1}{I_d + I}\frac{dI}{d\zeta}\right\}, \quad (2)$$

где $E_q = \left(q_e N_a \Lambda\right)/\left(\varepsilon_0 \varepsilon_r 2\pi\right)$; $E_\mu = \Lambda/\left(2\pi\mu\tau_r\right)$; $\tau_r = 1/\left(\gamma_d N_a\right)$ $q_e$ – элементарный заряд; $N_a$ – концентрация акцепторов; $\varepsilon_0$ и $\varepsilon_r$ – фундаментальная электрическая постоянная и относительная диэлектрическая проницаемость соответственно; $\Lambda$ – характерный масштаб неоднородности; $\mu$ – подвижность электрона; $\gamma_d$ – коэффициент рекомбинации; $E_m$ – амплитуда внешнего поля.

Соответствующая уравнению (2) каноническая система может быть представлена в виде

$$\begin{bmatrix} \dfrac{dE}{d\zeta} \\ \dfrac{dE'}{d\zeta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E' \\ \left(E_q + E'\right)\left\{\dfrac{1}{E_m^2 - E^2}\left[\dfrac{E_\mu}{E_q}\left(E_q + E'\right)E - 2EE'\right] + \dfrac{1}{I_d + I}\dfrac{dI}{d\zeta}\right\} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

В аргументе *Odefun* отражена информация о правой части векторного дифференциального уравнения (3).

Аргумент *Bcfun* задает граничные условия. Для рассматриваемого уравнения и интенсивности в виде функции Гаусса

$$I(\zeta) = I_0 \exp\left(-\zeta^2 \Big/ \left(4\pi^2\right)\right)$$

эти условия могут быть сформулированы в виде

$$E(-30) = E(30) = 0.$$

Аргумент *Solinit* – структура, содержащая в себе значения точек, в которых должно быть найдено решение граничной задачи, начальное приближение функции и ее производной в этих точках. Для решения уравнения (3) было использовано следующее начальное приближение:

$$E_{\text{пр}}(\zeta)=\begin{cases}\left(0{,}98E_{\text{пр1}}E_m\right)\Big/\left|E_{\text{пр1}}\right|, \text{ если}\left|E_{\text{пр1}}\right|\geq 0{,}98E_m,\\ E_{\text{пр1}}, \text{ если}\left|E_{\text{пр1}}\right|\leq E_m,\end{cases} \quad (4)$$

где $E_{\text{пр1}}=I'(\zeta)\Big/\left(I_d+I(\zeta)\right)$. Зависимость $E_{\text{пр}}(\zeta)$ представлена на рис. 1 пунктирной кривой.

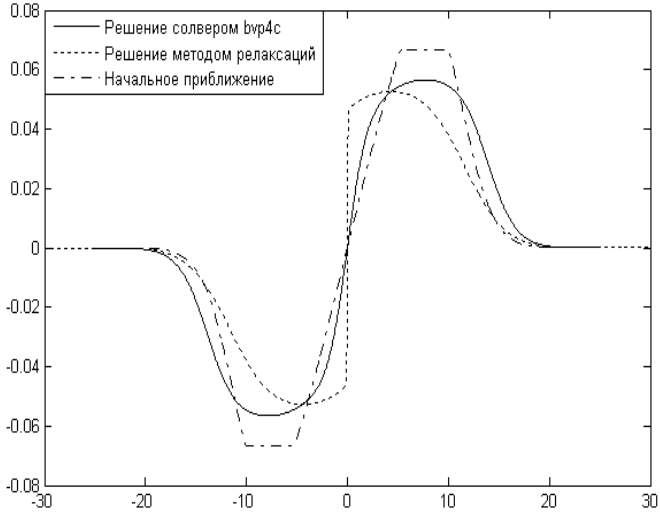



Рис. 1. Графическое окно системы Matlab с изображением начального приближения (пунктирная кривая), найденного численного решения (сплошная кривая) и решения, взятого из работы [6]

Производная от функции (4) находилась численно при использовании центральной конечно-разностной аппроксимации [5].

Аргумент *options* позволяет варьировать допустимые абсолютную и относительную погрешности решения и размерность координатной сетки. С его помощью можно задавать якобианы вычисляемой функции и граничных условий в аналитическом виде. Аргумент *options* формируется с помощью функции bvpset, которая создает управляющую структуру.

Приведем пример задания одного из допускающих варьирование аргументов *options*:

*options* = bvpset('*параметр*',значение)

«Значение» может быть как числовым в случае погрешностей и размерности сетки, так и ссылкой на функцию в случае якобиана.

В результате решения солвер создает структуру sol, содержащую поля «*x*», «*y*», «*yp*». В поле «*x*» содержатся значения переменной. В поле

«*y*» содержатся значения вычисленной функции в соответствии со значением *x*, а в поле «*yp*» содержатся значения производной этой функции. Для получения решения необходимо вызвать из структуры соответствующее поле, в нашем примере для вызова значений функции это будет выглядеть следующим образом:

*sol.y*

При помощи солвера bvp4c было выполнено численное интегрирование рассмотренного выше примера задачи Штурма–Лиувилля. Полученная зависимость $E(\zeta)$ представлена на рис. 1 сплошной кривой. Здесь же штрихпунктирной кривой представлена зависимость $E_*(\zeta)$, взятая из работы [6], полученная при численном интегрировании такой же задачи релаксационным методом на основе итераций Ньютона.

Из рис. 1 видно сильное расхождение между решением, взятым из работы [6], и решением, найденным солвером Matlab. В работе [7] показано, что решение в окрестности точки = 0 имеет вид гиперболического тангенса, описывающего сингулярное переключение поля пространственного заряда с «минуса» на «плюс». Найденное здесь решение этому условию не удовлетворяет. Это обусловлено тем, что процедура поиска солвером аппроксимирующей сеточной функции при помощи метода коллокации приводит к сглаживанию сингулярностей, присутствующих в истинном решении.

Таким образом, использование солвера bvp4c системы Matlab для решения нелинейных сингулярных задач Штурма–Лиувилля требует параллельного контроля точности вычислений на основе других численных или аналитических методов. Это делает его малоудобным при численном анализе нелинейных физических систем.

**Литература**


1. *Ильина В.А., Силаев П.К.* Численные методы для физиков-теоретиков. М.-И.: Институт компьютерных исследований, Т. 1. 2003, 132 с.; т. 2. 2004. 118 с.

2. *Гурский Д., Турбина Е.* Вычисления в MathCad 12. СПб.: Питер, 2006. 544 с.

3. *Эдвардс Ч.Г., Пенни Д.Э.* Дифференциальные уравнения и краевые задачи: моделирование с помощью Mathematica, Maple и Matlab. М.: Вильямс, 2007. 1104 с.

4. *Айнс Э.Л.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. Харьков: Государственное научно-техническое издательство Украины, 1939. 719 с.

5. *Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л.* Численные методы. М.: Физматлит, 2004. 400 с.

6. *Galvo G.F., Sturman B.I., Agullo-Lopez F. and Carrascosa M.* // Physical Review Letters. 2002. Vol. 89. No. 3. P. 033902-1.

7. *Galvo G.F., Sturman B.I., Agullo-Lopez F. and Carrascosa M.* // Physical Review Letters. 2002. Vol. 84. No. 17. P. 3839–3842.

# ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ МЕАНДРОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ ЯЧЕЕК

***Д.И. Басов, студент 3-го курса каф. РЗИ;***
***К.М. Кузьмин, С.Н. Питченко, инженеры Сибирьтелеком;***
***Р.В. Литвинов, к.ф.-м.н., доцент, каф. РЗИ***
*ТУСУР, Сибирьтелеком, г. Томск,*
*pitchenkos@tomsk.sibirtelecom.ru litvinovrv@rzi.tusur.ru*

Гигантская оптическая нелинейность нецентросимметричных электрооптических фоторефрактивных кристаллов, хорошо проявляющаяся при низких световых интенсивностях порядка мВт/см$^2$, сделала возможным их применение для усиления слабых оптических сигналов, обращения волнового фронта, формирования оптической памяти, в том числе ассоциативной, создания устройств адаптивной интерферометрии и др. [1, 2]. Приложение внешнего меандрового электрического напряжения к фоторефрактивным кристаллам значительно расширяет функциональные возможности и улучшает характеристики фоторефрактивных ячеек [1–3].

Значительное увеличение фоторефрактивного отклика достигается в случае, когда напряженность электрического поля, приложенного к кристаллу, имеет порядок 10 кВ/см. При характерной толщине кристалла от нескольких миллиметров до одного сантиметра амплитуда $U_m$ меандрового напряжения на выходе генератора должна достигать значений 5÷10 кВ/см [2–4]. Другим важным параметром, определяющим эффективность увеличения фоторефрактивного отклика, является частота прикладываемого к образцу напряжения. Для кристаллов группы силленитов она должна лежать в диапазоне от нескольких сотен Гц до нескольких кГц [2–4]. Для полупроводниковых фоторефрактивных кристаллов она достигает сотен кГц. При проектировании источников меандрового напряжения можно считать их нагрузку емкостной, не превышающей величины $C_н$ = 5 пФ [5].

Низкочастотный высоковольтный генератор меандрового напряжения был успешно реализован по трансформаторной схеме на магнитопроводе ПК40×18 из феррита НМС3000. Для увеличения электрической прочности и уменьшения межвитковых емкостей вторичная высоковольтная обмотка была выполнена многосекционной. Расчет параметров трансформатора, оптимизированных с точки зрения минимизации искажений меандровой формы напряжения, был выполнен методами теории цепей с распределенными параметрами [6]. В его основу было положено согласование выходной обмотки трансформатора с емкостной нагрузкой при помощи резистора с сопротивлением, равным волновому (рис. 1). Можно показать, что каждый виток трансформатора имеет свое время

задержки, которое может быть оценено на основе данных по времени задержки 4–6 нс на каждый метр провода вторичной обмотки. Очевидно, что время нарастания выходного напряжения не может быть меньше, чем время задержки.

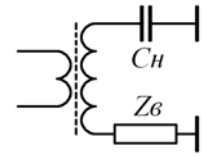


Рис. 1

Созданные образцы низкочастотного генератора меандрового напряжения имеют следующие характеристики: регулируемая амплитуда выходного напряжения 1÷8 кВ, регулируемая частота 1÷5 кГц, время нарастания выходного напряжения по уровням от $-0{,}8U_{max}$ до $0{,}8U_{max}$ – 24 мкс, амплитуда выброса не более 5% $U_{max}$, потребляемая мощность 30 Вт при максимальном выходном напряжении и частоте 5 кГц. В генераторах предусмотрена защита фоторефрактивного кристалла от электрического пробоя, что исключает возможность их механического повреждения высоковольтным электрическим разрядом. Масса генератора составляет величину 2,5 кг, а габариты – 25×20×15 см$^3$.

С увеличением частоты высоковольтного меандрового напряжения до нескольких МГц, существенное влияние на массогабаритные показатели и экономичность генераторов, выполненных по трансформаторной схеме, оказывает мощность, необходимая для перезаряда емкости нагрузки, которая в конечном итоге рассеивается переключающими элементами. Расчет показывает, что величина рассеиваемой мощности в этом случае может достигать порядка 10 кВт. Это делает малоперспективной разработку высоковольтных меандровых генераторов по трансформаторной схеме в области высоких частот.

Одним из эффективных методов построения высоковольтных высокочастотных меандровых генераторов может оказаться использование четвертьволнового резонатора на длинной линии. В этом случае энергия циркулирует внутри резонатора, а ключи только компенсируют потери, вносимые резонатором, определяемые его добротностью. Резонатор также осуществляет трансформацию входного напряжения. Как известно [7], в частотном спектре меандра отсутствуют четные гармоники. Четвертьволновой резонатор также имеет резонансы на основной частоте и на частотах высших нечетных гармоник. Это делает возможным резонансную трансформацию напряжения меандровой формы с малыми искажениями, обусловленными дисперсией и затуханием эквивалентной длинной линии. При оценке этих искажений можно использовать известные соотношения для длинных линий при гармоническом воздействии [6].

Расчеты, выполненные для емкостной нагрузки, показывают, что одновременный резонанс на всех гармониках входного напряжения не

реализуется. Однако режим линии с отстройкой $a$ от резонанса, при котором формируется выходное напряжение с формой, близкой к меандру, существует. На рис. 2 показаны временные формы выходного напряжения для добротности резонатора $Q = 1200$, волнового сопротивления $\rho = 100$ Ом и трех различных отстроек $a = -199{,}5; -201{,}5; -203{,}5$. Расчетные параметры генератора, соответствующие оптимальному режиму (см. рис. 2, *а*), следующие: амплитуда входного напряжения и тока 8,28 В и 100 А, амплитуда выходного напряжения 10 кВ, время нарастания 12,6 нс, питающая генератор мощность 828 Вт.

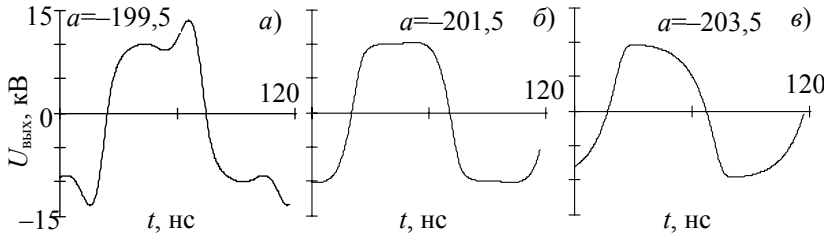


Рис. 2

**Литература**


1. *Gunter P., Huignard J.P., eds.* Photorefractive materials and Their Applications. Berlin; Heidelberg: Springler; Verlag, 1989. 295 p.

2. *Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В.* Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. СПб.: Наука, 1992. 315 с.

3. *Литвинов Р.В.* Фоторефрактивные голограммы в нецентросимметричных кристаллах. Томск: Изд-во ТГУ, 2007, 498 с.

4. *Stepanov S.I., Petrov M.P.* // Opt. Commun. 1985. Vol. 53, № 5. P. 292–295.

5. *Питченко С.Н., Шандаров С.М., Литвинов Р.В., Якимов Д.В.* Тез. докл. научно-практической конференции по техническим наукам и высоким технологиям. Томск, 1995. С. 22.

6. *Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.* Основы теории цепей.М.: Энергия, 1975. 752 с.

7. *Баскаков С.И.* Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1983. 536 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ СЛОИСТЫХ СРЕД МЕТОДОМ ЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

***К.М. Кузьмин, Д.И. Басов, студенты, 3-го курса РТФ;***
***А.А. Шибельгут, В.В. Пентюгов, аспиранты;***
***Р.С. Круглов, к.т.н., доцент; Р.В. Литвинов, к.ф.-м.н., доцент;***
***Б.И. Авдоченко, к.т.н., доцент***
*ТУСУР, каф. РЗИ, г. Томск, ShibelgutAA@rzi.tusur.ru*

В настоящее время подповерхностная радиолокация получила широкое применение в археологии, геофизике, при оценке состояния дорог и т.д. [1]. Одной из актуальных проблем ближнепольной радиолокации является обработка отраженного сигнала с целью извлечения информации о распределении диэлектрической проницаемости по глубине зондируемой среды.

В случае когда не требуется обработки отраженного сигнала в реальном масштабе времени, эта проблема может быть решена при помощи частотного сканирования слоистой среды [1–5]. При использовании этого метода информация о подповерхностной диэлектрической структуре зондируемой среды извлекается из частотной зависимости комплексного коэффициента отражения [2]. Для создания малогабаритных систем подповерхностной радиолокации удобно использовать вибраторные антенны [4–6]. При этом коэффициент отражения от зондируемой среды на частоте $f$ радиосигнала

$$\dot{K}_U(f)=\frac{\dot{U}_{ref}(f)}{\dot{U}_{inc}(f)} \qquad (1)$$

связан с входным сопротивлением вибратора при помощи простого аналитического соотношения

$$\dot{Z}_{in}(f)=\rho\frac{1+\dot{K}_U(f)}{1-\dot{K}_U(f)}, \qquad (2)$$

где $\dot{U}_{ref}(f)$ и $\dot{U}_{inc}(f)\pm$ – напряжения отраженной и падающей волн в измерительной линии соответственно; $\rho$ – волновое сопротивление линии. Отметим, что формула (2) справедлива при калибровке измерительной линии для замкнутых плеч вибраторной антенны.

Структурная схема экспериментального комплекса, предназначенного для лабораторной отработки методики частотного сканирования слоистой среды с целью определения комплексной диэлектрической проницаемости и толщины слоев, представлена на рис. 1.

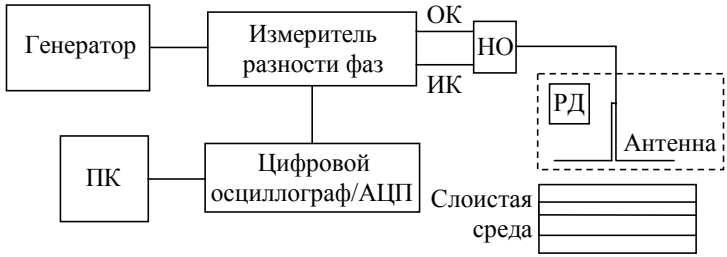



Рис. 1. Структурная схема экспериментального комплекса

В комплексе применена автоматизированная схема изменения высоты вибратора над зондируемой средой. В ее основу положено использование реверсивного двигателя (РД), управляемого программной оболочкой комплекса, реализованной в среде LabView. Генерируемый сигнал с опорного канала (ОК) через направленный ответвитель (НО) поступает на измеритель разности фаз (ИРФ) и вибраторную антенну. Отраженный сигнал с измеряемого канала (ИК) возвращается на ИРФ. Различие в параметрах сигнала опорного и измеряемого каналов определяет ИРФ, с выхода которого данные об измерениях поступают через АЦП в компьютер (ПК). Программная оболочка комплекса связывает осциллограф и ПК, а также позволяет обработать полученные данные. Фотография описанного здесь экспериментального комплекса представлена на рис. 2.

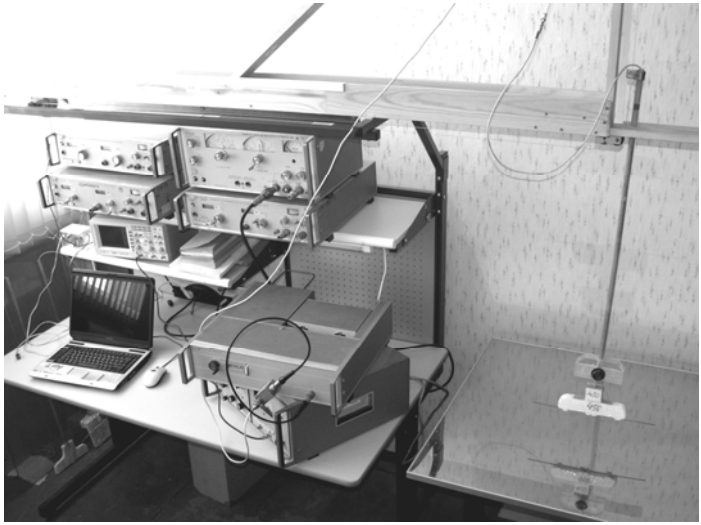


Рис. 2. Экспериментальный комплекс

Отметим, что плоскость, на которой размещается макет слоистой среды, металлизирована. В отсутствие макета это позволяет замкнуть плечи вибратора через эту плоскость, что облегчает калибровку измерительной линии.

Таким образом, экспериментальный комплекс, представленный в данной работе, позволяет в лабораторных условиях эффективно получать и выполнять первичную обработку данных ближнепольного зондирования слоистых сред. Этот комплекс является прототипом измерительной части, разрабатываемой в настоящее время на кафедре РЗИ ТУСУРа малогабаритной системы подповерхностной радиолокации.

**Литература**

1. Вопросы подповерхностной радиолокации / Под ред. А.Ю. Гринева. М.: Радиотехника, 2005. 416 с.

2. *Резников А.Е.*, *Копейкин В.В.*, *Морозов П.А.*, *Щекотов А.Ю.* Разработка аппаратуры, методов обработки данных для электромагнитного подповерхностного зондирования и опыт их применения // УФН. 2000. Т. 170. № 5. С. 565–568.

3. *Tijhuis A.G.*, *Worm C.V.D.* Iterative approach to the frequency-domain solution of the inverse-scattering problem for an inhomogeneous lossless dielectric slab // IEEE Tran. Ant. & Prop. 1984. Vol. AP-32. No. 7. P. 711–716.

4. *Козулин Ю.Н.* К теории частотного электромагнитного зондирования многослойных структур // Изв. АН СССР. Серия геофиз. 1960. № 8. С. 1204–1212.

5. *Шахсуваров Д.Н.* Методика интерпретации результатов наблюдений электромагнитного поля при дипольном зондировании // Изв. АН СССР. Серия геофиз. 1956. № 5. С. 497–503.

6. *Эненштейн Б.С.* К методике интерпретации кривых электромагнитных зондирований // Изв. АН СССР. Серия геофиз. 1957. № 12. С. 1515–1519.

## ИМПЕДАНС ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВИБРАТОРА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ НАД СЛОИСТОЙ СРЕДОЙ

***А.А. Шибельгут, В.В. Пентюгов, аспиранты;***
***Б.И. Авдоченко, к.т.н., доцент; Р.В. Литвинов, к.ф.-м.н., доцент***
*ТУСУР, каф. РЗИ, г. Томск, ShibelgutAA@rzi.tusur.ru*

Создание малогабаритных антенных датчиков, предназначенных для определения профиля диэлектрической проницаемости слоистых сред с характерным масштабом неоднородности по глубине 1 см, является перспективным направлением ближнепольной радиолокации [1, 2]. В качестве антенны измерительной линии удобно использовать электрический и магнитный вибраторы [2, 3].

Информация о подповерхностной структуре почвогрунта может извлекаться из зависимостей комплексного входного сопротивления вибратора $\dot{Z}_{in}$ от различных параметров [4, 5]. В случае когда не существенна скорость обработки данных отражения радиоволн от зондируемой среды, можно использовать метод частотного сканирования [4]. При этом в случае большого частотного диапазона, в котором производится сканирование, необходимо использовать несколько вибраторных антенн [3]. Освободиться от этого неудобства позволяет определение структуры почвогрунта по зависимости $\dot{Z}_{in}(h)$ входного сопротивления вибратора от высоты $h$ над зондируемой средой.

В данной статье представлено сравнение результатов теоретического расчета зависимости $\dot{Z}_{in}(h)$ с экспериментальными данными.

После калибровки измерительной линии для замкнутых плеч вибраторной антенны коэффициент отражения линии по напряжению $\dot{K}_U(h)$ пересчитывается во входное сопротивление вибратора при помощи простого соотношения [6]

$$\dot{Z}_{in}(h)=\rho\frac{1+\dot{K}_U(h)}{1-\dot{K}_U(h)}, \qquad (1)$$

где $\rho$ – волновое сопротивление линии.

Методика проведения эксперимента состоит из следующих основных этапов. Началом эксперимента является проверка одночастотной вибраторной антенны. Проверка заключается в измерении сопротивления антенны в свободном пространстве, которое сравнивается с табличным значением $Z_0$. Оно должно составлять $Z_0 = 73 + j42$ Ом с точностью не менее 5%.

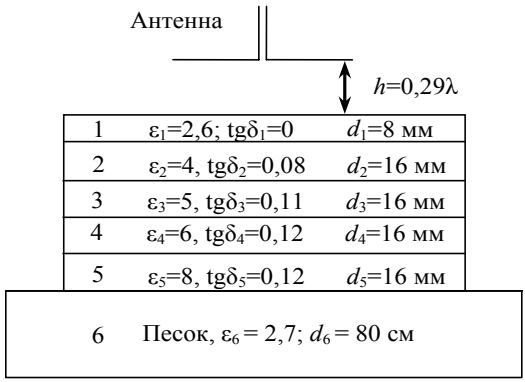



Рис. 1. Макет исследуемой слоистой среды

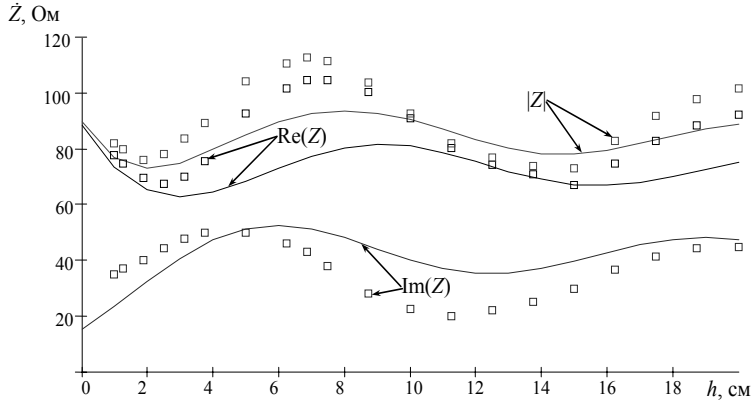



Рис. 2. Зависимости сопротивления $\dot{Z}_{in}$ от высоты $h$ над слоистой средой (— теория; □□□ – эксперимент)

Следующим этапом является калибровка измерительной установки. При расположении антенны над металлическим экраном на высоте 0,29λ импеданс антенны должен составить $Z_{met} = 95 + j72$. Это сопротивление для вибраторных антенн, работающих на разных частотах, должно быть одинаковым. Высота выбрана так, чтобы в точке измерения модуль импеданса имел максимум. Далее проводятся измерения зависимости $\dot{Z}_{in}(h)$, которая характеризует распределение диэлектрической проницаемости исследуемого почвогрунта по глубине.

Макет исследуемой слоистой среды изображен на рис. 1. Результаты теоретического расчета зависимости $\dot{Z}_{in}(h)$ для электрического вибратора над этим макетом и полученные экспериментальные данные для комплексного входного сопротивления на различных высотах над ним показаны на рис. 2 для рабочей частоты 1,2 ГГц.

На рис. 2 заметно количественное расхождение между теоретическим расчетом зависимости входного сопротивления вибратора от высоты над слоистой средой и экспериментальными данными. Прежде всего оно может быть обусловлено тем, что в расчетах использовалось справочное значение диэлектрической проницаемости песка, которое может не совпадать со значением диэлектрической проницаемости и проводимости песка в реальных условиях. Как известно, его параметры сильно зависят от количества содержащейся в нем влаги [6]. Вклад в количественное различие между расчетом и экспериментом дают также ошибки измерений и приближения теоретической модели. Тем не менее хорошее

качественное согласие между теоретическим расчетом и экспериментальными данными открывает хорошую перспективу для разработки метода ближнепольного зондирования неоднородных слоистых сред на основе измерения входного сопротивления электрического вибратора от его высоты над средой.

**Литература**

1. Вопросы подповерхностной радиолокации / Под ред. А.Ю. Гринева. М.: Радиотехника, 2005. 416 с.

2. *Резников А.Е.*, *Копейкин В.В.*, *Морозов П.А.*, *Щекотов А.Ю.* Разработка аппаратуры, методов обработки данных для электромагнитного подповерхностного зондирования и опыт их применения // УФН. 2000. Т. 170. № 5. С. 565–568.

3. *Козулин Ю.Н.* К теории частотного электромагнитного зондирования многослойных структур // Изв. АН СССР. Серия геофиз. 1960. № 8. С. 1204–1212.

4. *Tijhuis A.G.*, *Worm C.V.D.* Iterative approach to the frequency-domain solution of the inverse-scattering problem for an inhomogeneous lossless dielectric slab // IEEE Tran. Ant. & Prop. 1984. Vol. AP-32. No. 7. P. 711–716.

5. *Тихонов А.Н.*, *Шахсуваров Д.Н.* Метод расчета электромагнитных полей, возбуждаемых переменным током в слоистых средах // Изв. АН СССР. Серия геофиз. 1956. № 3. С. 245–251.

6. The electrical engineering handbook / Wai-Kai Chen, Ed. Elsevier Academic Press, 2004. P. 510, 530–533.

## АВТОТЕСТЕР – ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ

***Л.В. Суркова, студентка 4-го курса***

*ТУСУР, г. Томск*

Автотестеры – широкополосные приборы измерения характеристик СВЧ-устройств. Они используются с другими испытательными приборами при установке фиксированной и качающейся частоты в измерениях потерь или КСВ по широкому диапазону радиочастот. Потери измерений необходимы для проверки работы систем, подсистем и сверхвысокочастотных элементов типа усилителей, фильтров, аттюнеаторов и переходников. На вид эта небольшая коробочка с двумя портами, так называемыми Input порт и Test порт. Фотография внешнего вида прибора приведена на рис. 1. Внутри автотестера расположены плата и претензионная нагрузка в 50 Ом. Для измерения КСВ приборов с помощью автотестера используется измеритель Р2М-18.

Рис. 1. Автотестер фирмы МИКРАН

Измеритель Р2М-18 имеет три входа и один выход. Подключаем автотестер к одному из входов прибора Р2М-18. К Test порту автотестера, присоединяем измеряемое устройство, а на выходе этого устройства прикручиваем претензионную нагрузку для согласования устройства. Затем с помощью программы управления Р2М, которое заложено в компьютере, наблюдаем характеристику на экране. КСВ измеряемых устройств должно быть не хуже 20 дБ. Если все же КСВ хуже 20 дБ, то на это устройство пишут определенную характеристику, до какой частоты оно может работать. Смотрят, до какой частоты КСВ не хуже 20 дБ, эту частоту и фиксируют. Измеритель Р2М-18 и автотестер расчитаны на работу до 20 ГГц. Так проверяется КСВ различных устройств.

Настройка датчика заключается в проверке его по всем параметрам: по коэффициенту направленности (с двух портов), проверка коэффициента направленности с воздушной линией [1]. Прежде чем взяться за проверку КСВ автотестера, необходимо включить генератор (измеритель Р2М-18), к которому подключен компьютер, с помощью которого, запустив уже установленную специальную программу управления Р2М, будем наблюдать полную характеристику датчика.

Для того чтобы получить совершенно точную характеристику на экране, необходимо провести калибровку используемых приборов, в данном случае этот прибор и есть наш автотестер. Подключаем на вход генератора автотестер, а на выходе – автотестер с Input портом, затем в программе Р2М нажимаем специальный раздел – калибровка, программа будет запрашивать, на что мы калибруем – на хх или на кз, для этого необходимо при запросе на хх, к автотестеру с Testa порта прикрутить претензионную нагрузку, направленность которой должна быть намного лучше направленности нашего датчика. После того как канал будет скалиброван, прикрутив к Test порту претензионную нагрузку в 50 Ом, на экране будем наблюдать направленность исследуемого датчика. Для настройки направленности портов датчика необходим еще один датчик с отличными параметрами, КСВ которого не хуже 40 дБ. Принцип работы следующий.

Подключаем на вход генератора автотестер, а на выходе – автотестер с Input портом, к Test порту присоединяется автотестер, КСВ которого необходимо определить. Если исследуемый автотестер присоединить с Input портом, а к Testu порту прикрутить претензионную нагрузку, то увидим направленность именно этого порта (Input порта), поменяем – увидим направленность Test порта.

Настройка портов заключается в следующем: плата в автотестере расположена прямо посередине той самой коробочки, что упоминалась вначале. Закрывается плата специальным слоем (металлическим), который имеет шесть отверстий, в которые вкручивается винтики. Закрывая

крышку, КСВ датчика значительно меняется, подкручивая винтики, наблюдаем изменение направленности. На плату давит определенное давление крышки, которое в свою очередь имеет определенное сопротивление, подкручивая винты, добиваются идеального КСВ. После идеального настраивания винтики заклеиваются, после клейки операция с портами на направленность повторяется.

**Литература**

1. *Попов В.П.* Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 1998. 575 с.

## РАСЧЕТ АМПЛИТУДНОГО ПРОФИЛЯ ВОЛНОВОДНЫХ МОД В МНОГОСЛОЙНОМ ВОЛНОВОДЕ

***Г.А. Суркова, аспирант; Р.С. Круглов, к.т.н., доцент;***
***А.С. Задорин, д.ф.-м.н., зав. каф. РЗИ; А.А. Шибельгут, аспирант***
*ТУСУР, каф. РЗИ, galina_152@mail.ru*

На протяжении последнего десятилетия специалисты активно исследуют возможности новых оптических волокон (ОВ), в частности фотонно-кристаллических волокон, брэгговских волокон [1], потенциальные возможности которых значительно превосходят предельные параметры стандартного ОВ.

Математические модели фотонно-кристаллических волокон (ФКВ) к настоящему моменту развиты в недостаточной степени [2], что приводит к некоторым затруднениям при проектировании волокон с заданными величинами затухания, дисперсии и нелинейности.

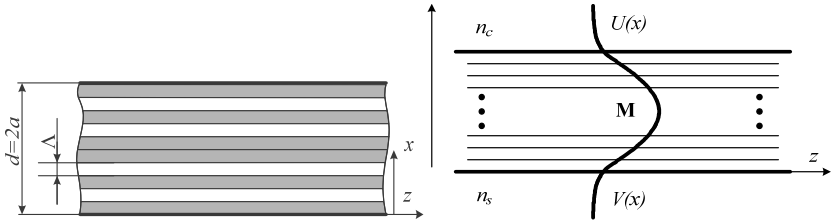
В настоящей работе на основе метода стратификации [3] в рамках приближения планарного многослойного волновода решена задача о нахождении дисперсионного уравнения для волноводных мод (ВМ), распространяющихся в ФКВ произвольной структуры.

Рассмотрим многослойный планарный, оптически линейный волновод без потерь, расположенный в плоскости *YOZ*. Пусть слои волновода ориентированы перпендикулярно к оси *X* (рис. 1, *а*). На основе такой многослойной системы возможно моделирование волокон и волноводов MSI, брэгговских волокон, а также полупроводниковых лазеров на основе гетероструктур.

В соответствии с [3] при описании световых полей в слоистом оптическом волноводе определим переменные, которые описывают поперечные изменения оптического поля:

$$U = E_y \; ; \; V = \omega \mu H_z \, , \qquad (1)$$

где $\omega$ – угловая частота световой волны; $\mu$ – магнитная проницаемость среды.




*а* *б*

Рис. 1. Многослойный планарный оптических волновод

Обе переменные подчиняются поперечному волновому уравнению [3, 4]:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}U = \left(\beta^2 - n^2k^2\right)U ,$$

где β – постоянная распространения ВМ; $k$ – волновое число световой волны в вакууме; $n$ – показатель преломления среды.

Связь между переменными $U$ и $V$ может быть установлена с помощью линейного матричного уравнения [3], в состав которого входят характеристические матрицы слоев $\mathbf{M}_1$, $\mathbf{M}_2$, …, $\mathbf{M}_n$

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix} = \mathbf{M}_1 \cdot \mathbf{M}_2 \cdot \mathbf{M}_3 \cdot \ldots \cdot \mathbf{M}_n .$$

Характеристическая матрица произвольного слоя может быть записана в следующем виде [3]:

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma_i d_i) & \left(j/\gamma_i\right)\sin(\gamma_i d_i) \\ j\gamma_i \sin(\gamma_i d_i) & \cos(\gamma_i d_i) \end{bmatrix},$$

где $d_i$ – толщина $i$-го слоя.

На основе подхода, описанного в [2], получим уравнение (2), которое устанавливает связь между угловой частотой ω и постоянной распространения ВМ β в многослойной направляющей структуре. Полученное выражение справедливо для любого количества слоев, а также может быть использовано для приближенного анализа градиентных волноводов

$$j\left[\gamma_c m_{11} + \gamma_c m_{22}\right] = m_{21} - \gamma_c^2 m_{12} . \qquad (2)$$

На основе выражения (2) были получены дисперсионные характеристики многослойного планарного волновода MSI (см. рис. 2), профиль показателя преломления которого задается выражением

$$n^2(x) = n^2_{\text{co max}}\left[1 - 2\Delta\left(\frac{x}{a}\right)^2\right],$$

где $n_{\text{co max}}, \Delta, a$ – константы.

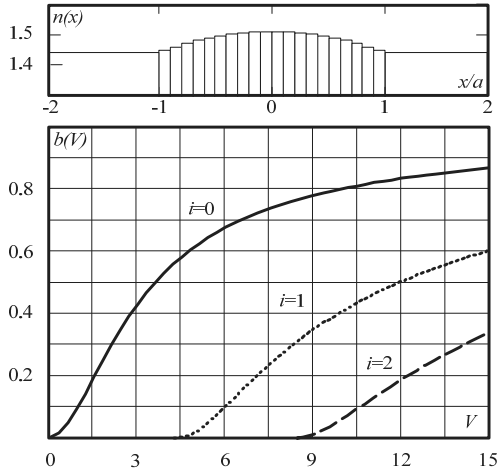



Рис. 2. Дисперсионная характеристика многослойного планарного волновода

На рис. 3 представлен амплитудный профиль ВМ нулевого порядка рассматриваемого волновода MSI.

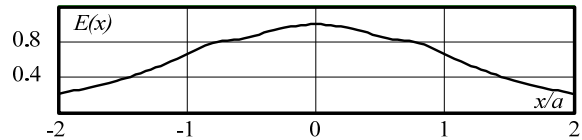



Рис. 3. Амплитудный профиль ВМ нулевого порядка

**Литература**

1. *Van Eijkelenborg M.A., Argyros A. et al.* Bandwidth and loss measurements of the graded-index microstructured polymer optical fibre // Proc. of 13th International Plastic Optical Fiber Conference. 2004. P. 259–263.

2. *Large Maryanne C.J., Manos Steven et al.* Bandwidth optimization in graded index microstructured polymer optical fibre // Proc. of 15th International Conference on Plastic Optical Fiber and Microoptics. 2006. P. 367–372.

3. Волноводная оптоэлектроника / Под ред. Т. Тамира. М.: Мир, 1995. 575 с.

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА МЕЖКАСКАДНОЙ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

***А.Ф. Тарзиманова, О.В. Петля, студенты 3-го курса;***
***А.А. Титов, д.т.н., проф.***
*ТУСУР, г. Томск, TitovAA@rzi.tusur.ru*

Широкополосные усилители являются необходимыми элементами многих радиотехнических систем связи, навигации, линейной и нелинейной радиолокации. В литературе описан ряд схем межкаскадных корректирующих цепей (МКЦ) [1], используемых в ламповых и транзисторных усилителях. Практические исследования усилительных каскадов на полевых транзисторах с использованием указанных схем МКЦ показали, что одной из наиболее эффективных, с точки зрения достижимых характеристик, простоты настройки и конструктивной реализации, является схема МКЦ, приведенная на рис. 1 [2].

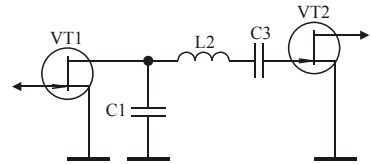



Рис. 1. Четырехполюсная реактивная межкаскадная корректирующая цепь третьего порядка

Отсутствие инженерной методики расчета рассматриваемой МКЦ затрудняет построение усилительных каскадов с ее использованием. В связи с этим была поставлена задача разработки методики расчета рассматриваемой МКЦ, позволяющей по таблицам нормированных значений элементов МКЦ осуществить реализацию усилительных каскадов с максимально возможным, для заданного схемного решения, коэффициентом усиления при заданной допустимой неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Для нахождения таблиц нормированных значений элементов МКЦ была использована методика проектирования согласующе-выравнивающих цепей транзисторных усилителей, предполагающая составление и решение системы компонентных уравнений [3], и методика синтеза прототипа передаточной характеристики, обеспечивающая максимальный коэффициент усиления каскада при заданной допустимой неравномерности АЧХ в заданной полосе частот [4]. Результаты расчетов приведены в таблице, где $\delta$ – допустимая неравномерность АЧХ; C1н, L2н, C3н, $C_{вх.н}$ – нормированные относительно $R_{вых}$ и $\omega_в$ значения элементов МКЦ и входной емкости $C_{вх}$ транзистора VT2; $R_{вых}$ – выходное сопротивление транзистора VT1; $\omega_в$ – верхняя круговая частота полосы пропускания разрабатываемого усилителя.

**Нормированные значения элементов МКЦ**

| $C_{вх.н}$ | δ = ±0,1 дБ | | | δ = ±0,25 дБ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | C1н | L2н | C3н | C1н | L2н | C3н |
| 1,5 | 0,61 | 1,2 | 5,79 | 0,8 | 1,3 | 12,5 |
| 1,7 | 0,61 | 1,2 | 3,98 | 0,8 | 1,3 | 6,32 |
| 2,0 | 0,61 | 1,2 | 2,94 | 0,8 | 1,3 | 4,06 |
| 2,5 | 0,61 | 1,2 | 2,27 | 0,8 | 1,3 | 2,88 |
| 3,0 | 0,61 | 1,2 | 1,97 | 0,8 | 1,3 | 2,42 |
| 3,5 | 0,61 | 1,2 | 1,80 | 0,8 | 1,3 | 2,17 |
| 4,5 | 0,61 | 1,2 | 1,62 | 0,8 | 1,3 | 1,90 |
| 6,0 | 0,61 | 1,2 | 1,48 | 0,8 | 1,3 | 1,72 |
| 8,0 | 0,61 | 1,2 | 1,40 | 0,8 | 1,3 | 1,61 |
| 10,0 | 0,61 | 1,2 | 1,35 | 0,8 | 1,3 | 1,54 |
| 12,0 | 0,61 | 1,2 | 1,32 | 0,8 | 1,3 | 1,51 |
| $C_{вх.н}$ | δ = ±0,5 дБ | | | δ = ±1 дБ | | |
| | C1н | L2н | C3н | C1н | L2н | C3н |
| 2,0 | 1,0 | 1,3 | 6,08 | 1,4 | 1,3 | 15,8 |
| 2,5 | 1,0 | 1,3 | 3,78 | 1,4 | 1,3 | 6,13 |
| 3,0 | 1,0 | 1,3 | 3,02 | 1,4 | 1,3 | 4,35 |
| 3,5 | 1,0 | 1,3 | 2,64 | 1,4 | 1,3 | 3,60 |
| 4,5 | 1,0 | 1,3 | 2,26 | 1,4 | 1,3 | 2,93 |
| 6,0 | 1,0 | 1,3 | 2,01 | 1,4 | 1,3 | 2,52 |
| 8,0 | 1,0 | 1,3 | 1,85 | 1,4 | 1,3 | 2,28 |
| 10,0 | 1,0 | 1,3 | 1,77 | 1,4 | 1,3 | 2,16 |
| 12,0 | 1,0 | 1,3 | 1,72 | 1,4 | 1,3 | 2,08 |

При заданных $\omega_в$ и δ расчет МКЦ сводится к нахождению значения $C_{вх.н} = C_{вх} \times R_{вых} \times \omega_в$, определению по таблице соответствующих значений C1н, L2н, C3н и их денормированию по формулам: $C1 = C1н/(R_{вых}\omega_в)$; $L2 = L2н \times R_{вых}/\omega_в$; $C3 = C3н/(R_{вых}\omega_в)$.

В таблице не приведены нормированные значения элементов МКЦ, соответствующие малым величинам $C_{вх.н}$, так как в этом случае допустимая неравномерность АЧХ достигается без применения МКЦ.

**Пример расчета.** Схема усилителя по переменному току приведена на рис. 2. Рассчитать значения элементов рассматриваемой МКЦ,

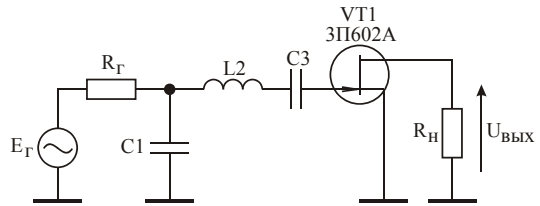



Рис. 2. Схема усилителя по переменному току

используемой в качестве входной корректирующий цепи в однокаскадном усилителе на транзисторе 3П602А, при условиях: сопротивление генератора $R_г$ равно сопротивлению нагрузки $R_н$ и равно 50 Ом, верхняя частота полосы пропускания усилителя равна 2 ГГц, допустимая неравномерность АЧХ равна ±0,25 дБ.

Используя справочные данные транзистора 3П602А [5], получим: $C_{вх}$ = 2,82 пФ, S = 60 мА/В. Нормированное относительно $R_г$ и $\omega_в$ значение $C_{вх}$ равно: $C_{вх.н}$ = 1,77. Ближайшая величина $C_{вх.н}$ в таблице составляет 1,7. Для этого значения из таблицы найдем: C1н = 0,8; L2н = 1,3; C3н = 6,32. После денормирования элементов МКЦ получим: C1 = 1,27 пФ; L2 = 5,17 нГн; C3 = 10,3 пФ. Коэффициент усиления рассматриваемого однокаскадного усилителя равен

$$S_{21}=2U_{вых}/E_г=2SR_нC3/(C3+C_{вх}) = 4,71.$$

**Литература**


1. *Титов А.А.* Транзисторные усилители мощности МВ и ДМВ. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. 328 с.

2. *Ильюшенко В.Н.*, *Авдоченко Б.И.*, *Баранов В.Ю. и др.* Пикосекундная импульсная техника / Под ред. В.Н. Ильюшенко. М.: Энергоатомиздат, 1993. 368 с.

3. *Бабак Л.И.*, *Шевцов А.Н.*, *Юсупов Р.Р.* Пакет программ автоматизированного расчета транзисторных широкополосных и импульсных УВЧ- и СВЧ-усилителей // Электронная техника. Сер. СВЧ-техника. 1993. № 3. С. 60–63.

4. *Титов А.А.*, *Григорьев Д.А.* Параметрический синтез межкаскадных корректирующих цепей высокочастотных усилителей мощности // Радиотехника и электроника. 2003. № 4. С. 442–448.

5. *Гринберг Г.С.*, *Могилевская Л.Я.*, *Хотунцев Ю.Л.* Численное моделирование нелинейных устройств на полевых транзисторах с барьером Шотки // Электронная техника. Сер. СВЧ-техника. 1993. №4. С. 18–22.


## АППРОКСИМАЦИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ


***М.В. Южанин, аспирант; В.И. Туев, к.т.н., доцент***

*ТУСУР, г. Томск, mxm@ms.tusur.ru*


При расчете нелинейных искажений (НИ) в схемах электрически управляемых аттенюаторов на полевых транзисторах (ПТ) необходимо иметь математическую функцию, описывающую семейство выходных вольт-амперных характеристик (ВАХ) в окрестности точки с нулевым напряжением сток–исток.

В работах [1] и [2] предложено выражение с применением функций гиперболического тангенса. Описание ВАХ произведено двумя различными выражениями для положительных и отрицательных напряжений на стоке. При этом производные первого, второго и более высоких порядков в точке с нулевым стоковым напряжением имеют разрыв, что затрудняет использование этого выражения для расчета НИ рассматриваемого класса устройств.

В настоящей работе предложена аналитическая функция, аппроксимирующая семейство ВАХ ПТ в области допустимых напряжений на затворе как при положительных, так и при отрицательных напряжениях на стоке.

Для описания зависимости тока стока $I_C$ от напряжений на стоке $U_C$ и затворе $U_Ç$ относительно истока предложено выражение

$$I_C = \frac{A_1(U_З)e^{BU_C'} + A_2 e^{-BU_C'}}{A_3 e^{BU_C'} - A_4 e^{-BU_C'}}, \qquad (1)$$

где $A_1(U_З) = E\dfrac{A_5 e^{FU_З'} + A_6 e^{-FU_З'}}{A_7 e^{FU_З'} - A_8 e^{-FU_З'}}$; $U_C' = U_C - DU_З$; $U_З' = U_З - \dfrac{U_0}{G}$;

$U_0$ – напряжение отсечки (пороговое напряжение); $A_2, \ldots A_8, B, D, E, G$ – числовые коэффициенты.

Выражение (1) представляет собой модифицированное разложение гиперболического тангенса по экспоненциальным функциям [3]. Модификация заключается в том, что коэффициенты $A_2 \ldots A_8$ подбираются исходя из наилучшего совпадения экспериментальных и расчетных ВАХ. Выражение пригодно для аппроксимации ВАХ полевых триодов с затворами на основе *p–n*-перехода, МДП-структуры и барьера Шоттки.

В качестве примера на рис. 1 изображено семейство расчетных (сплошная линия) и экспериментальных (точки) ВАХ триода с затвором Шоттки 3П326А. Экспериментальные значения взяты из [1]. Погрешность аппроксимации не превышает 20%. Значения коэффициентов аппроксимирующего выражения представлены в таблице.

**Численные значения коэффициентов аппроксимации**

| $A_2$ | $A_3, A_4$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7, A_8$ | $B$ | $D$ | $E$ | $G$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,1 | 1 | 0,103 | $1{,}5\ 10^{-3}$ | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |

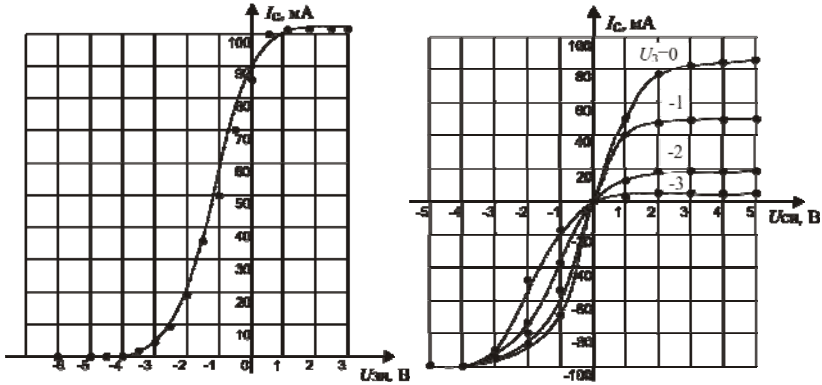


Рис. 1. Экспериментальные и расчетные ВАХ ПТ 3П326А

**Заключение**

Предложена аналитическая функция для аппроксимации семейства вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с затворами на основе *p–n*-перехода, МДП-структуры и барьера Шоттки. Погрешность аппроксимации не превышает 20% в области допустимых напряжений на затворе при положительных и отрицательных напряжениях на стоке.

**Литература**

1. *Балдин В.А.*, *Лазунин Ю.А.* Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов с затвором Шоттки // Радиотехника. 1990. №8. С. 23–25.

2. *Балыко А.К.*, *Ковтунов Д.А.*, *Тагер А.С.* Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов при отрицательных напряжениях сток–исток // Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ. 1989. Вып. 5 (419). С. 16–17.

3. *Бачурин В.В., Ваксенбург В.Я., Дьяконов В.П.* Схемотехника устройств на мощных полевых транзисторах: Справочник. М.: Радио и связь, 1994. 280 с.

## *СЕКЦИЯ 15*

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель – **Г.Я. Михальченко**, д.т.н., проф. каф. ПрЭ;*
*зам. председателя – **В.Д. Семенов**, зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., доцент*

## *ПОДСЕКЦИЯ 15.1*

## СИЛОВАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

*Председатель – **Г.Я. Михальченко**, д.т.н., проф. каф. ПрЭ;*
*зам. председателя – **В.Д. Семенов**, зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., доцент*

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОМОЕЧНОЙ МАШИНОЙ

***В.С. Аксенов, Н.Р. Абязов, студенты 4-го курса;***
***П.С. Кулманаков, Д.А. Казанцев, Г.А. Воронов, студенты 3-го курса***
*ТУСУР, г. Томск, AVS28@ya.ru*

Цель проекта – создание автоматической системы управления поломоечной машиной и автоматизация уборочного процесса. Поломоечная машина представляет собой самоходное устройство с автономным питанием, управляемое человеком. Непосредственная задача проекта – создать дублирующую интеллектуальную систему управления, позволяющую изменить роль человека, управляющего машиной, непосредственно на обслуживающего, тем самым уменьшив человеческие трудозатраты и сократив стоимость уборки помещения и обслуживания машины.

Система управления состоит из двух уровней (рис. 1).

Нижний уровень отвечает за сбор информации и исполнение команд. Данный уровень содержит блок датчиков, блок управления электроприводами и микроконтроллер, обеспечивающий связующую функцию между нижним и верхним уровнями.

Блок датчиков, реализующий систему распознавания препятствий и определяющий параметры движения и состояния системы, состоит из ультразвуковых, инфракрасных датчиков, датчиков скорости, угла наклона, угла поворота, датчиков уровня жидкости и заряда аккумуляторов.

Система распознавания препятствий состоит из трех блоков датчиков:

1) ультразвуковые датчики – устанавливаются со всех сторон устройства и обнаруживают крупные и средние предметы на расстоянии 0,1–1,5 м;

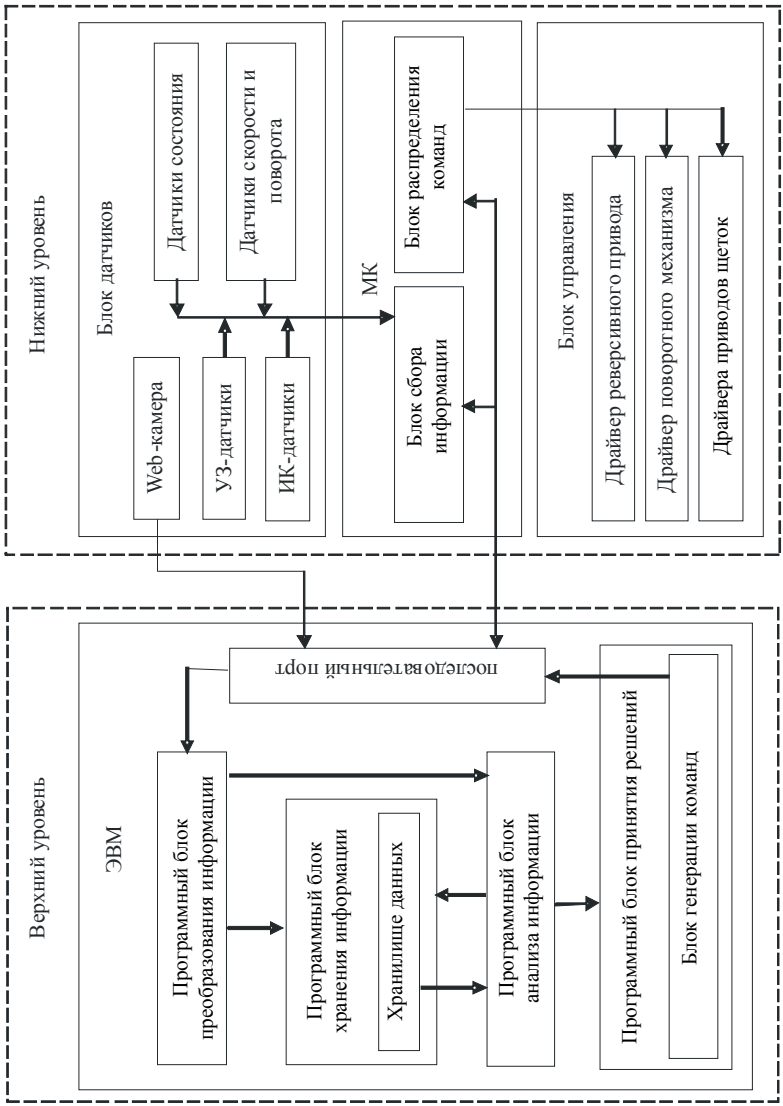



Рис. 1. Структура системы управления поломоечной машины

2) инфракрасные датчики – устанавливаются со всех сторон устройства. Предназначены для обнаружения мелких препятствий на расстоянии 5–15 см на уровне пола, для подъезда устройства вплотную к препятствиям и для обнаружения обрывов;

3) web-камера совместно со сканирующим лазером-дальномером определяет крупные препятствия, их видимые очертания и расстояния до них. Устанавливается спереди устройства.

Блок управления электроприводами отвечает за перемещение устройства, за управление щетками и собирающим насосом.

Связующий микроконтроллер реализует постоянный опрос датчиков и рассылку команд на исполняющие механизмы (блок управления).

Верхний уровень представляет собой установленную на поломоечную машину персональную ЭВМ. Данная ЭВМ связана с нижним уровнем с помощью последовательного порта. В задачу верхнего уровня входят:

– получение информации от микроконтроллера в низкоуровневом формате;

– преобразование информации и получение целостной картины о происходящем;

– сохранение полученной информации для самостоятельного использования (карта местности) и для анализа оператором в случае возникновения нештатной ситуации;

– анализ информации и решение быстрых задач;

– анализ информации и решение медленных задач, прокладывание курса движения;

– генерация команд в высокоуровневом формате и отправка их в нижний уровень.

По решаемым задачам верхний уровень можно разделить на соответствующие блоки.

Блок преобразования информации принимает информацию от микроконтроллера и Web-камеры и преобразует в единый внутренний формат, удобный для обработки и хранения.

Блок хранения информации отделяет из общего потока данных информацию для длительного хранения.

Блок анализа информации проводит предварительный анализ полученной информации, отделяет и преобразует информацию, необходимую для принятия решений.

Блок принятия решений и генерации команд генерирует быстрые команды, принимает решения и прокладывает курс движения.

Реализация данного проекта разделена на два этапа:

Первый этап – создание системы управления, написание программных блоков и отладка системы на масштабной модели.

Второй этап – перенос системы управления на реальную поломоечную машину и настройка системы и моделирование различных режимов работы.

На данный момент проект находится на первом этапе. Изготовлена масштабная модель машины, снабженная реверсивным электроприводом для движения вперед-назад и поворотным механизмом. Создаются блок датчиков и блок управления двигателями. Разрабатываются программные блоки нижнего уровня.

## ВЫБОР СТРУКТУРЫ СХЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ

***А.С. Баранник***

*г. Краснодар, ГОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет, E-mail: 304089@bk.ru*

Современный уровень развития техники и технологий предъявляет высокие требования к системам энергоснабжения. Стабильность параметров энергоснабжения во многом зависит от потребителей энергии. Для соблюдения современных требований к потребителям электроэнергии необходимо производить работы по модернизации либо замене устройств, работа которых приводит к ухудшению параметров питающих сетей.

Важную роль в системах энергоснабжения играют силовые преобразовательные устройства. В данной статье рассмотрен один из самых распространенных видов преобразования – преобразование переменного тока в постоянный. Преобразователи переменного тока в постоянный применяются для питания электрифицированного транспорта, электролизных процессов, электроприводов постоянного тока, средств автоматизации и т.д.

При разработке преобразователей переменного тока в постоянный возникает ряд вопросов, связанных с выбором структуры, метода управления, элементной базы и т.д.

Перед выбором структуры преобразователя необходимо определить тип проектируемого выпрямителя. Полупроводниковые выпрямительные устройства классифицируются по ряду признаков [1]:

– по мощности: маломощные, средней и большой мощности;

– по классу напряжения: низкого, среднего и высокого;

– по числу фаз обмоток трансформатора: однофазные, трехфазные и многофазные;

– по возможности регулирования выходного напряжения: неуправляемые, управляемые и стабилизированные по входу или выходу;

– по схеме выпрямления: одновентильные, со средней точкой, с нулевым выводом, мостовые и комбинированные.

Полупроводниковые выпрямители, в зависимости от числа прохождений тока через вторичную обмотку трансформатора, также подразделяются на однотактные и двухтактные.

В качестве схем выпрямителя промышленных преобразователей широко используются однофазная однополупериодная, однофазная со средней точкой, однофазная мостовая, трехфазная со средней точкой, трехфазная мостовая, двойная трехфазная с уравнительным реактором.

Выходные параметры выпрямителя, диапазон регулирования, условия работы силовых элементов и трансформатора по току и напряжению существенно зависят от характера нагрузки.

Рассмотрев основные электрические параметры представленных схем выпрямления при работе на активную и активно-индуктивную нагрузки, был произведен сравнительный анализ выпрямителей по технико-экономическим показателям.

Основными достоинствами однофазных схем являются простота реализации и, как следствие, значительные наработки по методам управления, в том числе и высокочастотным. К недостаткам такой схемы выпрямления можно отнести неэффективность ее использования в мощных преобразователях.

Для питания потребителей средней и большой мощности используются трехфазные схемы выпрямления. Это вызвано тем, что питание мощных потребителей осуществляется от трехфазной сети переменного тока, для которой именно трехфазные схемы выпрямления создают наиболее равномерную нагрузку.

Наиболее распространенны следующие виды трехфазных схем выпрямления:

– трехфазный выпрямитель со средней точкой;

– двойной трехфазный выпрямитель с уравнительным реактором;

– трехфазный мостовой выпрямитель.

К достоинствам трехфазных выпрямителей со средней точкой можно отнести:

– простоту технической реализации, по сравнению с остальными трехфазными схемами;

– значительно меньший коэффициент пульсации, по сравнению с однофазными схемами ($K_{\text{п}} = 0{,}25$);

– достаточное эффективное использование трансформатора ($K_p = 0{,}74$);

Недостатками являются значительные значения обратного напряжения вентилей ($K_U = 2{,}09$), резко падающая внешняя характеристика

($A = 0{,}87$), сильное искажение первичного тока и вынужденное подмагничивание трансформатора. По сравнению с выпрямителем со средней точкой, в двойном трехфазном выпрямителе с уравнительным реактором отсутствует вынужденное намагничивание сердечника трансформатора, внешняя характеристика имеет более благоприятный характер ($A = 0{,}5$).

Помимо этого, рассматриваемая схема выпрямления обладает меньшим коэффициентом пульсации ($K_{\text{п}} = 0{,}057$), более эффективным использованием трансформатора ($K_p = 0{,}79$) и более эффективным использованием вентилей по току ($K_I = 1{,}05$). Но схема двойного выпрямителя с уравнительным реактором имеет и ряд недостатков, связанных с тем, что в данной схеме требуется применение реактора, что вызывает образование скачка выпрямленного напряжения при малых нагрузках.

Применение схемы трехфазного мостового выпрямителя позволяет достичь более эффективного использования трансформатора ($K_p = 0{,}96$), более простого исполнения трансформатора по сравнению с двойным трехфазным выпрямителем, более эффективного использования вентилей по напряжению и току ($K_U = 1{,}05$, $K_I = 1{,}05$), а также малых пульсаций выпрямленного напряжения ($K_{\text{п}} = 0{,}057$).

К недостаткам мостовой схемы можно отнести большое количество вентилей, что приводит к снижению надежности схемы и увеличению потерь электрической энергии в процессе ее преобразования.

Рассмотрев представленные схемы выпрямления, можно сделать вывод, что наиболее хорошими техническими показателями обладает схема трехфазного мостового выпрямителя. Данная схема является наиболее широко распространенной схемой выпрямления, а также для нее имеются наработки по конструированию высокочастотных выпрямителей [4]. При всем этом мостовая схема выпрямления предъявляет ряд требований к элементной базе, выполнить которые позволяют современные силовые элементы зарубежного производства.

***Литература***

1. *Атрощенко В.А., Сингаевский Н.А., Кабанков Ю.А*. Силовая преобразовательная техника систем электроснабжения: Учебник. Краснодар: Краснодарское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск, 1994. 331 с.

2. *Ривкин Г.А*. Преобразовательные устройства. М.: Энергия, 1970. 544 с.

3. *Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М*. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов. М.: Высш. школа, 1980. 424 с.

4. Заявка на патент № 2005/03334 от 09.02.05 Трехфазный управляемый выпрямитель / Авторы Атрощенко В.А., Крылов А.Л., Суртаев Н.А. Решение о выдаче патента от 13.01.06 г.

# РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В СРЕДЕ ORCAD ДЛЯ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

***В.Д. Семенов, к.т.н. доц. каф. ПрЭ; В.А. Федотов аспирант***
*ТУСУР, svd@ie.tusur.ru fva@ie.tusur.ru*

Современные возможности моделирования схем силовой электроники позволяют уже на этапе разработки получать достоверные характеристики при условии, что нагрузка преобразователя адекватна реальной или максимально к ней приближена. Особенно это касается сложных нелинейных нагрузок, к которым относится электрическая дуга. Статическая вольт-амперная характеристика (ВАХ) дуги приведена на рис. 1. ВАХ электрической дуги имеет по току четыре [1] характерные зоны: зону теневого тока – I; зону падающего напряжения – II; зону жесткой характеристики – III и зону возрастающего напряжения – IV. Эти зоны определяются с помощью варьируемых параметров, представленных на рис. 1: $U_{xx}$ – максимальное напряжение на дуге (напряжение зажигания); $U_{Д}$ – напряжение на дуге в зоне жесткой характеристики; $r_{диф}$ – дифференциальное сопротивление дуги в зоне возрастающего напряжения; $I_1$, $I_2$, $I_3$ – токи раздела зон.

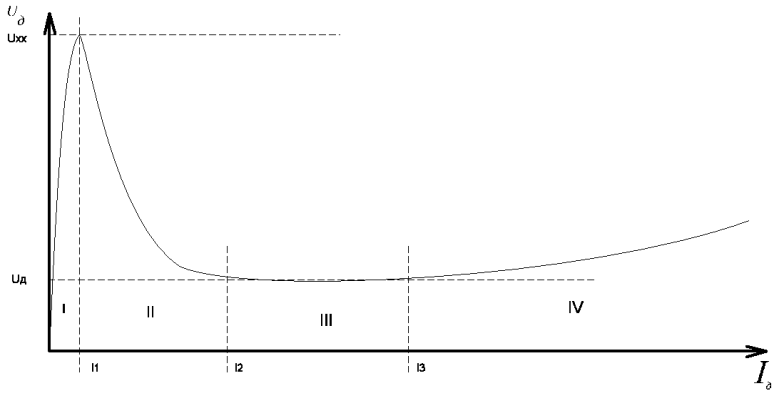



Рис. 1. Статическая вольт-амперная характеристика

Математическое описание желаемой ВАХ можно представить в виде кусочно-непрерывной феноменологической модели, записанной в виде выражения (1), которое относительно начала координат симметрично распространяется на область отрицательных токов $u_{Д}(i_{Д}) = -u_{Д}(i_{Д})$.

$$u_{\text{д}}(i_{\text{д}})=\begin{cases}\dfrac{U_{xx}}{I_1}i_{\text{д}}, & 0\le i_{\text{д}}<I_1,\\ U_{\text{д}}+(U_{xx}-U_{\text{д}})\cdot e^{-\frac{3}{I_2}\cdot(i_{\text{д}}-I_1)}, & I_1\le i_{\text{д}}<I_3,\\ r_{\text{диф}}\cdot\left(i_{\text{д}}-I_3\right)+U_{\text{д}}+(U_{xx}-U_{\text{д}})\cdot e^{-\frac{3}{I_2}\cdot(i_{\text{д}}-I_1)}, & I_3\le i_{\text{д}}.\end{cases} \qquad (1)$$

Условное обозначение модели дуги представлено на схемах рис. 2, 3.

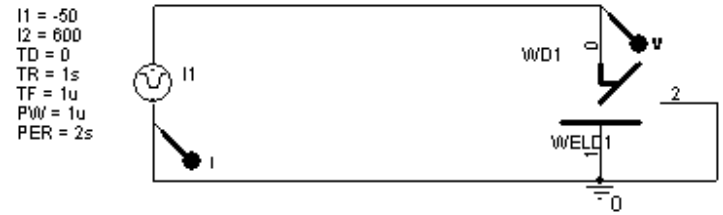



Рис. 2. Схема включения модели электрической дуги на источник тока

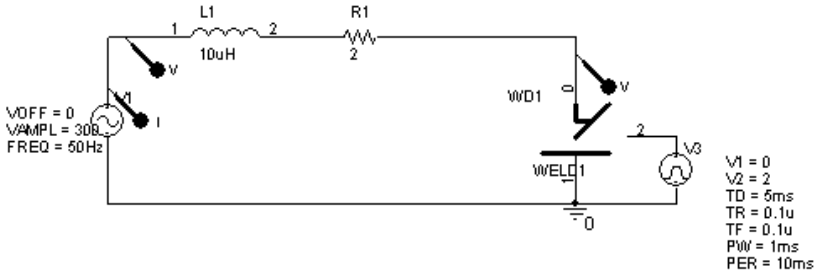



Рис. 3. Схема включения модели электрической дуги на источник напряжения

Для реализации короткого замыкания дуги, которое может произойти как при механическом закорачивании электродов, так и при закорачивании дугового промежутка каплей расплавленного металла, в модель дуги вводится управляющий электрод 2, при подаче на вход которого управляющего напряжения напряжение дуги обнуляется. На рис. 4 представлена полученная ВАХ модель дуги, реализованная путем питания дуги источником тока с амплитудой 600 А (рис. 2). Результаты испытания модели дуги при питании от источника синусоидального напряжения (рис. 3) приведены на рис. 5.

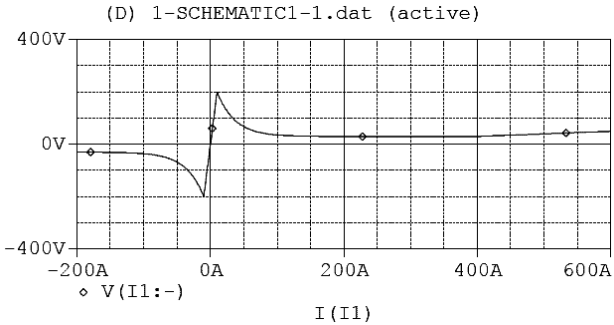



Рис. 4. Напряжение на дуге при питании разнополярным треугольным током

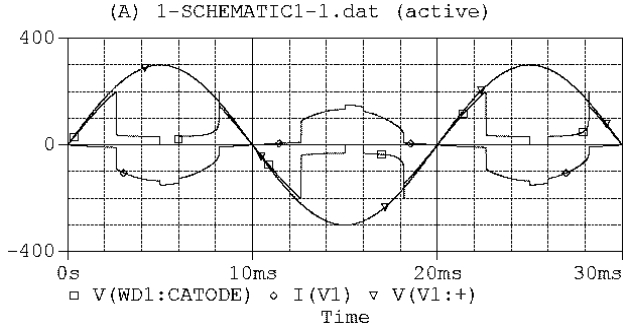



Рис. 5. Напряжения на дуге при питании от синусоидального источника напряжения с балластным резистором и закорачиванием дугового промежутка

***Литература***

1. *Браткова О.Н.* Источник питания сварочной дуги: Учебник. М.: Высш. школа, 1982. 182 с.

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ИОНООБМЕННЫМИ МЕМБРАНАМИ КАК НАГРУЗКИ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

***А.В. Храмцов, студент; В.Д. Семенов, к.т.н., доцент; С.В. Образцов, к.т.н.***
*ТУСУР, каф. ПрЭ*

Электрохимические аппараты (ЭХА) с использованием мембранных технологий и нестационарных электрохимических процессов на переменном асимметричном токе [1, 2] являются перспективными устройст-

вами для проведения научных исследований и внедрения в производство. Такие ЭХА требуют специальных источников электропитания с синусоидальным асимметричным током [2]. В связи с этим представляет интерес рассмотреть эти аппараты как нагрузку специального источника электропитания. Несмотря на большое многообразие упомянутых ЭХА [2], все они как потребители электрической электрической энергии имеют много общего. Поэтому в качестве примера рассмотрим ЭХА типа *n*-камерного электродиализатора с ионоселективными разделительными мембранами, конструктивная схема которого представлена на рис. 1. Электродиализатор может применяться для очистки и обессоливания воды.

Эквивалентную схему электродиализатора можно составить на основе эквивалентной схемы элементарной электрохимической ячейки [3] с дополнением ее эквивалентной схемой ионообменной мембраны [4]. Эквивалентная схема электродиализатора представлена на рис. 2 и состоит из $R_{\text{ТП}}$ – сопротивления токоподводов, $R_{\text{МА}}$, $R_{\text{МК}}$ – сопротивлений материала анода и катода, $C_{\text{А}}$, $C_{\text{К}}$ – емкостей двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазовой границе электродов (анода и катода) с электролитом, $R_{\text{ПАС}}$, $R_{\text{ПКС}}$ – нелинейных сопротивлений прианодного и прикатодного слоев, шунтирующих емкости $C_{\text{А}}$, $C_{\text{К}}$ отражающих потребление энергии электрохимическими процессами в ДЭС у анода и катода соответственно, $R_{\text{Э}i}$ – сопротивления электролита в *i*-й камере ($i=1\div N$), $R_{\text{М}i}$ – сопротивлений ионообменных мембран. $C_{\text{М}i1}$, $C_{\text{М}i2}$ – емкостей двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазовой границе мембран и электролита, сопротивлений $R_{\text{ПМС}i1}$, $R_{\text{ПМС}i2}$ – примембранных сопротивлений, шунтирующих емкости $\tilde{N}_{i\,i1}$, $\tilde{N}_{i\,i2}$ и отражающих электрохимические процессы в примембранных ДЭС.

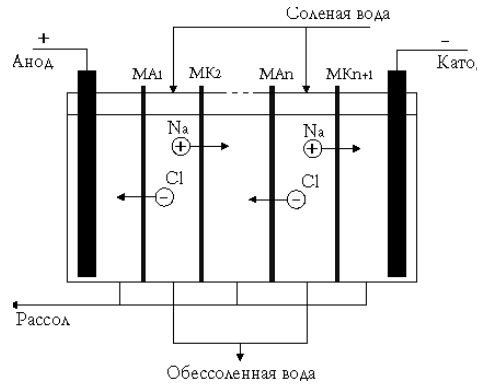



Рис. 1. Схема опреснения воды в *n*-камерном диализаторе

Наличие эквивалентных емкостей и нелинейных сопротивлений ДЭС приводит к тому, что электрические процессы в схеме становятся

зависимыми от частоты, причем, как показано в [3], при согласованной частоте и асимметрии источника электропитания эквивалентную схему можно свести к нелинейному сопротивлению. В [5] предлагается простая схема с противоЭДС, величина которой определяется электрохимическими процессами (рис. 3).

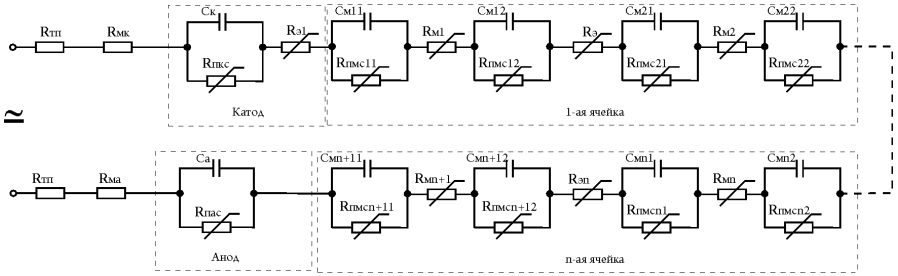



Рис. 2. Эквивалентная электрическая схема диализатора

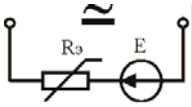
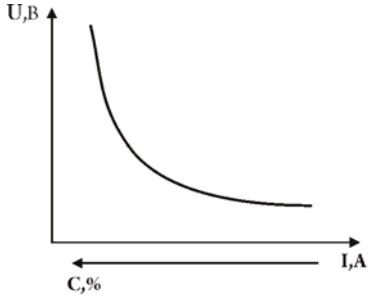



Рис. 3. Эквивалентная схема электрохимической ячейки [5]

Эта противоЭДС обусловлена наличием емкостей ДЭС на межфазных границах электродов и мембран с электролитом. Величина противоЭДС по данным [5] не превышает 1,55 В и поэтому в [5] предложено ее не учитывать. Однако различные электрохимические технологии, использующие переменный ток, требуют учета влияния емкости ДЭС, так как при длительностях полупериода переменного сигнала, приближающихся к постоянной времени $RC$ -цепей, возрастает плотность тока, проходящего через электролит, что связано с процессом перезарядки емкостей ДЭС и вызывает дополнительные тепловые потери в электролите, его разогрев и соответственно разогрев мембран, для которых температура работы ограничена 50–70 ºС.Сопротивления электролита $R_Э$ нелинейно и тем больше, чем меньше его концентрация. В камерах электродиализатора, в которых происходит обессоливание, концентрация электролита падает и в конечном итоге образуется дистиллированная вода, что увеличивает сопротивление электролита в этой камере и приводит к снижению тока. Для поддержания процесса диализа в таких камерах необходимо увеличивать напряжение, прикладываемое к ним.

Таким образом, источник питания электродиализатора должен обеспечивать в зависимости от концентрации электролита вольтамперную характеристику, изображенную на рис. 4, которая представля-




ет собой приближенно нелинейную ВАХ с постоянством мощности нагрузки. Величина максимального напряжения при электродиализе составляет 300–400 В, а величина тока определяется его производительностью.

Рис. 4. Вольт-амперная характеристика источника питания ЭХА

**Литература**

1. *Березина Н.П.* Синтетические ионообменные мембраны // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 9. С. 37–42.

2. *Шульгин Л.П.* Электрохимические процессы на переменном токе. Л.: Наука, ЛО. 1974.

3. *Шалимов Ю.Н., Батаронов И.Л., Хрипунов К.Г. и др.* Особенности процессов газовыделения электрохимических реакций в условиях импульсного электролиза // Альтернативная энергетика и экология. 2005. № 8. С. 16–19.

4. *Гнусин Н.И., Гребенюк В.Д., Певницкая М.В.* Электрохимия ионитов. Новосибирск: Наука, 1974. 200 с.

5. *Гребенников В.В.* Индуктивно-ключевой формирователь асимметричного квазисинусоидального тока для электрохимических технологий: Дис.... канд. тех. наук. Томск, 2006.

## ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ДВЕРЕЙ ШКАФА-КУПЕ

***Д.В. Ксынкин, А.П. Крайняк, студенты 3-го курса;***
***М.Ю. Шевелев, к.т.н., доцент***
*ТУСУР, г. Томск, simvol-ids@mail.ru*

Цель проекта – разработка компактного электропривода для раздвижной системы дверей гардеробной (шкафа-купе) и системы управления им.

Основные требования:

– двери должны автоматически раздвигаться при появлении человека в заданной зоне (с применением ультразвукового или инфракрасного датчика);

– двери должны автоматически раздвинуться при легком толчке двери рукой;

– при возникновении какого-либо препятствия или при торможении двери рукой двери должны немедленно остановиться;

– двери должны автоматически закрыться через заданное время, если в заданной зоне будет отсутствовать человек.

Для выполнения поставленной задачи на начальном этапе необходимо определиться с типом электродвигателя, выбрать датчики, которые будут отслеживать состояние двери, и выбрать управляющий микроконтроллер.

Основные требования к двигателю:

– обеспечение большого момента на малых и особо малых скоростях, так как дверь имеет достаточно большую массу (не менее 20 кг) и для ее начального сдвига необходимо, чтобы момент на валу двигателя превысил величину в несколько кг/см;

– обеспечение максимальной скорости перемещения двери 0,25–0,3 м/с;

– свободное вращение вала двигателя для возможности ручного открытия двери при отсутствии питающего напряжения.

После проведенного анализа типов двигателей выбор был сделан в пользу гибридных шаговых двигателей по следующим причинам:

– высокая надежность, связанная с отсутствием щеток;

– возможность быстрого старта/остановки/реверсирования;

– прецизионное позиционирование и повторяемость. Хорошие шаговые двигатели имеют точность 3–5% от величины шага. Эта ошибка не накапливается от шага к шагу;

– в отличие от коллекторных двигателей, у которых момент растет с увеличением скорости, шаговый двигатель имеет больший момент на низких скоростях;

– угол поворота ротора определяется числом импульсов, которые поданы на двигатель.

Произведем примерный расчет частоты подачи управляющих импульсов на драйвер шагового двигателя, работающего в полношаговом режиме.

Лабораторные исследования показали, что максимальная скорость движения двери должна быть около 0,25 м/с. Если принять, что вал двигателя, на который намотан трос, имеет радиус 1 см, то за один оборот вала дверь переместится на 6,28 см. С учетом того, что

$$0{,}25 \text{ м/с} = 1500 \text{ см/мин}, \quad (1)$$

скорость вращения шагового двигателя составит:

$$1500 : 6{,}28 \approx 240 \text{ об/мин} = 40 \text{ об/с}. \quad (2)$$

При выборе двигателя с числом шагов 100 на один оборот микроконтроллер должен подавать импульсы на драйвер двигателя с частотой, равной

$$40 \cdot 100 = 400 \text{ Гц}. \quad (3)$$

С целью обеспечения максимального комфорта необходимо, чтобы человек прикладывал очень небольшое усилие на дверь (перемещая ее не более чем на единицы сантиметров), чтобы указать системе, в какую сторону нужно сдвинуть дверь. Для отслеживания направления движения двери можно воспользоваться механическим инкрементальным энкодером, подобным тому, что устанавливается в компьютерных «мышках» для колеса прокрутки текста. Для этого энкодер должен жестко соединяться с валом двигателя. Кроме определения направления энкодер будет осуществлять обратную связь по углу поворота двигателя, т.е. по реальному перемещению двери. Ведь если произойдет ситуация, когда нагрузка шагового двигателя превысит его момент, то информация о положении ротора потеряется и система потребует базирования с помощью, например, концевого выключателя или другого датчика.

Но одного энкодера для полного контроля за положением двери недостаточно. Дверь обладает значительной инерцией из-за большой массы, ее движение нужно разбить на две части: интенсивный разгон и интенсивное торможение. Так как дверь до начала движения может находиться в любом месте (от одного крайнего до другого), то для определения окончания разгона и определения точки начала и конца торможения двери нужно знать в каждый момент времени ее точное местонахождение. Для определения местоположения можно использовать инфракрасный энкодер линейного перемещения, работающий на отражение. На дверь по всей ширине необходимо наклеить полоску с нанесенным специальным штрих-кодом. Штрих-код представляет собой черные полоски одинаковой ширины, отстоящие друг от друга на определенном расстоянии, которое от середины двери в обе стороны уменьшается на постоянную величину. Оба энкодера, работая совместно, обеспечат точное и быстрое перемещение двери. Инкрементальный энкодер будет считывать угловую скорость двигателя и подавать эту информацию в микроконтроллер, который будет преобразовывать полученные данные в скорость перемещения двери. В свою очередь оптический энкодер будет подавать в микроконтроллер импульсы через определенные промежутки времени. Зная скорость перемещения двери, можно будет однозначно определить расстояние между полосками штрих-кода. А это, в свою очередь, даст микроконтроллеру точное представление о текущем местоположении двери. Для обработки аварийных ситуаций, когда датчики могут неверно считать информацию, нужно предусмотреть концевые датчики, которые будут подавать сигнал отключения двигателя.

В настоящее время проект находится на стадии отладки лабораторного образца. Образец представляет собой дверь размером 1×1 м, перемещающуюся по стандартным рельсам для шкафа-купе.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ТРАНСФОРМАТОР В СРЕДЕ ASIMEC

***А.С. Михеева, студентка 6-го курса ФЭТ***
*ТУСУР, г. Томск, nastysik@yandex.ru*

Лабораторный практикум по курсу «Электронные цепи и микросхемотехника» включает в себя четыре компьютерные лабораторные работы в среде ASIMEC. Одна из лабораторных работ предназначена для изучения блокинг-генераторов.

Блокинг-генератором (БГ) называют релаксационный генератор с трансформаторным выходом и положительной обратной связью, осуществляемой через дополнительную обмотку импульсного трансформатора [1].

Импульсные трансформаторы предназначены для передачи, формирования, преобразования и гальванического разделения импульсных сигналов. Поскольку блокинг-генератор является устройством формирования импульсов, здесь применяется формирующий импульсный сигнальный трансформатор [2]. В таких трансформаторах используют сердечники с малыми потерями на перемагничивание, выполненными чаще всего на основе ферритов.

Особенностью работы импульсного трансформатора является то, что сердечник перемагничивается по так называемому частному циклу (рис. 1), при котором изменение рабочей индукции сердечника происходит в диапазоне от Br до Bs. При этом работу трансформатора описывает выражение

$$U1 = e(t) = W1 \cdot S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}, \qquad (1)$$

где $W1$ – число витков первичной обмотки; $\Delta t$ – временной интервал работы трансформатора; $S$ – активное сечение сердечника; $\Delta B$ – размах индукции.

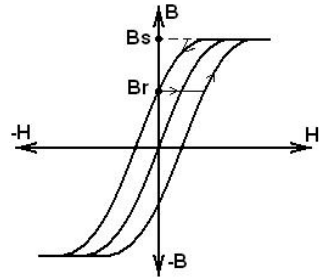



Рис. 1. Рабочий цикл трансформатора на петле перемагничивания

При такой работе длительность импульса в блокинг-генераторе определяется временем перехода от индукции Br до Bs.

Основной характеристикой трансформатора является коэффициент трансформации $k$, который определяется как соотношение числа витков обмоток $k$ = W1/W2.

В программном пакете Asimec моделирование трансформатора происходит исходя из схемы замещения, показанной на рис. 2.

Здесь $L1$, $R1$ – индуктивность и активное сопротивление первичной обмотки, $L2$, $R2$ – то же самое для вторичной обмотки, $L12$ – взаимная индуктивность обмоток. Система линейных дифференциальных уравнений для токов в обмотках выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} u1 &= L1 \cdot \frac{di1}{dt} + L12 \cdot \frac{di2}{dt} + i1 \cdot R1, \\ u2 &= L2 \cdot \frac{di2}{dt} + L12 \cdot \frac{di1}{dt} + i2 \cdot R2. \end{aligned} \qquad (2)$$

Индуктивности обмоток в первом приближении пропорциональны квадрату количества витков в них. Таким образом, при исследовании в Asimec схем, содержащих трансформатор, коэффициент его передачи необходимо задавать исходя из соотношения $k^2 = L1/L2$. Такой способ определения коэффициента трансформации неудобен и может вызвать у студентов затруднение при выполнении данной лабораторной работы.

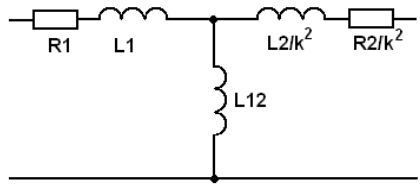



Рис. 2. Эквивалентная схема трансформатора

Следует отметить, что предложенная модель трансформатора не отражает режим насыщения сердечника трансформатора, в связи с чем для исследования были взяты схемы с времязадающими RC-цепями. Это позволило исследовать схемы блокинг-генераторов, не акцентируя внимания на насыщение трансформатора.

Используемая в ASIMEC модель трансформатора хороша своей простотой и наглядностью происходящих процессов. Однако наряду с имеющейся моделью стоит задача создания модели трансформатора, которая бы обладала следующими свойствами:

1) способностью отражать основные характеристики гистерезиса магнитного сердечника;

2) возможностью работы трансформатора в режиме насыщения;

3) возможностью задавать коэффициент трансформации исходя из соотношения числа витков обмоток;

4) возможностью выбора магнитного материала сердечника из списка наиболее часто используемых.

Для решения задачи создания модели трансформатора, отличающейся вышеперечисленными свойствами, следует воспользоваться методами

математического моделирования. Поскольку для моделирования характерно отсечение относительно менее важных свойств оригинала, что связано с существованием различных аспектов изучения объекта, одним из способов может быть решение интерполяционной задачи, которая заключается в аппроксимации сложной функции более простой.


**Литература**

1. *Герасимов В.М.*, *Скворцов В.А.* Электронные цепи и микросхемотехника. Ч. 2. Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов: Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2004. 209 с.

2. *Сидоров И.Н.*, *Скорняков С.В.* Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры: Справочник. М.: Радио и связь, 1994. 320 с.


## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ С ЕМКОСТНЫМ ФИЛЬТРОМ МЕТОДОМ КОММУТАЦИОННЫХ РАЗРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ (КРФ)


***Е.В. Смирнов, студент; В.Д. Семенов, к.т.н.***

*ТУСУР, г. Томск*


Схема силовой цепи выпрямителя представлена на рис. 1.

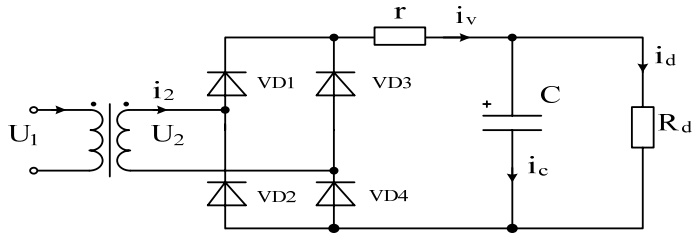



Рис. 1. Выпрямитель с емкостной нагрузкой

Принцип ее действия широко известен и хорошо описан. Представим эту принципиальную схему в виде структурной. Для этого заменим выпрямитель на диодах $VD_1$ – $VD_4$ четырехполюсником так, как показано на рис. 2.

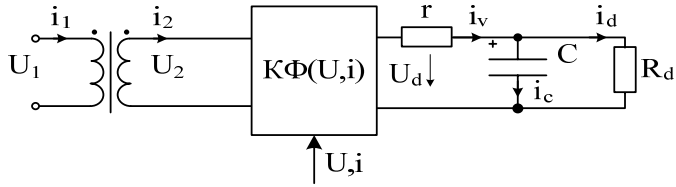



Рис. 2. Замена выпрямителя на четырехполюсник

Здесь $\text{КФ}(u,i)=\begin{cases}1, \text{ при включенных диодах, } U_2>0,\\ 0, \text{ при выключенных диодах,}\\ -1, \text{ при включенных диодах, } U_2<0.\end{cases}$ (1)

Причем [1] $\begin{cases}i_v=\text{КФ}(u,i)\cdot i_2,\\ \tilde{U}_d=\text{КФ}(u,i)\cdot U_d,\end{cases}$ (2)

потому что четырехполюсник не имеет потерь.

Узел токов $i_v$, $i_c$, $i_d$ заменим сумматором по току, причем

$$i_c=i_v-i_d. \quad (3)$$

С учетом того, что напряжение и ток конденсатора С связаны соотношением

$$U_c=U_d=\frac{1}{C}\int i_c dt, \quad (4)$$

представим схему рис. 2 в виде классической структурной схемы с однонаправленными звеньями. Причем двунаправленные звенья, в которых сигнал проходит как с входа на выход, так и с выхода на вход (трансформатор и выпрямитель), входят в схему дважды. Один раз в качестве звена передачи по напряжению $\text{К}_{\text{тр}}^{-1}$ и КФ($u$), а второй раз в качестве звена передачи по току $\text{К}_{\text{тр}}^{-1}$ и КФ($i$), что исключает нарушение причинно-следственных связей. Эта схема полностью отражает энергетическую часть выпрямителя, а по существу близка к схемам аналогового моделирования [2], что нам понадобится при моделировании управляемых преобразователей.

Эта схема представляет собой структуру следующих уравнений:

$$\left[U_1\cdot\frac{1}{K_{\text{тр}}}-U_d\cdot\text{КФ}(U)\right]\frac{\text{КФ}(i)}{r}\cdot\frac{\text{КФ}(i)}{K_{\text{тр}}}=i_1, \quad (5)$$

$$\frac{1}{C}\left[\left(U_1\cdot\frac{1}{K_{\text{тр}}}-U_d\cdot\text{КФ}(U)\right)\frac{1}{r}\text{КФ}(i)-\frac{U_d}{R_d}\right]dt=U_d. \quad (6)$$

Дифференцируя уравнение (6), получаем систему уравнений (7):

$$\begin{cases}\dfrac{dU_d}{dt}=\dfrac{\text{КФ}(i)}{K_{\text{тр}}\cdot r\cdot C}U_1-\left(\dfrac{1}{R_d\cdot C}+\dfrac{\text{КФ}(U)\cdot\text{КФ}(i)}{r\cdot C}\right)U_d,\\ i_1=\dfrac{1}{K_{\text{тр}}^2}\cdot U_1-\dfrac{\text{КФ}(U)}{K_{\text{тр}}\cdot r}\cdot U_d\cdot\text{КФ}^2(i),\end{cases} \quad (7)$$

которую можно решить в среде MathCAD, определив входящие в систему (7) коммутационные функции КФ(*u*) и КФ(*i*).

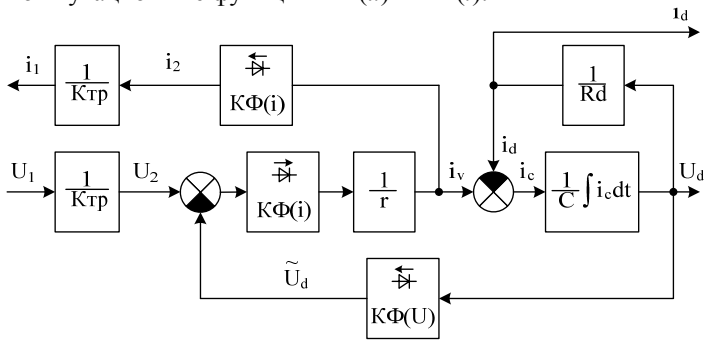



Рис. 3. Структурная схема выпрямителя с емкостным фильтром

На рис. 4, 5 приводятся графики, полученные в среде MathCAD для следующих значений: $U_1 = 100$ В, $R_d = 50$ Ом, $C = 2000$ мкФ, $K_{TP} = 0{,}5$, $r = 5$ Ом.

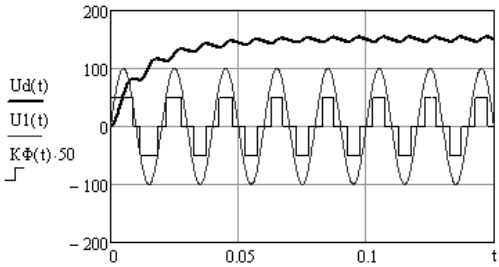
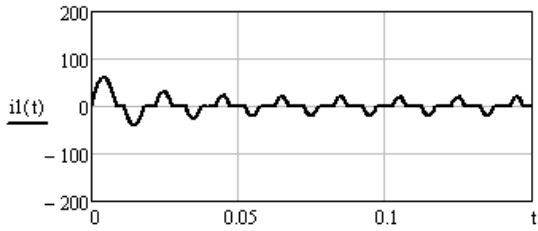



Рис. 4. Напряжение на нагрузке

Рис. 5. Ток, потребляемый от сети




**Литература**

1. *Кобзев А.В.*, *Михальченко Г.Я.*, *Музыченко Н.М.* Модуляционные источники питания РЭА. М.: Радио и связь, 1990. 336 с.

2. *Горбацевич Е.Д.*, *Левинзон Ф.Ф.* Аналоговое моделирование систем управления. М.: Наука. Глав. редакция физ.-мат. лит-ры, 1984. 304 с.

*ПОДСЕКЦИЯ 15.2*

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В УСТРОЙСТВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

*Председатель – **А.Н. Селяев**, д.т.н., проф. каф. ПрЭ;*
*зам. председателя – **М.Ю. Шевелев**, к.т.н., доцент каф. ПрЭ*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМИРУЕМОГО УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЙ РАДИОПОМЕХ ПО ЦЕПЯМ ПИТАНИЯ И НАГРУЗКИ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

***И.Е. Гребенев, А.Н. Лапин, В.А. Федотов, аспиранты; Д.В. Старов, магистрант; А.Н. Селяев, д.т.н., проф., В.М. Саюн, к.т.н., доцент***
*ТУСУР, г. Томск*

Одной из актуальных проблем для устройств промышленной электроники является проблема «засорения» электрических сетей кондуктивными помехами (по проводам) от различного рода нелинейных нагрузок, в том числе от полупроводниковых или вентильных преобразователей.

Транзисторные широтно-импульсные преобразователи (ШИП) находят широкое применение в системах автоматики и электропривода, которые создают значительные уровни напряжений высокочастотных помех (ВЧ). Их наличие обусловливает проблему электромагнитной совместимости (ЭМС) транзисторных ШИП с питающей сетью или со смежной радиоэлектронной аппаратурой (РЭА) и нагрузкой. Успешное решение этой задачи невозможно без всестороннего анализа ВЧ-помех, разработки методов их расчета, прогнозирования, измерения и подавления.

Возникновение ВЧ-помех в транзисторных ШИП связано с ключевым принципом работы полупроводниковых приборов и обусловливается характером протекания коммутационных процессов, параметрами питающей сети, режимом работы, паразитными параметрами элементов и монтажа преобразователей в целом [1, 3].

При выполнении данной работы создан транзисторный ШИП понижающего типа, проведен комплекс его испытаний на электромагнитную совместимость и разработаны фильтры для снижения уровней ВЧ радиопомех. Характеристики преобразователя следующие: входное напряжение $U_{вх} = 40–60$ В, выходная мощность $P_н \le 100$ Вт, выходное напряжение $U_н = 24$ В, коэффициент пульсаций $K_{п.вых} \le 5\%$, частота преобразования $F_{пр} = 26$ кГц.

В качестве силового транзистора был выбран полевой транзистор IRFP9240, а управление силовым транзистором организовано на микросхеме TL494 по принципу широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

После разработки печатной платы и монтажа макетного образца были проведены его испытания на электромагнитную совместимость на соответствие гостовским требованиям [2]. Согласно методике измерений по данному ГОСТу использованы эквивалент сети NNB-12 и селективный микровольтметр SMV-11. В качестве нормы был выбран самый жесткий уровень А для стабилизированных источников питания с потреблением тока до 25 А в полосе частот от 10 кГц до 30 МГц.

Без входного фильтра уровни напряжений радиопомех значительно превышают требуемую норму *уровня А* в частотном диапазоне 0,15–6 МГц на 30 дБ по входу и на 40 дБ по выходу преобразователя (рис. 1, $U_{п\,(вх)}$ и $U_{п(вых)}$ соответственно).

Для обеспечения допустимого уровня напряжений радиопомех схемы преобразователя были разработаны входной и дополнительный выходной фильтры для подавления симметричных и несимметричных составляющих напряжений радиопомех (рис. 2).

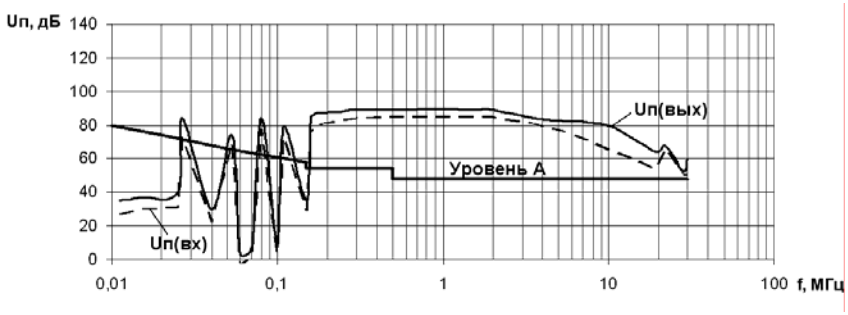



Рис. 1. Напряжения радиопомех на входе и выходе преобразователя без фильтров

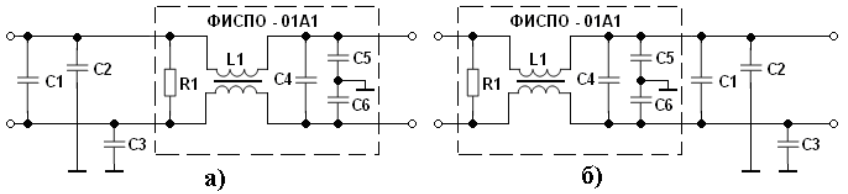



Рис. 2. Входной (*а*) и выходной (*б*) фильтры

Фильтры состоят из конденсатора С1, снижающего уровень симметричных пульсаций напряжения на рабочей частоте, конденсаторов С2 и

С3, обеспечивающих подавление несимметричных помех, и фильтра сетевого помехоподавляющего ФИСПО – 01А1.

На рис. 3 приведены результаты измерения уровней напряжения кондуктивных радиопомех по входу и выходу доработанной схемы в сравнении с нормой *уровня А*.

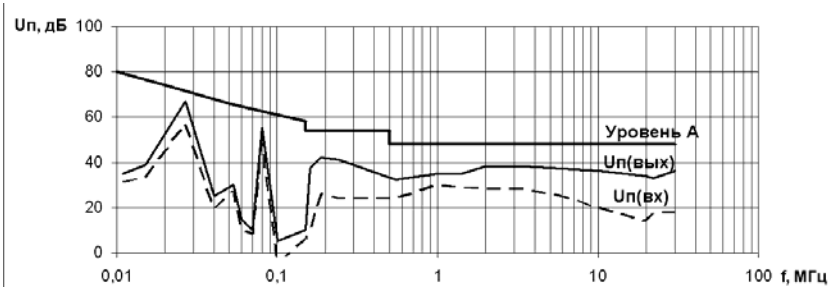



Рис. 3. Напряжения радиопомех на входе и выходе преобразователя с фильтрами

При использовании доработанного входного и дополнительного выходного фильтров были сглажены пульсации выходного напряжения преобразователя на рабочей частоте и на ее гармониках, а применение помехоподавляющих фильтров и конденсаторов обеспечило снижение несимметричных радиопомех особенно на частотах свыше 150 кГц.

Таким образом, в результате проделанной работы создан широтно-импульсный преобразователь понижающего типа, полностью удовлетворяющий техническому заданию и самым высоким требованиям ГОСТ Р 51527 – 99 (норме *уровня А*).

**Литература**

1. *Глазенко Т.А. Сеньков В.И.* Прогнозирование высокочастотных помех, создаваемых транзисторными широтно-импульсными преобразователями // Электричество. 1984. № 12. С. 21–30.

2. ГОСТ Р 51527–99 (МЭК 60478-3-89). Совместимость технических средств электромагнитная. Стабилизированные источники питания постоянного тока. Кондуктивные электромагнитные помехи. Нормы и методы испытаний. М.: Госстандарт РФ, 1999.

3. *Селяев А.Н.* Электромагнитная совместимость устройств промышленной электроники: Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. 245 с.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЛУЧШЕННЫХ ВИБРОШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ ЭМС КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

***Л.В. Поздеев, аспирант каф. ПрЭ; А.Н. Селяев, д.т.н., проф.***
*ТУСУР, г. Томск*

К аппаратуре, поставляемой на борт современных автономных объектов специального назначения для отечественного флота, предъявляются все более жесткие требования по допустимым уровням вибрации и шума, а также параметрам электромагнитной совместимости (ЭМС). В системах автономных объектов важнейшую роль в жизнеобеспечении рабочего персонала играют вентиляционные установки [1]. Несмотря на то, что основными характеристиками автоматических систем вентиляции и кондиционирования являются производительность и создаваемое номинальное давление воздуха, именно виброакустические показатели определяют их технический уровень. В связи с этим актуальной является задача снижения и обеспечения улучшенных виброшумовых характеристик и параметров ЭМС автоматических систем жизнеобеспечения, так как они находятся в непосредственной близости и питаются от общего источника питания.

В НПЦ «Полюс» проводятся работы по оптимизации конструкций автоматических систем вентиляции методом экспериментального модального анализа, для снижения уровней вибраций, воспроизводимых улиточным корпусом, рабочим колесом и самим двигателем. При этом определяются реальные динамические характеристики конструкций и узлов, к которым относятся их собственные частоты, формы колебаний рабочих поверхностей, демпфирование любой точки конструкции. Если полученные динамические характеристики не удовлетворяют заданным требованиям, то на основе графически представленных данных формулируются (выдаются) рекомендации по модификации конструкции.

На рис. 1 и 2 приведены вибрационные характеристики вентиляторов соответственно в базовом и в модифицированном корпусе, из которых видно, что уровень вибрации электровентилятора снизился в среднем на 6 дБ.

Проблема обеспечения качественной ЭМС, наряду с улучшением виброакустических характеристик оборудования, также является важнейшей задачей, обусловленной повышенными требованиями, предъявляемыми к электромеханическим системам автономных объектов, в связи с тем, что они находятся в непосредственной близости или питаются от общего источника бортовых систем питания.

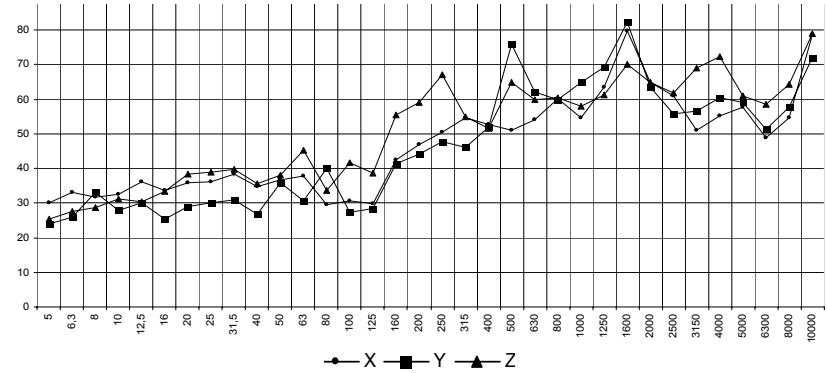



Рис. 1. Вибрационная характеристика вентилятора в базовом корпусе

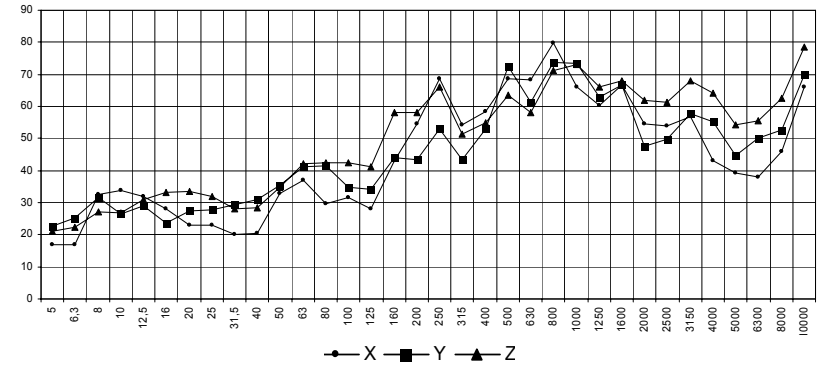



Рис. 2. Вибрационная характеристика вентилятора в модифицированном корпусе

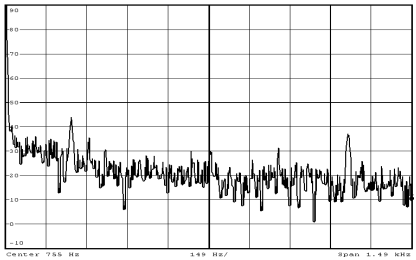


Рис. 3. Характеристика напряженности магнитного поля

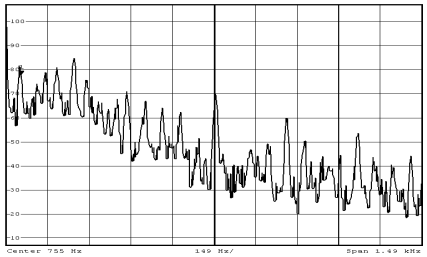


Рис. 4. Характеристика токов токов радиопомех

В ходе проведения испытаний ряда электровентиляторов БВ-001 зафиксировано наличие электромагнитной помехи по излучаемому полю с

максимальным уровнем 106 дБ и наличие токов радиопомех с максимальным уровнем 82 дБ, что оказывает существенное влияние на радиоэлектронное оборудование автономных объектов [2, 3]. На рис. 3 и 4 приведены соответственно характеристики напряженности магнитного поля и токов радиопомех в диапазоне частот 10 Гц – 1,5 кГц.

Применение метода модального анализа конструкции корпусов вентиляторов позволило снизить уровень вибрации электровентилятора БВ-001 в среднем на 6 дБ и обеспечить допустимые характеристики по напряженности магнитного поля и токам радиопомех.

**Литература**

1. *Гладущенко В.Н., Гейнц Э.Р., Братковский О.А. и др.* Корабельное малошумное электрооборудование систем вентиляции и кондиционирования нового поколения // Электронные и электромеханические системы и устройства: Сб. науч. тр. Новосибирск: Наука, 2007. С. 150–162.

2. ГОСТ Р 51319–99. Совместимость технических средств. Приборы для измерения индустриальных радиопомех. Методы испытаний технических средств – источников индустриальных помех. М.: Изд-во стандартов, 2000.

3. ГОСТ Р 51320–99. Совместимость технических средств. Радиопомехи индустриальные. Методы испытаний технических средств – источников индустриальных помех. М.: Изд-во стандартов, 2000.

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

***А.М. Гаврилов, инж. ОАО «НПЦ «Полюс»; В.В. Шкоркин, аспирант; А.Н. Селяев, д.т.н., проф.***

*ТУСУР, каф. ПрЭ, г. Томск*

К системам электропитания автономных объектов (СЭП АО): летательных, подводных и космических аппаратов – предъявляются дополнительные требования по ограничению габаритов и массы, высокого КПД и электромагнитной совместимости с бортовой радиоэлектронной аппаратурой и цифровой ВТ. Импульсные преобразователи энергии (ИПЭ), применяемые в качестве основных силовых устройств, обладают хорошими массогабаритными характеристиками, высокими значениями КПД. Основной недостаток данного класса преобразователей – повышенный уровень напряжения помех по шинам питания и нагрузки [1]. В работе [2] подробно рассмотрены уровни кондуктивных помех, генерируемых основными типами однотактных импульсных преобразователей энергии. В частности, отмечено, что уровень несимметричных помех на силовых шинах мало зависит от типа преобразователя и места изме-

рения (входные или выходные цепи), но зависит от монтажа преобразователя и частоты преобразования.

На рис. 1 представлена схема понижающего ИПЭ с кондуктивным отводом тепла, предназначенного для построения СЭП АО. Учитывая полученные результаты в [2, 3], можно ожидать, что уровень напряжения несимметричных помех по силовым шинам значительно выше требований ГОСТ Р 51527–99 (уровень А на рис. 2). Для снижения этих помех при разработке преобразователя был принят ряд мер: применен входной С-фильтр, выходной LC-фильтр, в качестве обратного диода использован диод Шоттки. Параллельно электролитическим конденсаторам большой емкости установлены высокочастотные конденсаторы.

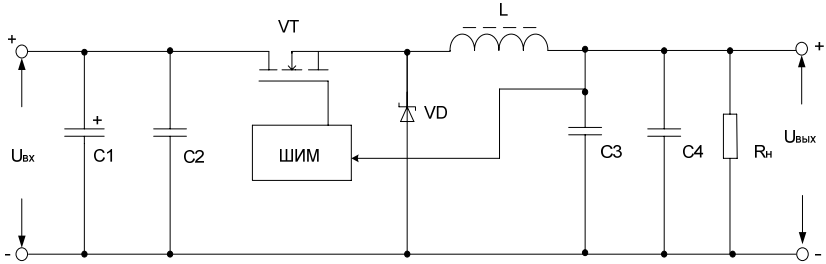



Рис. 1. Схема однотактного импульсного преобразователя энергии понижающего типа

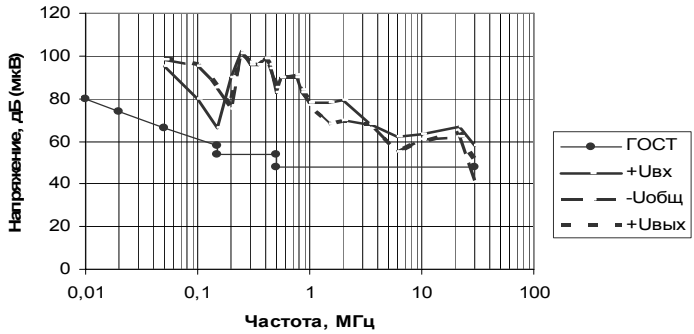



Рис. 2. Измеренное напряжение несимметричной помехи ИПЭ в исходном состоянии

Для уменьшения влияния помехового электромагнитного поля ИПЭ на входные и выходные цепи преобразователь был помещен в алюминиевый экран. Измерения на входе и выходе преобразователя показали понижение напряжения несимметричной помехи (рис. 2), но она еще была значительно больше нормы по ГОСТ Р 51527–99.

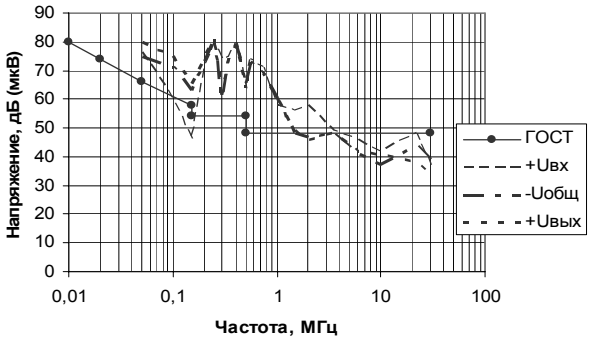



Рис. 3. Измеренное напряжение несимметричной помехи ИПЭ в алюминиевом экране

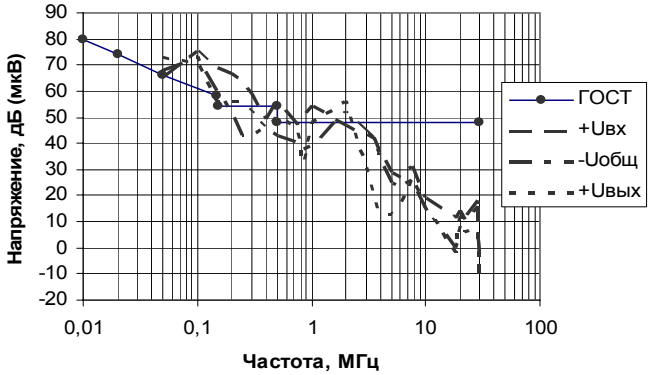



Рис. 4. Измеренное напряжение несимметричной помехи ИПЭ в алюминиевом экране и с проходными конденсаторами

Применение проходных конденсаторов типа ОКП 0,047 мкФ, 125 В в качестве силовых выводов преобразователя значительно уменьшило уровень напряжения несимметричной помехи (рис. 4).

Дальнейшее уменьшение помехи до регламентированного уровня ГОСТом возможно при многофазном подключении преобразователей в СЭП АО [4].

**Литература**

1. *Сеньков В.И.* Высокочастотные помехи, создаваемые импульсными стабилизаторами напряжения // Электронная техника в автоматике. Сб. статей: Вып. 13 / Под ред. Ю.И. Конева. М.: Радио и связь, 1982. С. 102–110.

2. *Глазенко Т.А.*, *Сеньков В.И.* Прогнозирование высокочастотных помех, создаваемых транзисторными широтно-импульсными преобразователями // Электричество. 1984. № 12. С. 21–30.

3. *Селяев А.Н.*, *Гаврилов А.М.*, *Гребенев И.Е.* Оценка помеховых электромагнитных полей импульсных преобразователей электрической энергии // Материалы десятой Всероссийской науч.-техн. конф. «Энергетика: экология, надежность, безопасность». Томск: Изд-во ТПУ, 2004. С. 171–174.

4. *Мелешин В.И.* Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2006. 632 с.

## МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНОГО ИМПЕДАНСА ИМПУЛЬСНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

***В.В. Шкоркин, аспирант; А.Н. Селяев, проф. каф. ПрЭ***
*ТУСУР, г. Томск, san@ie.tusur.ru*

В настоящее время в области электромагнитной совместимости (ЭМС) появился новый вид испытаний – измерение комплексного выходного сопротивления (импеданса) преобразователей постоянного напряжения в постоянное.

Импульсные стабилизаторы напряжения (ИСН), входящие в состав бортовой системы электроснабжения автономного объекта, как правило, имеют разветвленную сеть потребителей различного назначения. Для обеспечения внутриаппаратурной ЭМС на объекте ИСН должен иметь заданный выходной импеданс, установленный техническим заданием. Завышенное значение импеданса на отдельных участках диапазона частот может привести к резонансным явлениям в общей шине питания и, как следствие этого, к сбою работы системы в целом. Таким образом, выходной импеданс ИСН является важным техническим параметром.

Известные методики измерения импеданса предполагают использование специализированных приборов, при этом исследуемое устройство рассматривается как пассивный двухполюсник. Как правило, каждый ИСН имеет в своем составе регулятор, являющийся активным фильтром в диапазоне частот от нуля до нескольких сотен кГц и широкополосный пассивный выходной фильтр с выраженной индуктивной составляющей в верхней части частотного диапазона, поэтому ИСН нельзя рассматривать как пассивный двухполюсник.

Типовая зависимость комплексного выходного сопротивления преобразователей постоянного напряжения приведена на рис. 1.

В диапазоне частот до 1 кГц значение импеданса обусловлено работой регулятора ИСН, в диапазоне 1–10 кГц – параметрами выходного фильтра. На более высоких частотах существенное влияние на значение импеданса оказывают паразитные параметры элементов фильтра.

Известна методика измерения выходного импеданса преобразователей постоянного напряжения в диапазоне частот 0,009–30 МГц. Для измерения импеданса в низкочастотном диапазоне в настоящее время общепринятых методик нет.

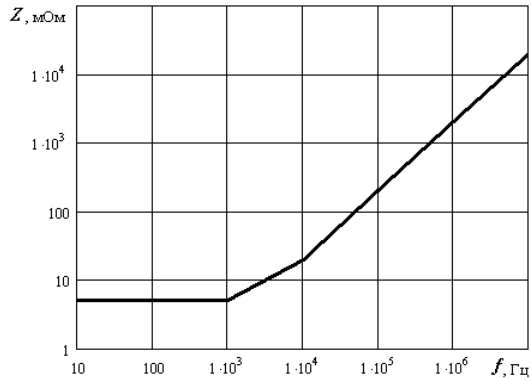



Рис. 1. Выходной импеданс ИСН

Цель проводимой работы – разработка и экспериментальная проверка методики измерения импеданса в полосе частот от единиц Гц до десятков МГц.

При решении поставленной задачи применены современные широко распространенные средства измерения: двухканальный осциллограф Tektronix TDS3012B, токовый пробник TCP303, усилитель TCPA300.

Схема установки для измерения импеданса приведена на рис. 2. Токовый пробник TCP303 совместно с усилителем TCPA300 позволяет измерять ток амплитудой до 30 А в диапазоне частот 0–100 МГц.

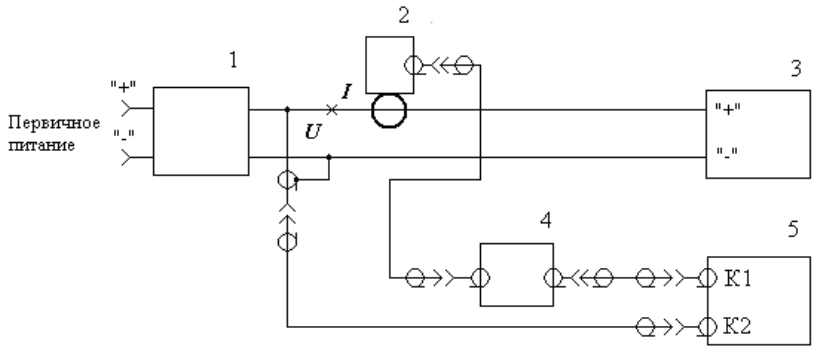



Рис. 2. Схема измерения импеданса: 1 – испытуемый ИСН; 2 – токовый пробник TCP303; 3 – управляемая нагрузка; 4 – усилитель TCPA300; 5 – осциллограф Tektronix TDS3012B (К1, К2 – входы соответствующих каналов); *U* – измеряемое напряжение; *I* – измеряемый ток

Синусоидальный ток $I$ создает управляемая нагрузка. Возникающие пульсации напряжения $U$ на выходе исследуемого преобразователя измеряются непосредственно осциллографом.

На рис. 3 показаны осциллограммы тока и напряжения, измеренные одновременно. На входе К2 осциллографа и входе усилителя устанавливается связь по переменному току. В процессе перестройки частоты изменяются сдвиг по фазе между током и напряжением, а также соотношение между пульсациями на рабочей частоте преобразователя и пульсациями на частоте измерения импеданса.

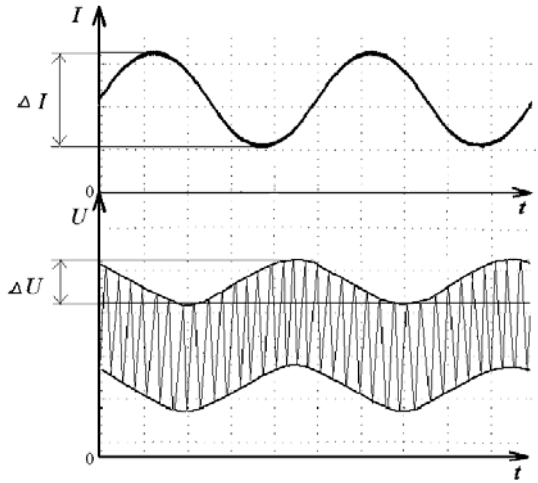



Рис. 3. Вычисление импеданса с использованием курсоров

Значение модуля импеданса $|Z_{\text{Вых}}|$ на текущей частоте рассчитывается по закону Ома:

$$|\boldsymbol{Z}_{\text{Вых}}| = \Delta U / \Delta I,$$

где $\Delta U$ – пульсации напряжения, В; $\Delta I$ – пульсации тока, А.

Пульсации выходного напряжения на рабочей частоте силовых ключей, показанные на рисунке как высокочастотное заполнение, не учитываются.

Погрешность измерения с использованием курсоров для указанного типа осциллографа не превышает 3%, что вполне достаточно для инженерной практики.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет измерить выходной импеданс ИСН в диапазоне частот от единиц Гц до десятков МГц при имитации в цепи нагрузки тока синусоидальной формы амплитудой до 30 А.

## СОДЕРЖАНИЕ

Информационное сообщение.....3

*СЕКЦИЯ 8*
**РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ**

**Д.П. Вагнер**
АНАЛИЗ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....11

**А.А. Белоус**
ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ.....13

**С.М. Буркова, Ю.С. Михайлова**
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ.....16

**Е.А. Ейбог**
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДАННЫМ БАЗ ДАННЫХ.....19

**Д.А. Иванов**
МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ.....21

**Н.А. Кабаненко**
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ORACLE SPATIAL В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....23

**С.В. Комзолов**
ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМЫ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРНЕТ БРАУЗЕРОМ.....26

**Д.И. Литвинова**
АРХИТЕКТУРА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....27

**В.А. Лобанов**
ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ МЕЖДУ КЛИЕНТОМ И СЕРВЕРОМ. ПРОВАЙДЕРЫ ДЛЯ ДОСТУПА К БАЗАМ ДАННЫХ.....29

**Р.А. Мамрашев, И.С. Ходаков**
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС «УКРУПНЕНИЕ РЕГИОНОВ».....32

**Д.Н. Насыртдинов, В.В. Марченко**
АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ DOM-XML И COM.....35

**А.В. Отчалко**
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЕБ 2.0 В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....37

**Е.С. Павинич, А.В. Свищенко, П.В. Сенченко,**
**Т.Ю. Коротина, И.А. Ярымова**
АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛА ПОСЛЕВУЗОВСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТУСУРа ..... 40

**П.В. Сенченко, Р.Р. Галин, А.П. Николаенко**
ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ ПРЕДПРИЯТИЯ..... 43

**А.С. Шпока**
СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ ..... 45

**А.А. Сидоров, И.В. Лазарев**
АИС «ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ»..... 47

**С.М. Старолетов**
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ С ПОСТРОЕНИЕМ МОДЕЛИ..... 50

**В.Л. Тараненко**
РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ..... 53

**Л.П. Турунтаев, Г.В. Фролов, О.О. Плотников, А.И. Гулин**
СОЗДАНИЕ АИС «КАРЬЕРНЫЙ РОСТ ВЫПУСКНИКА»..... 54

**В.Е. Баландин, Д.О. Анисимов, А.А. Терещенкова, Л.Н. Орликов**
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУБ ИЗНУТРИ ..... 57

**В.Н. Елизаров, И.В. Мокрушин, О.В. Попова, Л.Н. Орликов**
СЛАБОТОЧНЫЙ ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ..... 59

**Д.М. Кауров, В.Ю. Илюшик, Д.О. Анисимов, Е.Н. Искандирова, Л.Н. Орликов**
СТРУЙНЫЙ ИСТОЧНИК ПАРОВ ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ ..... 61

**Н.В. Труков, А.Г. Чугунов, Н.А. Коноплев, Е.А. Примакова, Л.Н. Орликов**
ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКРЫТЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ..... 62

**А.Г. Чугунов, И.М. Мусина, В.А. Кишкова, В.В. Орлова, Л.Н. Орликов**
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ . 56

***СЕКЦИЯ 9***

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

**П.А. Дудин**
НЕПРЕРЫВНЫЙ АЛГОРИТМ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ В ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ..... 67

**В.Ю. Гнездилова**
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА
ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ..... 70

**М.А. Головкина, А.В. Лавыгина**
ВЛИЯНИЕ ТИПА ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ОШИБКУ
ВЫВОДА НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ НАСТРОЙКЕ ГЕНЕТИЧЕСКИМ
АЛГОРИТМОМ ..... 72

**П.А. Дудин, Н.А. Корнев, Д.С. Синьков**
ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАЗРАБОТКИ
НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ..... 75

**В.А. Крайванова**
СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ
АДАПТИРУЮЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ ..... 78

**А.В. Лавыгина**
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ И ОСНОВАННЫЕ НА ПРОИЗВОДНОЙ
МЕТОДЫ В ОПТИМИЗАЦИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ..... 81

**Р.Р. Нигманов**
ПОИСК С ЗАПРЕТАМИ В ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ТИПА СИНГЛТОН ..... 84

**Д.А. Осадченко, А.В. Лавыгина**
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ КАЛМАНА
ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ
МОДЕЛЕЙ ТИПА СИНГЛТОН ..... 86

**П.А. Дудин, Д.С. Синьков**
ГРАДИЕНТНЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ
ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ..... 89

**Н.В. Вологина**
АЛГОРИТМ ПЕРЕБОРА В СТРУКТУРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ
НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ..... 92

## *СЕКЦИЯ 11*

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### *ПОДСЕКЦИЯ 11.1*

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

**А.А. Баранов**
ПРОГРАММА «ДИАГРАММА СМИТА–ВОЛЬПЕРТА» ..... 95

**А.В. Барышников, Ф.И. Шеерман, С.Ю. Дорофеев**
ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММЫ СИНТЕЗА СОГЛАСУЮЩИХ ЦЕПЕЙ
В СРЕДУ РАЗРАБОТКИ СВЧ-УСТРОЙСТВ MICROWAVE OFFICE ..... 97

**С.Ю. Дорофеев**
СИНТЕЗ СОГЛАСУЮЩИХ ЦЕПЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННОМ
ЭЛЕМЕНТНОМ БАЗИСЕ ..... 100

**У.П. Егорова**
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТРЕНАЖЕРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ..... 103

**А.П. Федюнин**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕЧЕТКОГО
ВЫВОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ
ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА ..... 105

**Е.В. Казанцев, Л.И. Бабак, М.В. Черкашин**
ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СВЧ-УСИЛИТЕЛЕЙ С ДВУХПОЛЮСНЫМИ ЦЕПЯМИ КОРРЕКЦИИ
И ОБРАТНОЙ СВЯЗИ AMP-CF ..... 107

**И.Е. Романенко**
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ» ..... 111

**Д.Н. Сабанов**
ОБОБЩЕННАЯ ДИАГРАММА КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ..... 112

**Я.И. Семенова**
ВИЗУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНВЕРТЕРОВ ИММИТАНСА ..... 115

**Ю.Ю. Щеникова**
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНОГО
КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ..... 118

***ПОДСЕКЦИЯ 11.2***

**АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ИМИТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**А.А. Батомункуева**
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННО-
ГИСТЕРЕЗИСНОГО ДВИГАТЕЛЯ, В ЧАСТНОСТИ УГЛА НАГРУЗКИ ..... 121

**А.А. Безрученко**
МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ
БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. РАЗРАБОТКА

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАРЯДА ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА В СИСТЕМЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ..... 123

**С.Ю. Буров, Ю.А. Андреев**
ВЫБОР СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ..... 126

**Д.С. Дегтярев, Д.И. Олейник, С.П. Куксенко**
ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ..... 129

**Н.А. Дмитриев**
УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ЦИФРОВОЙ СХЕМОТЕХНИКЕ ..... 132

**Д.Н. Гладких, Д.А. Рождественский**
SCADA-ПАКЕТ «WEBSCADA» ..... 134

**А.А. Калентьев**
ОЦЕНКА УГРОЗЫ УСТРОЙСТВ ТЕХНОЛОГИЙ Wi-Fi И BLUETOOTH ДЛЯ РАДИОНАВИГАЦИИ САМОЛЕТА ..... 136

**В.П. Кижапкина**
МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА ..... 140

**М.И. Кондратьев**
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СТАНЦИИ ВОДООЧИСТКИ ..... 142

**Ю.Ф. Козел**
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЧИСЕЛ В АЛГОРИТМЕ ПОИСКА ПО ОБРАЗЦУ ..... 144

**А.А. Май**
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И ДАТЧИКОВ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ..... 147

**У.Н. Мерзлякова**
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КООРДИНАТ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ, В ЧАСТНОСТИ УГЛА НАГРУЗКИ ..... 149

**Н.С. Николаева**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УЧЕТА РАБОТЫ ДЛЯ ГОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (АСДУ ГТО): «ФОРМИРОВАНИЕ ОТЧЕТОВ» ..... 151

**Е.Е. Петров**
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЕМА ОПЛАТЫ КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В УФПС ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ..... 153

**А.А. Предеин**
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ОАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» ..... 154

**А.П. Савищева**
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА В СИСТЕМЕ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ..... 157

**Е.В. Сазонова**
МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ..... 161

***ПОДСЕКЦИЯ 11.3***

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЛОЖНОГО ПРОЦЕССА**

**А.А. Астаева**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ОТДЕЛА КАДРОВ ИОА СО РАН ..... 163

**К.С. Беляк**
СИСТЕМА АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ..... 164

**О.М. Бикерова, И.С. Заяц**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» ..... 166

**Д.В. Бобров**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: РАЗРАБОТКА ТЕКСТОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПОСТРОЕНИЯ ER-МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ ..... 168

**В.Н. Будунова**
КОНФИГУРАЦИЯ «БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ В ГАРАЖНО-СТРОИТЕЛЬНОМ КООПЕРАТИВЕ» В СИСТЕМЕ ПРОГРАММ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 7.7 ..... 169

**А.П. Желонкина**
МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ ..... 172

**В.И. Дерябин**
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УЧЕТА ТРАФИКА ..... 173

**Т.Е. Евдунов**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: МОДУЛЬ ГЕНЕРАЦИЯ SQL КОДА СОЗДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ ..... 176

**Г.Н. Решетникова, Д.Н. Гладких, Е.Г. Селенин, П.В. Константинов, В.И. Дерябин**
СЕТЕВОЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС «МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ» ..... 177

**Е.П. Кирина**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ: «ФОРМИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ КОМИССИИ» ..... 179

**О.А. Клименко**
СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССИНГОВОЙ КОМПАНИИ ..... 181

**М.И. Кондратьев**
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ ДЛЯ СТАНЦИИ ВОДООЧИСТКИ ..... 184

**П.В. Константинов**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ «КТ – МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ» ..... 185

**К.В. Крупская, Е.С. Воробей, Е.А. Козлов, В.В. Нечитайленко**
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ» ..... 187

**Ю.А. Квасникова**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УЧЕТ СКЛАДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И РЕМОНТА ОРГТЕХНИКИ» ..... 189

**А.П. Лабатюк**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА «ГПО КАФЕДРЫ КСУП» ..... 191

**Т.П. Мирощенко, А.А. Изюмов**
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО МЕТОДОЛОГИИ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ (на примере ОАО «НИКИ г. ТОМСК») ..... 193

**Л.Д. Мясникова**
МАСТЕР ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТОВ ПРИКАЗОВ ..... 195

**Н.А. Пуляхина**
МОДУЛЬ «ДИПЛОМИРОВАНИЕ» ДЛЯ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ» ..... 197

**Е.Г. Селенин, Н.Н. Даниэльс, Н.Ю. Хабибулина**
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ..... 199

**А.М. Щеголе**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ: ГРАФИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ER-МОДЕЛИ В СООТВЕТСТВИИ С IDEF1X ..... 201

**К.Г. Сычева**
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ РЕСТОРАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ ..... 202

**А.А. Изюмов, Ю.И. Торокова**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА СТОИМОСТИ КАБЕЛЯ ..... 204

**Е.Ю. Торопов**
ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА КАФЕДРЫ ..... 206

**М.М. Шаймарданов, М.С. Денисов, В.В. Вилесов, Е.А. Подкина, А.Е.Терехин, К.Ю. Плахута**
ИННОВАЦИОННАЯ WEB-СИСТЕМА ..... 208

**Е.Р. Зейбель, Е.П. Кирина, Л.Д. Мясникова, Е.Ю.Торопова, Н.А. Пуляхина, А.П. Желонкина, Н.Ю. Хабибулина**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ ..... 210

**Е.Р. Зейбель**
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ И МОНИТОРИНГА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА КАФЕДРЫ: МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ ..... 213

***ПОДСЕКЦИЯ 11.4***

**МЕТОДЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

**С.И. Большанин**
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ..... 217

**А.В. Колчин**
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ТЕНЕЙ В ТРЕХМЕРНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ..... 219

**Е.В. Оплетаев**
ИНФОРМАЦИОННО-СЕРВИСНЫЙ WEB-САЙТ ФИРМЫ «ПЕРЕСВЕТ» .. 220

**В.А. Сульдин**
МОДУЛЬ РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ ДУБЛЬГИС ..... 223

*СЕКЦИЯ 13*

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА**

**А.В. Бяков, В.В. Гренке, И.В. Шакиров, С.В. Панин**
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО И АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПИСИ И АНАЛИЗА СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ..... 225

**А.И. Солдатов, И.М. Чурилов**
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ТВЕРДОСТИ РОЛИКОВ ИЗ СТАЛИ ШХ-15 ..... 228

**А.В. Горевой**
ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА СВЧ-ГЕНЕРАТОРЫ ..... 230

**А.В. Горевой**
СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ..... 2303

**С.М. Мартемьянов, Э.Ю. Моор**
СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ШИНЫ 1-WIRE С ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ В ПК ЧЕРЕЗ USB-ПОРТ ..... 236

**Д.С. Медведев, А.В. Голиков, В.Д. Семенов**
МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ФАЗОВОГО ШУМА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ..... 239

**М.И. Мельников, Ю.Б. Шаропин**
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА ..... 242

**А.А. Ненашев**
РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ..... 244

**Я.В. Непомнящих, А.В. Пуговкин, В.Д. Сарнаева**
КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ..... 247

**Д.С. Разумовский, А.В. Ишков, А.М. Сагалаков**
РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ..... 250

**В.В. Щербаков, И.В. Шакиров**
ОБРАБОТКА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СОБЫТИЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ..... 252

**Н.В. Старовойтов, А.В. Майстренко**
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ МЕТОДА, ОСНОВАННОГО НА ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В. ВОЛЬТЕРРА ..... 255

**М.В. Южанин, В.И. Туев**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДВУХПОЛЮСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ..... 258

**О.А. Зыкова, И.В. Шакиров**
АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ДЛЯ СТРЕЛОЧНЫХ ПРИБОРОВ..... 260

## *СЕКЦИЯ 14*

## РАДИОТЕХНИКА

**Б.Б. Бабуев, А.А. Титов**
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ..... 263

**Р.С. Круглов, А.А. Шибельгут, Г.А. Суркова, В.С. Бодунов**
ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ LABVIEW..... 266

**Д.Н. Цебенко**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПОИСКА ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ В ЛИНИИ ПЕРЕДАЧ..... 268

**А.В. Фатеев, Г.Г. Гошин**
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО СПЛИТТЕРА ДИАПАЗОНА 0…20 ГГц ..... 271

**Т.А. Голикова, А.В. Голиков**
МАЛОШУМЯЩИЙ ЗАДАЮЩИЙ ГЕНЕРАТОР СИНТЕЗАТОРА КОГЕРЕНТНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ РЛС ..... 273

**Д.А. Конкин, Е.Ю. Агеев, Н.Д. Хатьков, Р.В. Литвинов**
О ПРИМЕНЕНИИ MATLAB R2006B ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИНГУЛЯРНЫХ ЗАДАЧ ШТУРМА–ЛИУВИЛЛЯ..... 276

**Д.И. Басов, К.М. Кузьмин, С.Н. Питченко, Р.В. Литвинов**
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ МЕАНДРОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ ЯЧЕЕК ..... 280

**К.М. Кузьмин, Д.И. Басов, А.А. Шибельгут, В.В. Пентюгов, Р.С. Круглов, Р.В. Литвинов, Б.И. Авдоченко**
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ СЛОИСТЫХ СРЕД МЕТОДОМ ЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ..... 283

**А.А. Шибельгут, В.В. Пентюгов, Б.И. Авдоченко, Р.В. Литвинов**
ИМПЕДАНС ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВИБРАТОРА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ НАД СЛОИСТОЙ СРЕДОЙ..... 285

**Л.В. Суркова**
АВТОТЕСТЕР – ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СВЧ-УСТРОЙСТВ ..... 288

**Г.А. Суркова, Р.С. Круглов, А.С. Задорин, А.А. Шибельгут**
РАСЧЕТ АМПЛИТУДНОГО ПРОФИЛЯ ВОЛНОВОДНЫХ МОД
В МНОГОСЛОЙНОМ ВОЛНОВОДЕ ..... 290

**А.Ф. Тарзиманова, О.В. Петля, А.А. Титов**
МЕТОДИКА РАСЧЕТА МЕЖКАСКАДНОЙ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ
ШИРОКОПОЛОСНОГО УСИЛИТЕЛЯ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ ... 293

**М.В. Южанин, В.И. Туев**
АППРОКСИМАЦИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕВЫХ
ТРАНЗИСТОРОВ ..... 295

## *СЕКЦИЯ 15*
## ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

### *ПОДСЕКЦИЯ 15.1*
### СИЛОВАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

**В.С. Аксенов, Н.Р. Абязов, П.С. Кулманаков, Д.А. Казанцев, Г.А. Воронов**
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОМОЕЧНОЙ МАШИНОЙ ..... 298

**А.С. Баранник**
ВЫБОР СТРУКТУРЫ СХЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ ..... 301

**В.Д. Семенов, В.А. Федотов**
РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ
В СРЕДЕ ORCAD ДЛЯ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ..... 304

**А.В. Храмцов, В.Д. Семенов, С.В. Образцов**
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО АППАРАТА
С ИОНООБМЕННЫМИ МЕМБРАНАМИ КАК НАГРУЗКИ
ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ..... 306

**Д.В. Ксынкин, А.П. Крайняк, М.Ю. Шевелев**
ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ДВЕРЕЙ ШКАФА-КУПЕ ..... 309

**А.С. Михеева**
МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ТРАНСФОРМАТОР
В СРЕДЕ ASIMEC ..... 312

**Е.В. Смирнов, В.Д. Семенов**
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ С ЕМКОСТНЫМ ФИЛЬТРОМ
МЕТОДОМ КОММУТАЦИОННЫХ РАЗРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ (КРФ) ..... 314

*ПОДСЕКЦИЯ 15.2*

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В УСТРОЙСТВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

**И.Е. Гребенев, А.Н. Лапин, В.А. Федотов, Д.В. Старов, А.Н. Селяев, В.М. Саюн**
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМИРУЕМОГО УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЙ РАДИОПОМЕХ ПО ЦЕПЯМ ПИТАНИЯ И НАГРУЗКИ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ..... 317

**Л.В. Поздеев, А.Н. Селяев**
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЛУЧШЕННЫХ ВИБРОШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ ЭМС КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ ..... 320

**А.М. Гаврилов, В.В. Шкоркин, А.Н. Селяев**
УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА ..... 322

**В.В. Шкоркин, А.Н. Селяев**
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНОГО ИМПЕДАНСА ИМПУЛЬСНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ..... 325

*Научное издание*

# Научная сессия ТУСУР-2008

Материалы
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
5–8 мая 2008 г., Томск, Россия
В пяти частях

Часть 2

Корректор –
Верстка **В.М. Бочкаревой**
Дизайн обложки **В. Глушко**

Издательство «В-Спектр»
Сдано на верстку 01.04.2008. Подписано к печати 25.04.2008.
Формат $60\times84^{1}/_{16}$. Печать трафаретная.
Печ. л. 21,25. Усл. печ. 20.
Тираж 150 экз. Заказ 11

Тираж отпечатан в издательстве «В-Спектр»
ИНН/КПП 7017129340/701701001, ОГРН 1057002637768
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, Тел. 49-09-91.
E-mail: bmwm@list.ru