

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2009

**Материалы докладов
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12–15 мая 2009 г.**

В пяти частях

Часть 2

В-Спектр
Томск–2009

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

Н-34

Н-34 Научная сессия ТУСУР–2009: Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 12–15 мая 2009 г.: В пяти частях. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2008. – 352 с.

ISBN 978-5-91191-103-4

ISBN 978-5-91191-105-8 (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.

Для студентов, аспирантов, технических работников.

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

ISBN 978-5-91191-103-4

ISBN 978-5-91191-105-8 (Ч. 2)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2009

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

**Всероссийская научно-техническая конференция
студентов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2009»
12–15 мая 2009 г.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Кобзев А.В. – председатель, ректор ТУСУР, д.т.н., профессор
- Ремпе 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., начальник НУ ТУСУР, д.т.н., профессор
- Казьмин Г.П., председатель комитета инновационной деятельности администрации г. Томска, представитель Фонда содействия развитию МФП в НТС по Томской обл., 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., проф. каф. ТОР НГТУ, д.т.н., профессор, г. Новосибирск
- Лукин В.П., директор отд. распространения волн Ин-та оптики атмосферы СО РАН, почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., профессор, г. Томск
- Кориков А.М. – зав. каф. АСУ ТУСУР, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор
- Пустынский И.Н., зав. каф. ТУ ТУСУР, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор
- Акулиничев Ю.П., председатель совета по НИРС РТФ ТУСУР, д.т.н., профессор каф. РТС

- 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
- Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС ТУСУР, д.т.н., профессор
- Голиков А.М., доцент каф. РТС ТУСУР, к.т.н.
- Пустынский И.Н., зав. каф. ТУ ТУСУР, д.т.н., профессор
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР ТУСУР, председатель совета по НИРС РКФ, д.ф.-м.н.
- Лощилов А.Г., м.н.с. каф. ТОР ТУСУР, к.т.н.
- Катаев М.Ю., профессор каф. АСУ ТУСУР, д.т.н.
- Шарангович С.Н., зав. каф. СВЧ и КР ТУСУР, к.ф.-м.н.
- Троян П.Е., зав. каф. ФЭ ТУСУР, д.т.н., профессор
- Ходашинский И.А., проф. каф. АОИ ТУСУР, д.т.н.
- Давыдова Е.М., ст. преп. каф. КИБЭВС ТУСУР, к.т.н.
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП ТУСУР, председатель совета по НИРС ФВС, к.т.н.
- Титов А.А., проф. каф. РЗИ ТУСУР, д.т.н.
- Шелупанов А.А., зав. каф. КИБЭВС ТУСУР, д.т.н., профессор
- Светлаков А.А., зав. каф. ИИТ ТУСУР, д.т.н., профессор
- Михальченко Г.Я., проф. каф. ПрЭ ТУСУР, д.т.н.
- Мицель А.А., зам. зав. каф. АСУ ТУСУР, председатель совета по НИРС ФСУ, д.т.н., профессор
- Осипов Ю.М., зав. отд. каф. ЮНЕСКО при ТУСУР, академик Международной академии информатизации, д.э.н., д.т.н., профессор
- Семиглазов А.М., профессор каф. ТУ ТУСУР, д.т.н.
- Карташов А.Г., профессор каф. РЭТЭМ ТУСУР, д.б.н.
- Суслова Т.И., декан ГФ ТУСУР, зав. каф. КС, д.ф.н., профессор
- Грик Н.А., зав. каф. ИСР ТУСУР, д.ист.н., профессор
- Дмитриев В.М., зав. каф. ТОЭ ТУСУР, д.т.н., профессор
- Пуговкин А.В., зав. каф. ТОР ТУСУР, д.т.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.
- Куташова Е.А. – секретарь оргкомитета, инженер ОППО ТУСУР, к.х.н.

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

- Секция 1.* Радиотехнические системы и распространение радиоволн. Председатель секции – Шарыгин Герман Сергеевич, зав. каф. РТС, д.т.н., профессор; зам. председателя – Тисленко В.И., к.т.н., доцент каф. РТС
- Секция 2.* Защищенные телекоммуникационные системы. Председатель секции – Голиков А.М., к.т.н., доцент каф. РТС
- Секция 3.* Аудиовизуальная техника, бытовая радиоэлектронная аппаратура и сервис. Председатель секции – Пустынский Иван Николаевич, зав. каф. ТУ, д.т.н., профессор; зам. председателя – Костевич Анатолий Геннадьевич, к.т.н., доцент каф. ТУ
- Секция 4.* Проектирование биомедицинской аппаратуры. Председатель секции – Еханин Сергей Георгиевич, д.ф.-м.н., профессор КУДР
- Секция 5.* Конструирование и технологии радиоэлектронных средств. Председатель секции – Лошилов Антон Геннадьевич, м.н.с. каф. ТОР, к.т.н.; зам. председателя – Бомбизов Александр Александрович, инженер НИИ ЭТОСС
- Секция 6.* Интегрированные информационно-управляющие системы. Председатель секции – Катаев Михаил Юрьевич, д.т.н., проф. каф. АСУ; зам. председателя – Бойченко Иван Валентинович, к.т.н., доцент каф. АСУ
- Секция 7.* Оптические информационные технологии, нанофотоника и оптоэлектроника. Председатель секции – Шарангович Сергей Николаевич, зав. каф. СВЧ и КР, к.ф.-м.н., доцент; зам. председателя – Буримов Николай Иванович, к.т.н., доцент каф. ЭП
- Секция 8.* Физическая и плазменная электроника. Председатель секции – Троян Павел Ефимович, зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор
- Секция 9.* Распределенные информационные технологии и системы. Председатель секции – 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 10.* Вычислительный интеллект. Председатель секции – Ходашинский Илья Александрович, д.т.н., проф. каф. АОИ; зам. председателя – Лавыгина Анна Владимировна, ст. преподаватель каф. АОИ
- Секция 11.* Автоматизация технологических процессов. Председатель секции – Давыдова Елена Михайловна, к.т.н., доцент каф. КИБЭВС; зам. председателя – Зыков Дмитрий Дмитриевич, к.т.н., доцент каф. КИБЭВС

Секция 12. Аппаратно-программные средства в системах управления и проектирования. Председатель секции – 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 12.1. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель подсекции – Черкашин Михаил Владимирович, к.т.н., доцент каф. КСУП

Подсекция 12.2. Адаптация математических моделей для имитации сложных технических систем. Председатель подсекции – Коцубинский Владислав Петрович, к.т.н., доцент каф. КСУП

Подсекция 12.3. Инструментальные средства поддержки сложного процесса. Председатель подсекции – Хабибулина Надежда Юрьевна, к.т.н., доцент каф. КСУП

Подсекция 12.4. Методы стереоскопической визуализации. Председатель подсекции – Дорофеев Сергей Юрьевич, аспирант каф. КСУП.

Секция 13. Радиотехника. Председатель секции – Титов Александр Анатольевич, д.т.н., профессор каф. РЗИ; зам. председателя – Семенов Эдуард Валерьевич, к.т.н., доцент каф. РЗИ

Секция 14. Методы и системы защиты информации. Информационная безопасность. Председатель секции – Шелупанов Александр Александрович, зав. каф. КИБЭВС, д.т.н., профессор; зам. председателя – Мещеряков Роман Валерьевич, к.т.н., доц. каф. КИБЭВС

Секция 15. Информационно-измерительные приборы и устройства. Председатель секции – Светлаков Анатолий Антонович, д.т.н., профессор каф. ЭСАУ; зам. председателя – Шидловский Виктор Станиславович, к.т.н., доцент каф. ИИТ

Секция 16. Промышленная электроника. Председатель секции – Михальченко Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор каф. ПрЭ; зам. председателя – Семенов Валерий Дмитриевич, зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., доцент

Секция 17. Математическое моделирование в технике, экономике и менеджменте. Председатель секции – Мицель Артур Александрович, д.т.н., профессор каф. АСУ; зам. председателя – Зариковская Наталья Вячеславовна, к.ф.-м.н., доцент каф. ФЭ

Подсекция 17.1. Моделирование в естественных и технических науках. Председатель подсекции – Зариковская Наталья Вячеславовна, к.ф.-м.н., доцент каф. ФЭ

Подсекция 17.2. Моделирование, имитация и оптимизация в экономике. Председатель подсекции – Мицель Артур Александрович, д.т.н., профессор каф. АСУ; зам. председателя – Ефремова Елена Александровна, к.т.н., доцент каф. АСУ

- Секция 18. Экономика и управление. Председатель секции – Осипов Юрий Мирзоевич, зав. каф. ЮНЕСКО, д.э.н., д.т.н., профессор; зам. председателя – Васильковская Наталия Борисовна, к.э.н., доцент каф. экономики*
- Секция 19. Антикризисное управление. Председатель секции – Семиглазов Анатолий Михайлович, д.т.н., профессор каф. ТУ; зам. председателя – Бут Олеся Анатольевна, ассистент каф. ТУ*
- Секция 20. Экология и мониторинг окружающей среды. Председатель секции – Карташев Александр Георгиевич, д.б.н., профессор каф. РЭТЭМ; зам. председателя – Смолина Татьяна Владимировна, ст. пр. каф. РЭТЭМ*
- Секция 21. Социокультурные проблемы современности. Председатель секции – Сулова Татьяна Ивановна, декан ГФ., зав. каф. КС, д.ф.н., профессор; зам. председателя – Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.ист.н., профессор*
- Подсекция 21.1. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель подсекции – Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.ист.н., профессор; зам. председателя – Казакевич Людмила Ивановна, к.ист.н., доцент каф. ИСР*
- Подсекция 21.2. Философские проблемы инженерно-технического знания. Председатель подсекции – Московченко Александр Дмитриевич, зав. каф. философии, д.ф.н., профессор; зам. председателя – Раитина Маргарита Юрьевна, к.ф.н., доцент каф. философии*
- Подсекция 21.3. Социально-философские проблемы современности. Председатель подсекции – Сулова Татьяна Ивановна, декан ГФ., зав. каф. КС, д.ф.н., профессор; зам. председателя – Захарова Лилия Леонидовна, доцент каф. КС, к.ф.н.*
- Секция 22. Инновационные проекты, студенческие идеи и проекты. Председатель секции – Уваров Александр Фавстович, к.э.н.; зам. председателя – Чекчеева Наталья Валерьевна, зам. директора студенческого бизнес-инкубатора (СБИ), к.э.н.*
- Секция 23. Автоматизация управления в технике и образовании. Председатель секции – Дмитриев Вячеслав Михайлович, зав. каф. ТОЭ, д.т.н., профессор; зам. председателя – Андреев Михаил Иванович, к.т.н., доцент ВКИЭМ*
- Секция 24. Проектная деятельность школьников в сфере информационно-коммуникационных технологий. Председатель секции – Татьяна Борисовна Корнеева, заместитель директора по методической работе ОЦ «Школьный университет»; зам. председателя – Нехорошева Юлия Геннадьевна, начальник учебно-методического отдела ОЦ «Школьный университет»*

Секция 25. Системы и сети электро- и радиосвязи. Председатель секции – Пуговкин Алексей Викторович, зав. каф. ТОР, д.т.н., профессор; зам. председателя – Демидов Анатолий Яковлевич, к.т.н., доцент каф. ТОР

Секция 26. Проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств. Председатель секции – Шостак Аркадий Степанович, д.т.н., профессор каф. КИПР; зам. председателя – Озеркин Денис Витальевич, к.т.н., доцент каф. КИПР

Адрес оргкомитета:

**634050, Россия, г. Томск,
пр. Ленина, 40, ГОУ ВПО «ТУСУР»,
Научное управление (НУ), к. 205
Тел.: 8-(3822)-701-524, 701-582
E-mail: eak@main.tusur.ru**

***Материалы научных докладов,
представленные на конференцию, опубликованы в сборнике
«НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2009»
в пяти частях***

1-я часть сборника включает доклады 1–7-й секций;

2-я часть – доклады 8–10-й и 12-й секций;

3-я часть – доклады 11-й и 14-й секций;

4-я часть – доклады 13-й, 15–17-й секций;

5-я часть – доклады 18–26-й секций.

СЕКЦИЯ 8

ФИЗИЧЕСКАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Председатель – Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор

ВЫРАЩИВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ИЗ НИКЕЛЯ ДЛЯ ВОДОРОДОСЕЛЕКТИВНОЙ МЕМБРАНЫ

М.М. Бобоходжаев, студент 5-го курса,

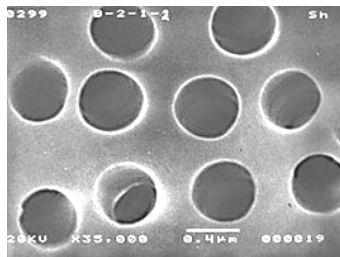
Т.И. Данилина, проф., к.т.н., В.В. Сохорева, с.н.с., к. ф-м. н.

г. Томск, ТУСУР, muzaffar-86@mail.ru

В настоящее время в России при добыче природного газа попутный газ в основном сжигается в факелах. В ближайшем будущем предполагается извлекать водород из попутного газа при его разложении с помощью СВЧ-технологий с последующей мембранной фильтрацией. Однако для этой цели необходимо разработать высокоселективные мембраны, которые будут проницаемы только для водорода. Настоящие исследования посвящены разработке принципиально нового мембранного материала для разделения углеводородов.

Методика эксперимента. Для создания трековой мембраны (ТМ) использовались полимерные пленки, которые облучались пучком ионов аргона с энергией 41 МэВ. В результате облучения образуются «латентные треки», сформированные вдоль траектории движения тяжелых ионов. Для сенсбилизации пленка дополнительно облучалась ультрафиолетом. При последующем травлении облученного полимера щелочным травителем в пленке полимера формировались сквозные поры (рис. 1).

Рис. 1. Фрагмент трековой мембраны с цилиндрическими порами



Размер пор зависит от времени травления, а также от концентрации и температуры раствора. В дальнейшем эксперименте использова-

лись ТМ с порами 300–350 нм и плотностью пор $5 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$. Толщина мембраны составляет 10–13 мкм.

Через мембрану осуществлялось электрохимическое высаживание никеля на никелевую подложку. С этой целью была разработана ячейка, конструкция которой показана на рис. 2.

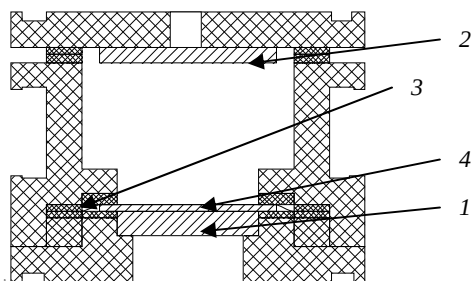
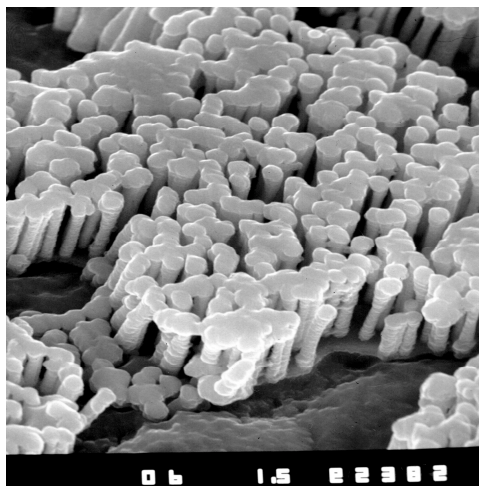


Рис. 2. Ячейка для электрохимического осаждения через шаблон из ТМ:
1 – катод (подложка); 2 – анод; 3 – прижимные резинки; 4 – ТМ

Для крепления мембраны 4 использовалось собственное натяжение мембраны на поверхности образца с помощью прижимных резинок 3.

На рис. 3 представлена микрофотография наноструктуры (НС), выращенной на поверхности металлического никеля.



Видно, что наностолбики имеют высоту больше толщины шаблона. Об этом свидетельствует некоторое утолщение столбиков в верхней части. Это позволяет напылить на НС пленку из металла без разрывов для изготовления водородоселективной мембраны.

Рис. 3. Микрофотография фрагмента НС

МОДИФИЦИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ

*А.Н. Буланович, студент 5-го курса, каф. физической электроники
г. Томск, ТУСУР, bulanovich@sibmail.com*

Интенсивное развитие новых отраслей науки и промышленности, таких как радиоэлектроника, полупроводниковая, атомная, авиационная, ракетная техника и ряд других, ставит большие и сложные задачи в модифицировании существующих и разрабатываемых материалов. Отличительной особенностью большинства направлений новой техники является значительная интенсификация рабочих процессов, что практически всегда связано с ростом температур и давлений, ускорением энергетических превращений. В связи с этим к конструкционным материалам предъявляются требования высокой механической прочности, высокой микронанотвердости, высокой устойчивости к механическим трениям и ряду других свойств. Значительная роль в удовлетворении потребностей новой техники в конструкционных и модифицированных материалах принадлежит новому виду керамики, так называемой технической и специальной, в частности циркониевой и корундоциркониевой керамике [1]. Значительный интерес представляют исследования, направленные на разработку новых методов обработки керамических структур, позволяющих управлять их свойствами. В этом плане перспективными являются методы, основанные на использовании концентрированных потоков заряженных частиц, в частности сильнотоочных импульсных пучков низкоэнергетических электронов (СИПНЭ) [2].

При термическом воздействии на приповерхностный слой твердого тела происходит: нагрев, плавление, испарение, минуя жидкую фазу, последующее резкое охлаждение сопровождается высокоскоростной кристаллизацией расплава и ударными волнами, а также формирование в зоне обработки материала термоупругих динамических и квазистатических механических напряжений, которые приводят к развитию высокоскоростных деформаций, а также наблюдается рекристаллизация [2]. Данная работа посвящена изучению влияния СИПНЭ на корундоциркониевую керамику (КЦК). Исследуются эффекты модифицирования приповерхностных слоев КЦК, проявляющиеся под действием излучения. Проблема модифицирования структурного состояния и свойств приповерхностных слоев керамики имеет особую актуальность.

Объектом исследования является КЦК состава $20\% \text{Al}_2\text{O}_3 - (77\text{ZrO}_2 - 2\text{Y}_2\text{O}_3)$. Керамика представляет собой сплав частично стабилизированного диоксида циркония и корунда. Стабилизированное со-

стояние ZrO_2 достигалось введением в его кристаллическую решетку примеси $2Y_2O_3$. Керамика спекалась в вакуумной печи при температуре 1920 К в течение 1,5 ч. Образец имеет характерный зеленый цвет. Перед электронной обработкой поверхность подвергалась полировке до зеркального состояния в два этапа. Первым этапом являлась грубая полировка алмазной пылью, которая обеспечивала выравнивание микрорельефа, а при помощи более мягкого материала – нанопорошка Al_2O_3 – производилась контрольная полировка поверхности.

Облучение образцов проводилось в вакууме ($P = 10^{-2}$ Па) на ускорителе SOLO, разработанном в институте сильноточной электроники – г. Томск, Академический городок (ИСЭ СО РАН). Обработка велась одиночными импульсами пучка низкоэнергетических электронов со следующими параметрами: $E = 15$ кэВ, $I = 80$ А, длительность импульса $t = 50$ мкс, число импульсов $N = 10$ и $E = 15$ кэВ, $I = 120$ А, длительность импульса $t = 50$ мкс, число импульсов $N = 2$. Диаметр пучка 2,5 см.

После воздействия СИПНЭ обнаружено качественное изменение состояния поверхности КЦК. В оптическом микроскопе четко видно образование сетки трещин из-за механических напряжений и термоудара, вызванных быстрым нагревом и охлаждением образцов. Поверхность оказалась разделенной на отдельные фрагменты со средним размером около 30–50 мкм.

Появление черной окраски керамики в результате воздействия СИПНЭ свидетельствует о значительных кислородных вакансиях, которые, как известно, способствуют стабилизации тетрагональной фазы диоксида циркония [3] (рис. 1).

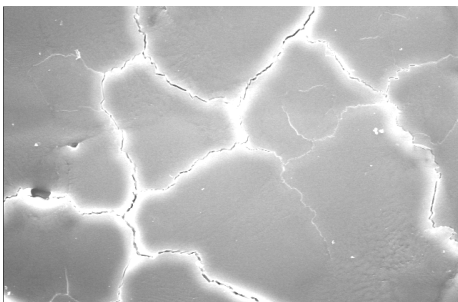


Рис. 1. Поверхность образца КЦК после обработки СИПНЭ

Предполагаемый результат воздействия СИПНЭ на КЦК подтвердился, наблюдается снижение микротвердости, что объясняется структурной перестройкой моноклинной фазы диоксида циркония в тетрагональную. Также огромную роль в стимуляции перехода играют механические напряжения, которые испытывают образцы при обработке [4].

Увеличение электропроводимости образцов позволяет использовать керамику как ионный проводник при высоких температурах, а также при изготовлении датчиков высоких температур, что вызывает интерес и востребованность [4].

Наблюдаемое растрескивание, на наш взгляд играет положительную роль, так как увеличивает износостойкость материала.

Изменение химического состава влияет на испарение корунда во время облучения, так как температура испарения корунда 2300 К, а предполагаемые температуры во время обработки образца КПЭ 2700–3000 К.

По проведенным измерениям наблюдается снижение микротвердости, что позволяет использовать модифицированный образец в условиях, где требуется пластичность материала.

Изменение фазового состава вызывает структурную перестройку моноклинной фазы в тетрагональную из-за частичного восстановления дополнительного числа нестехиометрических вакансий кислорода, которые стабилизируют тетрагональную фазу диоксида циркония, а также значительные механические напряжения [3,4].

Поставленная задача выполнена, составлен план дальнейших исследований по изучению эффектов модифицирования керамики при воздействии КПЭ, планируется проведение дальнейших экспериментов. Основными проблемами являются подбор параметров режима обработки и устранение градиента температур. К сожалению, регулировка режимов обработки на ускорителе не обладает более точными настройками, что затрудняет процесс изучения эффектов модифицирования. Для устранения градиентов температур были предложены следующие технологические решения: 1) резистивный нагрев во время облучения, что будет способствовать меньшему перепаду температуры в объеме образца; 2) использовать менее мощный пучок для предварительного нагрева образца с последующим заданным режимом облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников П.П., Булавин И.А. Новая керамика. М.: ИЛ по строительству, 1969. 311 с.
2. Гынгазов С.А., Суржиков А.П. Индуцированные сильноточными импульсным пучком низкоэнергетических электронов структурно-фазовые изменения в приповерхностных слоях корундоциркониевой керамики. Томск: Стаття, 2008. 13 с.
3. Казарновский Д.М., Тареев Б.М. Испытания электроизоляционных материалов. СПб.: Энергия, 1969. 296 с.
4. Грибков В.А., Григорьев Ф.И. Перспективные радиационно-пучковые технологии обработки материалов. М.: Круглый год, 2001. 527 с.

**РАЗРАБОТКА ОМИЧЕСКИХ И БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ
ТРАНЗИСТОРОВ С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ
ЭЛЕКТРОНОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
ДЛЯ КОМПЛЕКТА СВЧ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ
ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИХ МОДУЛЕЙ АФАР**

***Е.В. Ерофеев, аспирант каф. ФЭ, С.В. Ишуткин,
студент 6-го курса, каф. ФЭ, В.А. Казадей, д.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, т. +7-913-887-60-39, erofeev@sibmail.com***

Современные радиолокационные комплексы наземного и бортового базирования строятся по технологии активных фазированных решеток (АФАР). Ключевым элементом АФАР являются приемопередающие модули (ППМ), обеспечивающие управление по амплитуде и фазе распределения сигнала в апертуре решетки. Количество идентичных по рабочим параметрам ППМ в системе может составлять несколько тысяч. Требования идентичности ППМ обусловлены принципом работы АФАР, обеспечить же выполнение этих требований по электрическим параметрам проще при использовании в качестве функционально законченных блоков монолитных интегральных схем (МИС) [1]. Основным элементом МИС на GaAs в настоящее время является транзистор с высокой подвижностью электронов. Причем предельные характеристики данного транзистора во многом определяются параметрами активных областей – омических и барьерных контактов [2].

Основные требования, предъявляемые к омическим контактам:

- 1) низкое значение приведенного контактного сопротивления;
- 2) гладкая морфология поверхности, ровные края контакта;
- 3) высокая термостабильность основных параметров;
- 4) встраиваемость в тех. маршрут изготовления мис;
- 5) низкая стоимость производства (пониженное содержание драгоценных металлов).

Основные требования, предъявляемые к барьерным контактам:

- 1) коэффициент идеальности прямой ветви ВАХ, близкий к 1,00;
- 2) стабильно получаемая высота барьера Шотки;
- 3) высокая термостабильность основных параметров;
- 4) встраиваемость в тех. маршрут изготовления МИС;
- 5) низкая стоимость производства.

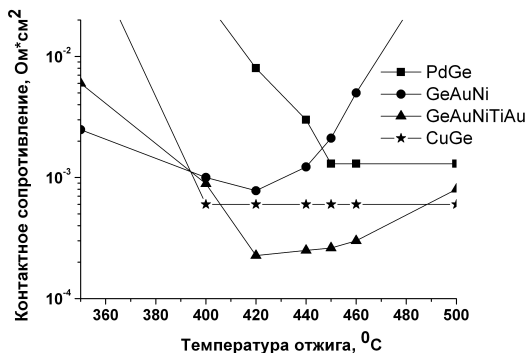
Целью настоящей работы является экспериментальное исследование параметров омических контактов на основе GeAuNi, GeAuNiTiAu, PdGe, Cu₃Ge, а также барьерных контактов TiAu, TiTaAu, TiWau.

В экспериментах по исследованию параметров омических контактов использовались образцы p^+ -GaAs, полученные имплантацией

ионов Si в полуизолирующий GaAs. Концентрация электронов в слое толщиной 0,12 мкм составляла $4 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Исследовались четыре типа металлизации, формируемой с помощью фотолитографии на взрыв: Ge/Au/Ni (50/100/30 нм), Ge/Au/Ni/Ti/Au (50/100/30/50/200 нм), Pd/Ge (120/80 нм) и Cu/Ge (122/78 нм). Для исследования параметров барьеров Шотки использовались образцы типа $n\text{-}n^+\text{-GaAs}$ (100) ($n = 4 \times 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $n^+ = 10^{18} \text{ см}^{-3}$). На обратную сторону подложки осаждался омический контакт AuGeNi (0,15 мкм), который подвергался термообработке при $T = 440^\circ\text{C}$ в течение $t = 5$ мин в атмосфере водорода. На лицевой стороне методом фотолитографии на взрыв формировались исследуемые барьеры. Исследовалось три типа барьерной металлизации TiAu (100/200 нм), TiTaAu (100/50/200 нм), TiW/Au (100/50/200 нм). Термическая обработка образцов проводилась в диапазоне температур 300–500 °C в течение 5 мин в атмосфере азота. Электрические параметры омических контактов контролировались с помощью измерений методом TLM. У полученных барьеров контролировались значения коэффициента идеальности прямой ветви ВАХ и высоты барьера Шотки.

Результаты измерений контактного сопротивления исследуемых омических контактов представлены на рис. 1.

Рис. 1. Зависимость приведенного контактного сопротивления омических контактов от температуры отжига ($t = 5$ мин)



Зависимости коэффициента идеальности прямой ветви ВАХ и высоты барьера Шотки от температуры отжига для исследуемых барьерных металлизаций представлены на рис. 2 и 3.

Из рис. 1 следует, что наименьшими значениями приведенного контактного сопротивления обладает многослойный омический контакт Ge/Au/Ni/Ti/Au. Наибольшую термостабильность электрических параметров продемонстрировали контакты на основе Pd/Ge и Cu/Ge.

Особо следует отметить омический контакт на основе Cu/Ge, который обладает значениями приведенного контактного сопротивления, близкими по величине с аналогами на AuGeNi. Кроме того, контакт

Cu/Ge не содержит драгоценных металлов, что значительно снижает себестоимость микроэлектронного изделия, а также обладает предельно высокими значениями термостабильности электрических параметров, что позволяет его использовать в мощных транзисторах.

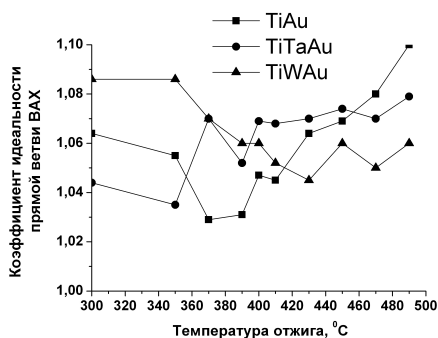
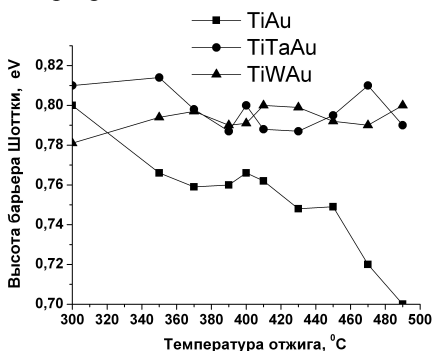


Рис. 2. Зависимость коэффициента идеальности прямой ветви вольт-амперной характеристики от температуры отжига ($t = 5$ мин)

В этой связи контакты на основе фаз Cu_3Ge являются наиболее перспективными.

Из сравнительного анализа параметров барьеров Шотки (рис. 2 и 3) можно заключить, что введение прослойки из тугоплавкого металла (Ta, W) толщиной 50 нм в состав барьерной металлизации на основе Ti/Au позволяет в значительной степени увеличить термостабильность как высоты барьера Шотки, так и коэффициента идеальности прямой ветви ВАХ.

Рис. 3. Зависимость высоты барьера Шотки от температуры отжига



ЛИТЕРАТУРА

1. Аржанов С.Н., Баров А.А., Гусев А.Н., Гюнтер В.Я. Комплект управляющих СВЧ GaAs МИС для систем АФАР // 17-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2007): Материалы конференции. Севастополь: Вебер, 2007. С. 11–12.
2. Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия: Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 632 с.

ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА, ВНОСИМОЙ В ИЗОЛИРОВАННУЮ МИШЕНЬ

С.А. Евдокимов, студент 5-го курса, каф. физической электроники,

А.В. Медовник, аспирант каф. Физики,

А.С. Климов, аспирант каф. физики

г. Томск, ТУСУР, т. 413-369, MedovnikAV@mail.ru

Импульсные источники электронных пучков находят применение для кратковременного теплового воздействия на приповерхностные слои материалов [1]. Это воздействие сопровождается, как правило, оплавлением поверхностного слоя и используется с целью устранения микронеровностей, изменения фазового и структурного состава, отжига и т.д. Критическим параметром для такого воздействия является минимальная плотность энергии, переносимой электронным пучком на обрабатываемую поверхность за один импульс. В зависимости от материала мишени и длительности импульса пучка необходимая для поверхностного оплавления плотность энергии электронного пучка лежит в диапазоне $1\div 20$ Дж/см² [2]. Необходимая плотность энергии обеспечивается при плотности тока электронного пучка в несколько сотен ампер на квадратный сантиметр для взрывоэмиссионных катодов и, благодаря большей длительности импульса, примерно на порядок меньшей плотности тока для плазменных катодов.

На кафедре физики ТУСУР создан плазменный источник электронов, способный генерировать пучок электронов в форвакуумном диапазоне давлений ($5\div 15$ Па), который может быть использован для обработки диэлектрических поверхностей за счет стекания электрического заряда электронов по плазме. При этом важнейшим становится вопрос о величине энергии, высаживаемой пучком на изолированной мишени. Цель настоящей работы заключалась в измерении этой энергии и сравнении ее с энергией для заземленной мишени.

Техника эксперимента. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. На промежуток полый катод 1 – анод 2 электронного источника [3] подавался импульс разрядного напряжения от источника 3. Частота следования импульсов равнялась 10 Гц. Появление разрядного тока означало возникновение плазмы 4 в катодной полости. Фиксация положения эмиссионной границы плазмы происходила за счет перекрытия мелкоструктурной сеткой окна в анодном электроде 5. Эмитируемые сквозь ячейки сетки электроны формировались в пучок 6. Между анодом 2 и экстрактором 7 прикладывалось постоянное ускоряющее напряжение от источника 8. Для фокусировки электронного пучка использовалось магнитное поле, создаваемое магнит-

ной катушкой 9. Для определения энергии пучка применялся калориметрический прибор, состоящий из медной пластинки 10 и терморезистора (КТМ-8) 11.

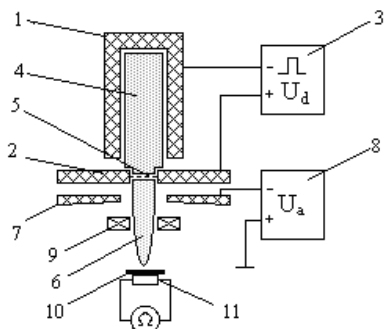


Рис. 1. Схема электрической пушки:
1 – полый катод; 2 – анод;
3 – импульсный источник напряжения;
4 – плазма; 5 – эмиссионная сетка;
6 – пучок; 7 – экстрактор; 8 – блок
ускоряющего напряжения;
9 – магнитная катушка; 10 – медная
пластина; 11 – терморезистор

Результаты эксперимента и их обсуждение. На рис. 2 представлена зависимость энергии пучка, выделяемой за один импульс, в зависимости от ускоряющего напряжения, для заземленного и изолированного калориметра.

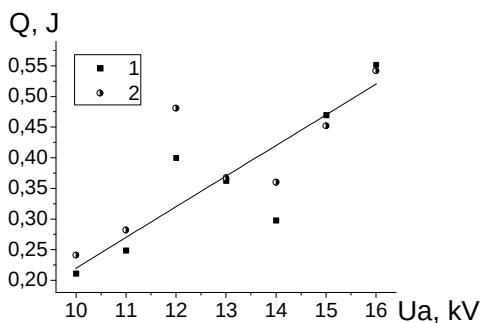


Рис. 2. Энергия, выделяемая за один импульс, от ускоряющего напряжения U_a , для заземленного (1) и изолированного (2) калориметра

Как видно из рис. 2, энергия, выделяемая за один импульс на изолированной мишени, практически совпадает с энергией, вносимой электронным пучком в заземленную мишень. Это указывает на принципиальную возможность электронно-лучевой обработки диэлектриков.

Таким образом, проведенные измерения показали, что при бомбардировке изолированной мишени электронным пучком в форвакууме обеспечивается нейтрализация электрического заряда электронов и, соответственно, снижение потенциала мишени до величин, не изменяющих существенно энергии электронов пучка.

Работа выполнена при поддержке: РФФИ, грант № 08-08-12005-офи; грант по программе «У.М.Н.И.К. 2008».

ЛИТЕРАТУРА

1. Диденко А.Н., Григорьев В.П., Усов Ю.П. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомиздат, 1977. 277 с.
2. Proskurovsky D.I., Rotstein V.P., Ozur G.E. // Proc. of 11th Intern. Conf. on High Power Particle Beams, Prague, Czech Rep. 1996. Vol. 1. P. 259–262.
3. Бурачевский Ю.А., Бурдовицин В.А., Куземченко М.Н. и др. Генерация электронных пучков в форвакуумной области давлений // Известия вузов. Физика. 2001. Вып. 9. С. 85–89.

ВЛИЯНИЕ ХАЛЬКОГЕНИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ GaAs НА ПАРАМЕТРЫ ОМИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ AuGeNi

С.В. Ииуткин, студент 6-го курса, Е.В. Ерофеев*

г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-482-68-02, 2e10@sibmail.com

*г. Томск, *ОАО «НИИПП»*

Второй полупроводник в современной микроэлектронике GaAs в настоящее время широко используется для создания быстродействующих электронных и мощных СВЧ-приборов, а также оптоэлектронных устройств. В последние годы в полупроводниковой электронике ярко выражены тенденции к уменьшению размеров элементов. Вследствие этого роль поверхности и границы раздела оказывает все более заметное влияние на их параметры [1]. Главной проблемой технологии электронных устройств на GaAs является большая плотность поверхностных состояний. На практике это приводит к нежелательным изменениям характеристик и нестабильности параметров полупроводниковых приборов. Поэтому важной задачей являются разработка и внедрение методов подготовки поверхности, приводящих к снижению плотности поверхностных состояний.

Одним из наиболее эффективных приемов химической модификации, который предотвращает окисление и сопутствующее окислению дефектообразование поверхности GaAs, является сульфидная обработка поверхности полупроводника [2]. В результате таких воздействий на очищенной от оксида поверхности GaAs формируется сверхтонкая пленка, имеющая связи Ga–S и As–S, подавляющая окисление и обеспечивающая необходимое структурно-химическое сопряжение полупроводника с внешним металлом в приборных структурах.

В настоящей работе выполнены исследования влияния халькогенизации поверхности GaAs перед напылением омических контактов AuGeNi на характеристики этих контактов. В экспериментах исполь-

зовались подложки n-GaAs с концентрацией электронов $(3-4) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. На лицевой стороне пластины с помощью фотолитографии формировались окна под тестовые площадки. Образцы были разделены на две группы. Первая группа была контрольной, здесь халькогенизация поверхности не производилась. Поверхность образцов второй группы обрабатывалась в растворе $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. На поверхность образцов осаждалась пленка AuGeNi.

После «взрыва» фоторезиста была снята вольт-амперная характеристика контактов (рис. 1). Нелинейные вольт-амперные характеристики свидетельствуют о наличии на границе раздела металл-полупроводник достаточно высокого потенциального барьера. Обработка в сульфиде аммония привела к возрастанию тока через контакт и, соответственно, к уменьшению высоты потенциального барьера, что, по-видимому, связано с уменьшением плотности поверхностных состояний и/или уменьшением

слоя собственного окисла на границе металл-полупроводник.

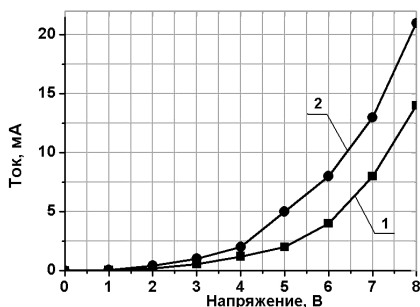


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики, снятые до отжига, омических контактов AuGeNi, прошедших сульфидную обработку (2) и без нее (1)

Затем производился быстрый термический отжиг образцов в течение 30 с в диапазоне температур от 320 до 380 °С. Приведенное контактное сопротивление исследуемых структур определялось методом TLM (рис. 2).

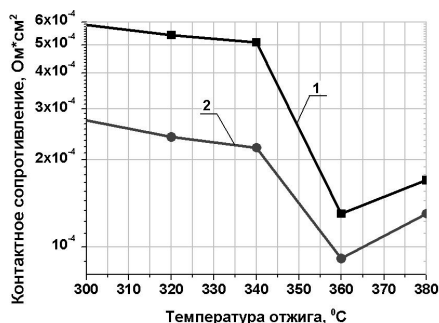


Рис. 2. Зависимости величины приведенного контактного сопротивления омических контактов AuGeNi от температуры отжига, прошедших сульфидную обработку (2) и без нее (1)

Установлено, что халькогенизация поверхности GaAs, перед напылением омических контактов, привела к уменьшению величины приведенного контактного сопротивления в 1,5–2 раза. В точке мини-

му на кривой отжига приведенное контактное сопротивление на контрольном образце и образце, прошедшем халькогенидную обработку, составляло соответственно $1,3 \cdot 10^{-4}$ и $9,1 \cdot 10^{-5}$ Ом·см².

Представленные результаты показывают положительное влияние халькогенизации на параметры омических контактов AuGeNi. Данная обработка позволяет получить омические контакты с пониженной величиной приведенного контактного сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессолов В.Н., Лебедев М.В. Халькогенидная пассивация полупроводников A_3B_5 // Физика и техника полупроводников. 1998. Т. 32. Вып. 11. С. 1281–1299.
2. Бедный Б.И. Электронные ловушки на поверхности полупроводников // Физика. 1998.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ШИРИНЫ ОПТИЧЕСКОЙ ЩЕЛИ ПЛЕНОК НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВВОДИМОЙ ПРИМЕСИ

А.И. Казимиров, студент 3-го курса

г. Томск, ТУСУР, т. 413-936, smart300389@mail.ru

Характеристики пленок, толщина которых меньше 100 нм, такие как электрическая прочность, ширина оптической щели, коэффициент преломления, на сегодняшний момент мало исследованы. Кроме того, известно, что введение примеси углерода в пленки двуокиси кремния (SiO_2) меняет их электрофизические и другие свойства, что также явилось причиной нашего интереса к ним.

В дальнейшем полученные результаты можно будет применить при конструировании датчиков углеводорода и углекислого газа.

Для получения тонких пленок двуокиси кремния использовался метод магнетронного распыления комбинированной мишени в атмосфере кислорода. Этот метод является разновидностью ионно-плазменного распыления. Распыление материала в этих системах происходит за счет бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа. Скорость распыления в магнетронной системе в 50–100 раз выше, по сравнению с обычным ионно-плазменным распылением.

Подложка – соль NaCl.

Время напыления – 10 мин.

Давление в рабочей камере – 10^{-2} мм. рт. ст.

Разрядный ток – 200 мА.

Расстояние до мишени – 50 мм.

Напряжение разряда – 300 В.

Определение ширины оптической щели пленки производится с помощью спектрометра USB2000, который в результате работы выдает пользователю график зависимости коэффициента пропускания (T , %) от длины волны падающего света (λ , нм). Чтобы получить значение оптической щели пленки, необходимо перестроить данный график в координатах зависимости квадрата коэффициента поглощения (α^2) от энергии падающего света ($h\nu$, эВ) по формулам (1) и (2):

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \left(\frac{(1-R)^2}{T} \right), \quad (1)$$

d – толщина пленки, в данной работе равная 80 нм; R – коэффициент отражения; T – коэффициент пропускания.

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad (2)$$

h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме; λ – длина волны для каждого значения энергии.

Экстраполяция прямой к $\alpha = 0$ даст значение ширины оптической щели ΔE_g (рис. 1).

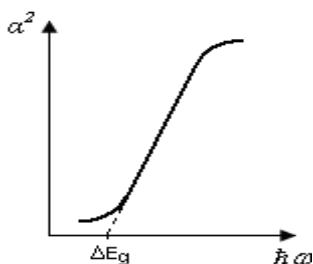


Рис. 1. Зависимость квадрата коэффициента поглощения при прямых разрешенных переходах

После снятия результатов и их обработки была получена зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии падающего света для чистой пленки, изображенная на рис. 2.

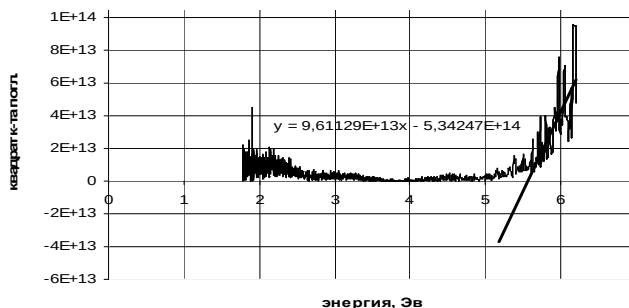


Рис. 2. График зависимости квадрата коэффициента поглощения от энергии падающего света для пленки без примеси

Из результатов видно, что ширина оптической щели чистой пленки SiO_2 толщиной 80 нм равна 5,56 эВ. В этом можно убедиться, решив уравнение линии тренда, которое присутствует на рис. 2.

Кроме того, было проведено напыление пленок SiO_2 путем магнетронного распыления комбинированной мишени кремний–уголь в атмосфере кислорода при тех же условиях проведения эксперимента.

Значение оптической щели полученной пленки составило 4,37 эВ.

Из вышеприведенных расчетов видно, что пленка, содержащая примесь углерода, имеет меньшую ширину оптической щели. Объяснением этому явлению может служить то, что при введении углерода образующиеся при этом примесные уровни, находящиеся в пределах запрещенной зоны пленки SiO_2 , расширяются в зону, уменьшая оптическую щель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпасюк В.К. Современные физические методы исследования материалов. Астрахань: Изд-во АПИ, 1994. 232 с.
2. Физика твердого тела. Физические свойства твердых тел / Под ред. А.Ф. Хохлова. Т. 2. М.: Высшая школа, 2002. 484 с.
3. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М.: Мир, 1989. 344 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНООСТРИЙНЫХ КАТОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕМПЛЕЙТНОГО ТРЕКОВОГО ШАБЛОНА

В.Ю. Коноплева, студентка 5-го курса,

А.С. Макрушин, инженер каф. ФЭ,

В.В. Сохорева, к.ф.-м.н., с.н.с. ФГНУ «НИИ ЯФ»

г. Томск, ТУСУР, val-com@mail.ru

Основная задача при создании катодов на остриях – снижение чрезвычайно высокой стоимости технологии формирования острий субмикронных размеров. Одной из актуальных задач наноэлектроники является создание долговечных высокоэмиссионных катодов для формирования интенсивных электронных пучков. Применяемые в настоящее время различные покрытия при разработке катодов, как правило, повышают их устойчивость к ионной бомбардировке и к вредному воздействию газовой среды. Однако, создавая защитное покрытие, необходимо одновременно обеспечить высокую эффективность полевого эмиттера, и это возможно при получении при малых напряжениях больших токов с острийных эмиттеров. Поэтому возникла необходимость исследования особенности формирования наноострий-

ных структур различных размеров и конфигураций для выращивания их на поверхности кремния. Среди существующих методов формирования наноструктур наиболее перспективным и дешевым может быть метод электролитического выращивания таких структур через шаблон.

Методика эксперимента и экспериментальные результаты.

В данной работе для получения наноостристых катодов использовался темплетный трековый шаблон, который имеет калиброванные поры и высокую пористость при достаточно однородном распределении пор. Эксперимент проводился с использованием трековых мембран (ТМ) с диаметром пор от 50–330 нм и пористостью $(3-5) \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$. Для изготовления ТМ использовались полимерные пленки толщиной 10–13 мкм, которые облучались в НИИ ЯФ на циклотроне R7M ионами Ag с энергией 41 МэВ. Сформированные при облучении полимера латентные треки подвергались последующей сенсibilизации и химическому травлению для получения сквозных пор.

Наноострия выращивались на кремниевой подложке путем электрохимического высаживания никеля через поры темплетного шаблона. Для создания электрического контакта кремниевая подложка химически никелировалась. Электрохимическое выращивание наноострий проводилось уже на поверхности пленки никеля. Время выращивания наноострий составило 1,5 ч при постоянной температуре раствора ($T = 40^\circ \text{C}$) и концентрации раствора ($\text{pH} = 5,5$) и напряжении на аноде 0,8 В.

Полученные образцы с наноструктурами освобождались от трекового шаблона путем травления в щелочи NaOH при комнатной температуре. На рис. 1 представлены фрагменты микрофотографий для образца до травления шаблона (рис. 1, *а*) и после удаления шаблона (рис. 1, *б*). Высота полученных наноострий составляет 4 мкм, диаметр основания 120 нм, диаметр вершины 85 нм.

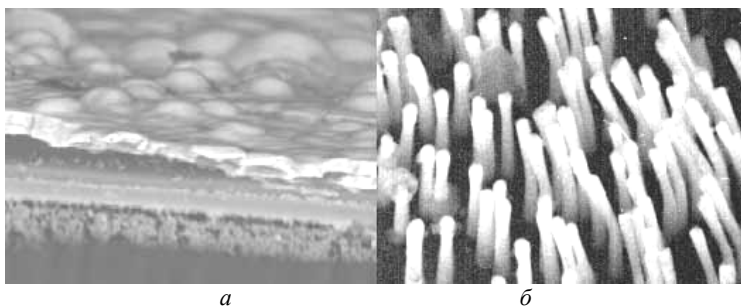


Рис. 1. Микрофотографии образца: *а* – после электрохимического осаждения; *б* – после удаления шаблона

Таким образом, с помощью ТМ можно получать контролируемой формы и размеров наноструйные структуры с различной плотностью. Это позволяет создавать наноструйные катоды с регулярной структурой и высокой воспроизводимостью.

МЕХАНИЗМ ПРОВОДИМОСТИ РЕЗИСТИВНЫХ ПЛЕНОК ХРОМА

*А.В. Макаренко, студент 4-го курса, К.И. Смирнова, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-415-66-72, arinneska@sibmail.com*

Тонкие резистивные пленки широко применяются для изготовления тонкопленочных резисторов, пленочных микросхем и микросборок. Параметры резистивных пленок существенно отличаются от параметров массивных материалов и зависят от условий образования пленки, которые определяют механизм их проводимости. Для реализации большого диапазона номиналов сопротивления используют чистые металлы, сплавы, микрокомпозиции.

Наибольший интерес с точки зрения технологичности и хорошей воспроизводимости представляют пленки чистых металлов. Пленки хрома, полученные термическим испарением в вакууме, используются в микросхемах и микросборках как резистивные и адгезионные слои. Рекомендуемая толщина сплошных пленок хрома составляет 0,03–0,1 мкм.

Процесс образования пленки начинается с конденсации атомов на подложке, в результате которой образуются зародыши. Зародыши разрастаются до островков, островки, увеличиваясь, образуют сплошную пленку. Выбор температуры испарения обеспечивает возможность конденсации атомов хрома на подложке. Для этого необходимо, чтобы поток осаждаемых атомов ($Q_{ос}$) был больше, чем значение критического потока ($Q_{кр}$). Критический поток определяется энергией связи атома испаряемого вещества с подложкой и температурой подложки [1]:

$$Q_{кр} = \frac{v_0}{4 \cdot R_a^2 \cdot \pi} \cdot \exp\left(-\frac{E_{дес} + \Delta E}{k \cdot T_{п}}\right), \quad (1)$$

где $v_0 = 10^{13} \text{ с}^{-1}$ – частота собственных колебаний атомов; R_a – радиус действия атома, характерный для данного вещества; $E_{дес}$ – энергия связи атома с подложкой; ΔE – энергия связи атомов в димере; $T_{п}$ – температура подложки.

Принимается, что атомы, осевшие на подложку, образуют полусферические зародыши, вероятность роста которых больше вероятно-

сти распада. Зародыши, разрастаясь, образуют островки, из которых и формируется сплошная пленка. Минимальная толщина сплошной пленки, соответствующая коэффициенту заполнения $\eta = 0,99$, равна [1]

$$d_{\min} = \left(\frac{3 \cdot v \cdot \ln(1-\eta)}{8\pi \cdot J} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,8 \cdot \left(\frac{v}{J} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (2)$$

где $v = (4-5) \cdot 10^{-10}$ м/с – скорость роста полусферического зародыша; J – скорость зародышеобразования.

При температуре испарения хрома, равной 1774 К, и температуре подложки 300 К выполняется условие конденсации $Q_{\text{ос}} > Q_{\text{кр}}$, и пленка становится сплошной при $d_{\min} = 5,3$ нм. Следовательно, резистивные пленки рекомендуемой толщины будут сплошными.

При изучении механизма проводимости резистивных пленок, которые имеют квазиаморфную структуру, следует исходить из принципа сложения эффектов, наблюдаемых в отдельных фазах структуры. Вклад в полное удельное сопротивление ρ вносят, как и в случае проводящих пленок, рассеяния электронов на тепловых колебаниях решетки, на примесях и дефектах структуры. Предполагается, что пленки хрома, как и большинство резистивных пленок, состоят из относительно чистых островков металла (металлические кристаллиты с границами зерен) в тончайшей матрице изолирующей окиси хрома [2].

Таким образом, удельное сопротивление пленок складывается из удельного сопротивления островка ($\rho_{\text{ост}}$), удельного сопротивления зазора между островками ($\rho_{\text{зав}}$), удельного сопротивления, обусловленного рассеянием электронов на атомах примеси ($\rho_{\text{пр}}$) [1].

$$\rho = \rho_{\text{ост}} + \rho_{\text{зав}} + \rho_{\text{пр}}. \quad (3)$$

В реальных кристаллических структурах термоактивационные эффекты наблюдаются также в областях примесных дефектов, пор, дислокаций. Пленки хрома получают термическим испарением, и они, как правило, не содержат инородных включений, так как процесс проводится в высоком вакууме. Тогда будем считать, что рассеяния на дефектах и атомах примеси пренебрежимо мало и стремится к нулю.

Удельное сопротивление островка $\rho_{\text{ост}}$, диаметр которого принимается равным 2–30 нм, рассчитывается с учетом размерного эффекта, т.е. учитывается рассеяние электронов на границах островка. Для определения сопротивления зазора $\rho_{\text{зав}}$ справедлива модель туннелирования электронов через зазор. Однако расчеты показали, что даже при зазоре, соизмеримом с радиусом действия атома, удельное сопротивление пленок хрома лежит в пределах десятков кОм/У, что на несколько порядков превышает экспериментальные значения. Следовательно,

можно предположить, что электроны, помимо туннелирования через диэлектрические прослойки между островками, проходят по проводящим мостикам или нитям, которые соединяют островки. В этом случае для расчета удельного сопротивления пленок используется выражение [1]:

$$\rho = \frac{(\rho_{\text{ост}} + \rho_{\text{нит}}) \cdot (\rho_{\text{ост}} + \rho_{\text{заз}})}{2 \cdot \rho_{\text{ост}} + \rho_{\text{нит}} + \rho_{\text{заз}}} . \quad (4)$$

При расчете удельного сопротивления нитей учитывался размерный эффект, так как диаметр нитей (2–5 нм) соизмерим с длиной свободного пробега электронов.

Учитывая введенные поправки, были построены зависимости удельного сопротивления от величины зазора при температурах $T_1 = 300$; $T_2 = 350$; $T_3 = 425$ К.

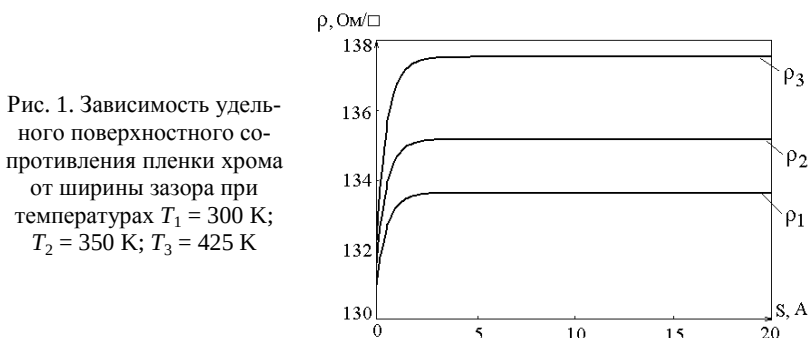


Рис. 1. Зависимость удельного поверхностного сопротивления пленки хрома от ширины зазора при температурах $T_1 = 300$ К; $T_2 = 350$ К; $T_3 = 425$ К

Как видно из графика, значения удельного поверхностного сопротивления пленки хрома лежат в диапазоне от 133 до 138 Ом/Υ и совпадают с экспериментальными значениями (50–300 Ом/Υ). При увеличении зазора больше 5 Å сопротивление практически не зависит от величины зазора. Анализируя полученные результаты, следует сказать, что сопротивление пленок чистых металлов складывается из сопротивления островков, сопротивления туннелирования и сопротивления нитей. Однако при толщинах больше 3–5 Å эффект туннелирования практически отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Г.А., Данилина Т.И., Смирнова К.И. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учеб. пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991. 123 с.
2. Физика тонких пленок. Т. 2. № 8 // Под ред. Г. Хасса, М. Франкомба, Р. Гофмана. М.: Мир, 1978. 360 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИЭЛЕКТРИКОВ НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ МЕТОДАМИ АСМ

В.С. Медведева, студентка 5-го курса, каф. ФЭ

г. Томск, ТУСУР, perchik6@mail.ru

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) – один из мощных современных методов исследования морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением. Развитие сканирующей зондовой микроскопии послужило также основой для развития новых методов в нанотехнологии – технологии создания структур с нанометровыми масштабами [1–3].

Целью данной работы являлась оценка качественных и количественных характеристик пленок оксида кремния с различным процентным содержанием углерода методами атомно-силовой микроскопии (АСМ). Для этого были поставлены следующие задачи:

1) Определить поверхностный рельеф пленок и количественные параметры легированного диэлектрика.

2) Выявить соответствие топографии пленок с различным процентным содержанием углерода.

3) Обосновать возможность использования АСМ как один из методов исследования поверхности диэлектриков.

Исследования проводились на пленках SiO_2 с различным процентным содержанием углерода, полученных ионно-плазменным распылением:

1) Пленка SiO_2 с 30% содержанием углерода.

Проведенные исследования показали, что углеродные включения имеют вытянутую форму и ориентированы в определенной плоскости под углом 55° . Величина включений в среднем составляет 212 нм.

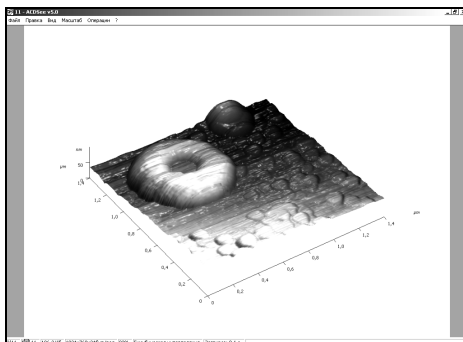


Рис. 1. Трехмерное изображение пленки SiO_2 с 30% содержанием углерода размером 4×4 мкм

Данный конгломерат имеет необычную форму (рис. 1). В результате слияния мелких включений образуется конгломерат, однако центральная часть его остается пустой. Точная природа этого явления не известна. Предположительно, это результат того, что внутренняя часть является газом CO_2 либо результат самого процесса конгломератообразования. Величина поры составляет 27 нм. Размер конгломерата—700 нм.

2) Пленка SiO_2 с 60% содержанием углерода.

Сравнивая поверхности пленок SiO_2 с различным процентным содержанием углерода, можно сделать вывод о том, что пленка с наибольшим содержанием углерода содержит больше углеродных включений и конгломератов. Размер конгломерата составляет 2,9 мкм.

Исследуя образец с 60% содержанием углерода контактным методом, удалось проследить эволюцию образования конгломератов (рис. 2–3).

Рис. 2. Начальная стадия образования конгломерата на поверхности SiO_2 с 60% содержанием углерода размером 2,5×2,5 мкм

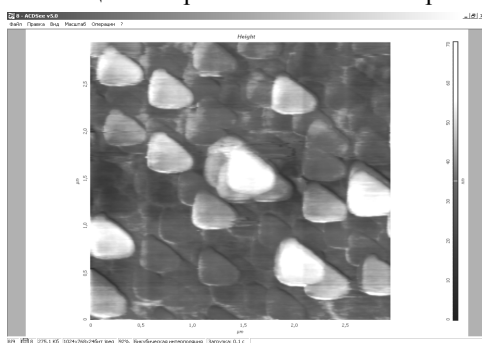
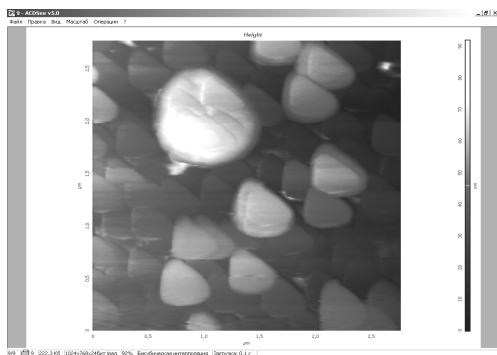
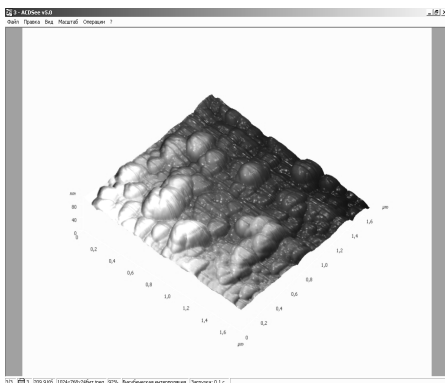


Рис. 3. Конечная стадия образования конгломерата на поверхности SiO_2 с 60% содержанием углерода размером 1,8×1,8 мкм



3) Пленка SiO_2 с 80% содержанием углерода.

Рисунок 4 дает представление о том, что поверхность пленки пористая по всей площади. Средняя высота поры составляет 35 нм.



Конгломераты имеют совсем другую форму без поры в центре. Количество углерода является достаточным для образования сплошного конгломерата.

Рис. 4. Трехмерное изображение пленки SiO_2 с 80% содержанием углерода размером $1,6 \times 1,6$ мкм

Полученные результаты исследований дают возможность применения одного из наиболее распространенных диэлектриков для повышения чувствительности газовых датчиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Нижний Новгород: РАН, Институт физики микроструктур, 2004. 110 с.;
2. Быков В.А., Лазарев М.И., Саунин С.А. Сканирующая зондовая микроскопия для науки и промышленности // Электроника: наука, технология, бизнес. 1997. № 5. С. 7–14.
3. Володин А.П. Новое в сканирующей микроскопии // Приборы и техника эксперимента. 1998. № 6. С. 3–42.

ОБРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ

*А.С. Климов, аспирант каф. Физики, Л.А. Меньщиков, студент 5-го курса, каф. ФЭ, А. Гореев, студент 4-го курса, каф. ЭП
г. Томск, ТУСУР, т. 413-369, kas3501@rambler.ru*

В настоящее время применение электронного луча для сварки металлов изучено достаточно хорошо. Применение электронно-лучевой сварки для соединения неметаллических изделий затруднено в первую очередь накоплением заряда на изделии, в результате чего электронный пучок отклоняется от заданной траектории. Проведенные ранее исследования [1] показывают принципиальную возможность электронно-лучевой обработки непроводящих материалов. Однако в настоящее время эта область применения электронно-лучевой техноло-

гии применительно к форвакуумному режиму изучена недостаточно глубоко.

Цель настоящей работы состояла в исследовании процессов модификации поверхности высокотемпературной керамики при ее облучении электронным пучком.

Для проведения экспериментов использовался плазменный источник электронов с полым катодом [2]. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Полый катод 1 и плоский анод 3 выполнены из нержавеющей стали. Эмиссионное отверстие перекрыто вольфрамовой сеткой 4. Изоляторы 2 и 5 служили одновременно для крепления и фиксации электродов. Для фокусировки электронного пучка использовалось магнитное поле, создаваемое магнитной катушкой 7. Для подведения образцов под электронный пучок 11 было изготовлено перемещающее устройство 8.

Для проведения экспериментов образцы керамики, очищенные и обезжиренные, закреплялись на фиксирующей поверхности 12 и помещались в вакуумную камеру. Кордиеритовая керамика, представленная на рис. 2, сваривалась в течение 1,5 мин при мощности пучка $P = 350$ Вт. Температура плавления кордиеритовой керамики более 1700°C . После сварки был получен гладкий сварной шов. Фотографии поверхностей на растровом микроскопе Hitachi TM-1000 показывают уменьшение количества межзерновых дефектов в оплавленной части (рис. 2).

Для проверки прочности на излом было изготовлено по 6 образцов. Испытания прочности на излом дали следующие результаты: 115 МПа – сварной шов, 200 МПа – образец.

Анализ степени модификации поверхности проводился по ИК-спектрам поглощения на установке FT-801 (Фурье-спектрометр). Для этого керамические образцы оплавливались только с одной стороны. На рис. 3 представлен ИК-спектр отражения керамики 22ХС. Из данного спектра видно, что при оплавлении электронным пучком наблюдается частичный переход Al_2O_3 из α -фазы в γ -фазу (смещение максимума $970\text{--}860\text{ см}^{-1}$) [3]. Это свидетельствует о том, что при оплавлении электронным пучком происходит частичная потеря кислорода, что

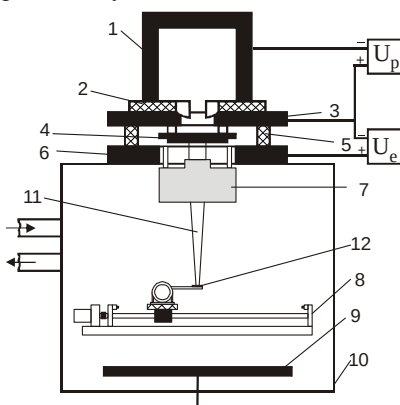


Рис. 1. Схема электронной пушки

можно объяснить малой энергией связи между ионами. Уменьшение максимума на частоте 570 см^{-1} свидетельствует уменьшении α -алюминия при оплавлении, что подтверждает сделанное выше предположение. В целом для всех образцов наблюдается повышение содержания стеклофазы в расплавленной области.

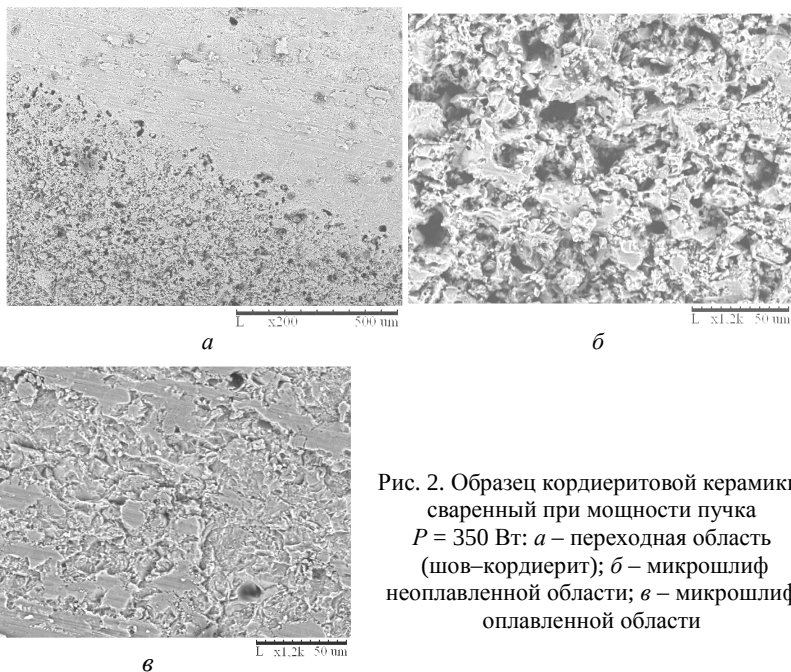


Рис. 2. Образец кордиеритовой керамики, сваренный при мощности пучка $P = 350\text{ Вт}$: а – переходная область (шов-кордиерит); б – микрошлиф неоплавленной области; в – микрошлиф оплавленной области

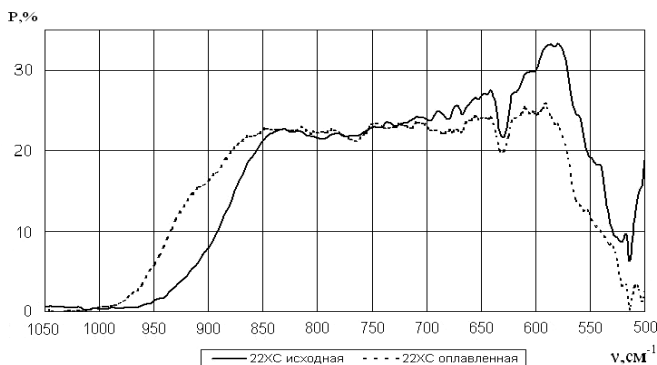


Рис. 3. ИК-спектр отражения керамики 22ХС

Результаты проведенных исследований показали возможность осуществления сварки и поверхностной модификации керамических материалов. Показано, что в процессе облучения керамической поверхности электронным пучком повышается содержание стеклофазы в области расплава и уменьшается пористость поверхности ввиду потери кислорода. Полученные результаты позволяют использовать электронно-лучевую технологию для модификации поверхности керамических материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-08-12005 офи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов А.С. О возможности применения электронного пучка для обработки диэлектрических материалов // Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», 24–28 марта 2008 г.: Сб. тр. в 3 т. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. Т. 3. С. 66–68.
2. Burdovitsin V., Burachevskii Ya., Mytnikov A., Oks E. Plasma cathode electron gun for surface modification technologies at the forevacuum pressure range // 5th International Conference on Modification of Materials. September, 24–29. Tomsk, 2000, Russia. P. 143–146.
3. Михайлов М.М., Верещагин В.И., Смирнов С.В. Высокотемпературные стеклокерамические отражающие покрытия // Перспективные материалы. 1999. № 4. С. 14–18.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ

*Л.С. Михайленко, студент 3-го курса
г. Томск, ТУСУР, kytic@ms.tusur.ru*

Существует целый ряд «химических» опасностей, с которыми люди могут столкнуться каждый день. Среди них утечки горючих и токсичных газов, пожары, разливы жидкостей и т.д. Поэтому интерес к производству датчиков для обнаружения таких опасностей, т.е. к химическим сенсорам, продолжает усиливаться. В настоящее время большой интерес вызывают датчики на основе диоксида кремния. Поэтому важными стали фундаментальные исследования физических свойств данного материала.

Целью работы было изучение зависимости коэффициента преломления пленок SiO₂ от толщины пленки и от количества углерода, введенного в состав образца.

Для получения тонких пленок двуокиси кремния (SiO_2) был использован метод магнетронного распыления комбинированной мишени кремния в атмосфере кислорода. Этот метод является разновидностью ионно-плазменного распыления. Сам по себе этот метод вызывает интерес, потому что в общем случае мы получаем пленки нестехиометрического состава, загрязненные парами воды.

Пленки SiO_x представляют собой аморфный материал (плотность $2,15 \text{ г/см}^3$) светло-коричневого цвета. Оксид кремния не имеет определенных температур плавления и кипения; структура SiO_x удовлетворительно описывается моделью случайного распределения тетраэдров $\text{Si-Si}_y\text{O}_{4-y}$ ($y = 1, 2, 3$), статистические веса которых зависят от величины x .

Оптические свойства SiO_x зависят от скорости конденсации, остаточного давления O_2 и других факторов.

Проведенные исследования показали, что в зависимости от толщины показатель преломления пленок в видимой области меняется в пределах 1,37–1,46 (рис. 1).

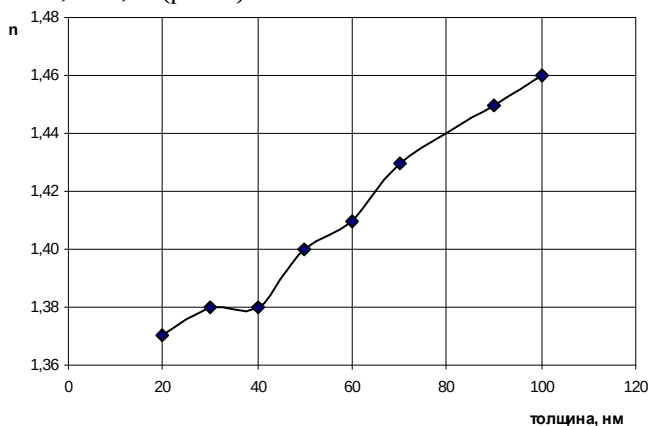


Рис. 1. Зависимость коэффициента преломления пленок SiO_2 от толщины

Кроме того, были получены результаты измерения коэффициента преломления пленок, в состав которых входит различное количество углерода (магнетронное напыление комбинированной мишени углерод–кремний в атмосфере кислорода). Количество углерода варьировалось в пределах 30–80%. В результате коэффициент преломления изменялся:

- для пленок толщиной 50 нм – в пределах 1,4–1,37;
- для пленок толщиной 70 нм – в пределах 1,43–1,37;
- для пленок толщиной 100 нм – в пределах 1,46–1,4.

Можно предположить, что подобное изменение коэффициента преломления вызвано разрыхляющим действием углерода на пленки диоксида кремния.

Из результатов проделанной работы видно, что показатель преломления пленок SiO_2 не является постоянным, а зависит от различных факторов. Это необходимо учитывать при разработке датчиков.

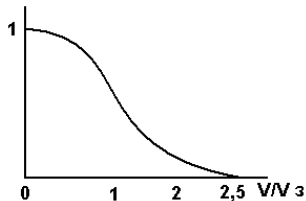
ИСТОЧНИК ПАРОВ ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

*Е.О. Новикова, Е.О. Новиков, студенты, Л.Н. Орликов, проф. каф. ЭП
г. Томск, ТУСУР, Oln4@Yandex.ru*

Суть проблемы. Легкоплавкие материалы находят широкое применение при легировании материалов микроэлектроники методом термического испарения в вакууме. Трудность построения источников легкоплавких материалов состоит в том, что легкоплавкие материалы являются сублиматорами – испаряются, почти не плавясь. Центрами конденсации таких материалов часто выступают шероховатые или охлажденные элементы вакуумной камеры, а не подложка. Это затрудняет поиск количественных режимов проведения процессов.

Метод решения. За температуру испарения принята температура, при которой давление паров материала близко к 1 Па [1]. При проведении процесса испарения давление в вакуумной камере поддерживается 0,01 Па и менее для обеспечения пробега молекул до подложки. В итоге на поток пара накладывается перепад давления в 2–3 порядка. Согласно [1] расширение потока в вакуум связано с его ускорением и понижением температуры. Температура, давление и скорость потока определяются табулированными функциями и зависят от отношения давления испарения к давлению в окружающей среде. На рис. 1 приведена функция изменения температуры от отношения скорости потока V к скорости звука V_3 [1].

Рис. 1. Приведенная функция изменения температуры потока



В итоге следует, что источник для испарения легкоплавких материалов должен обеспечивать прогрев паров почти до подложки.

Проведенные исследования. Исследования по формированию окисных пленок из легкоплавких элементов (цинк) проводились на установке УВН-2М. Разработана последовательность технологических операций для типовых электрофизических установок.

Полученные результаты и выводы. На стеклянных подложках получены покрытия из окиси цинка толщиной 0,4 мкм путем окисления паров цинка в парах воды при давлениях ~ 1 Па. Формирование пленки непосредственно из окисла ZnO упрощает последовательность технологических операций, но, как следует из диаграммы Рауля, вызывает выделение фракции цинка и формирование карбидной фракции. Следует вывод о необходимости учета динамики потока и теории газофазных реакций при формировании пленок.

ЛИТЕРАТУРА

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

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ НАПЛАВКА ТИТАНОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

*П.А. Петров, студент 5-го курса, каф. ЭП
г. Томск, ТУСУР, ppkrol2007@sibmail.com*

Повышение ресурса работы и надежности лопаток паровых турбин ТЭС и АЭС является важной задачей. Лопатки последних ступеней паровых турбин, особенно титановые, подвергаются эрозионному износу в среде водяного пара. Наиболее подвержена износу передняя кромка верхней части пера лопатки. Упрочнение пера лопатки с помощью метода ионоплазменного напыления не дает существенного результата ввиду малой толщины защитного покрытия. Задача может быть решена с помощью изготовления лопатки, в которой передняя кромка должна быть из композиционного материала, хорошо противостоящего эрозионному износу, а основная масса лопатки – из сплава ВТ-6, обеспечивающего прочностные свойства лопатки. Перспективным направлением является электронно-лучевая наплавка защитного покрытия на переднюю кромку лопатки. Причем покрытие должно быть толщиной несколько миллиметров, как правило, требуется 2–3 мм. Известен класс материалов, называемый титаноматричными композитами, которые состоят из титановой связки твердой упрочняющей фазы в виде карбидов или боридов переходных металлов четвертой или пятой группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Такие материалы имеют стойкость к эрозионному изнашиванию в несколько раз выше, чем сплав ВТ-6.

В данной работе проведены исследования микроструктуры и свойств электронно-лучевых наплавленных покрытий из композиционных материалов Ti + B₄C и Ti + ZrC. Показано, что при наплавке

первого состава происходит химическая реакция между наплавляемыми компонентами с образованием в наплавленном слое твердых частиц карбоборидов титана в титановой матрице. При наплавке второго состава, напротив, никаких реакций не происходит, и микроструктура состоит из твердых частиц карбида циркония в титановой матрице. Микротвердость наплавленных покрытий составляет величину 5–6 ГПа. Износостойкость наплавленных покрытий из композиционного материала превышает износостойкость сплава ВТ-6 в 3–5 раз.

Результаты работы подтверждают актуальность таких исследований. Так как вариант замены поврежденной детали на новую, казалось бы, самый надежный, но часто является неоптимальным не только по финансовым соображениям и срокам работ, но и представляет собой значительные технические трудности и ведет к уменьшению ресурса сопрягаемых деталей.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИЛИЦИДНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Е.В. Саврук, магистрант 5-го курса,

Т.И. Данилина, к.т.н., проф. каф. ФЭ, ФЭТ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-406-27-69, savruk@mail.ru

Получение силицидных пленок переходных металлов является актуальной задачей, так как они играют в современной технологии больших (БИС) и сверхбольших (СБИС) интегральных схем важную роль. Перечень областей применения силицидов в технологии СБИС достаточно широк и включает в себя изготовление диодов Шотки, невыпрямляющих контактов к мелкозалегающим активным областям СБИС, низкоомных высокотемпературных межэлементных тонкопленочных соединений, электродов затворов полевых транзисторов, выполняемых по технологии с самосовмещением. Для перечисленных областей применения требуются силицидные пленки наноразмерных толщин со стехиометричным составом. Для решения этих задач используются силициды различных металлов. Из наиболее распространенных силицидов можно выделить такие, как MoSi_2 , TaSi_2 и многие другие.

Целью настоящей работы являются моделирование получения наноразмерных пленок силицида молибдена MoSi_2 толщиной менее 100 нм с применением ионной имплантации, а также расчет и сравнительный анализ профилей распределения примесей при различных видах отжига.

Моделирование процесса формирования силицидных пленок заключалось в том, что необходимо было в приповерхностном слое получить такое распределение ионов, чтобы в данном слое образовывалась силицидная пленка стехиометричного состава. При создании силицидов возможна реализация имплантации металла в слой полупроводника или, наоборот, ионов полупроводника в слой металла. Стехиометрия состава пленок будет наблюдаться при соотношении $\text{Mo:Si} = 1:2$ для пары «Mo (подложка) – Si (ион)» и $\text{Si:Mo} = 1:2$ для пары «Si (подложка) – Mo (ион)». При этом распределение ионов должно быть равномерным по всей толщине пленки.

Для получения заданных параметров при сохранении стехиометрии состава получаемого слоя на протяжении заданной толщины необходимо использовать ионное легирование в несколько этапов с подбором энергии и дозы легирования для каждого из них.

На рис. 1 показаны профили распределения внедренных ионов Mo в слой Si. Формирование данного профиля проводилось в 3 этапа: I – при энергии 18 кэВ и дозе $4,8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$; II – 55 кэВ и $4,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$; III – 130 кэВ и $1,25 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$.

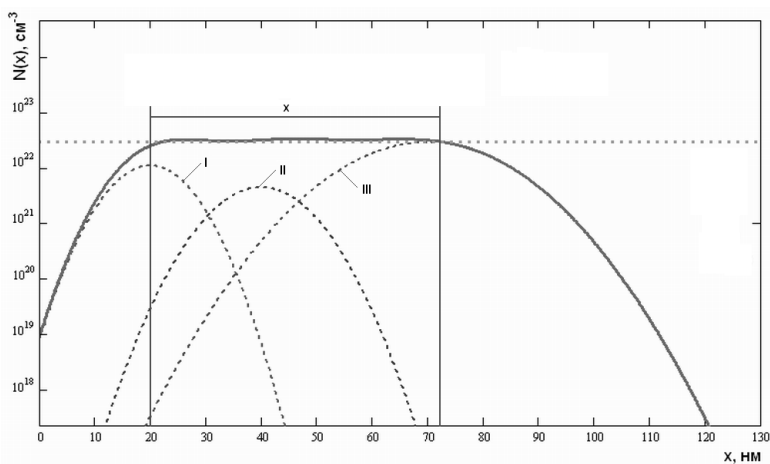


Рис. 1. Профили распределения внедренной примеси для пары «Si (подложка) – Mo (ион)»

Из рис. 1 видно, что силицидная пленка стехиометричного состава образуется на глубине 20 нм от поверхности и имеет толщину 50 нм.

После применения операции ионного легирования необходим отжиг структуры для образования нового вещества (силицида) и устранения структурных дефектов легированного слоя. При этом возможно

использование термического отжига в течение 1–10 мин и быстрого термического отжига (БТО) в течение 1–10 с. Для образования MoSi_2 отжиг полученных пленок проводится при температуре (T) 1050 °C.

Перераспределение ионов Mo в Si при термическом отжиге в течение 1 мин приводит к тому, что наблюдается нехватка ионов Mo для образования стехиометричного состава пленки в приповерхностных слоях Si за счет того, что ионы примеси уходят вглубь Si.

Для уменьшения данного перераспределения внедренной примеси необходимо использовать БТО в течение 1 с.

На рис. 2 представлены данные профили распределения внедренной примеси Mo в слой Si. Фактически перераспределение мало, что не влияет на изменение толщины формируемой пленки MoSi_2 .

При легировании ионов полупроводника в слой металла ионная имплантация проводится в 4 этапа: I – 15 кэВ и $9 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$; II – 40 кэВ и $2,1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$; III – 77 кэВ и $3,4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$; IV – 130 кэВ и $4,5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$. При этом силицидная пленка стехиометричного состава образуется на глубине 15 нм от поверхности и имеет толщину 59 нм. При проведении термического отжига (в течение 1 мин при 1050 °C) внедренная примесь Si сильно уходит вглубь слоя Mo, что делает невозможным получение пленки толщиной менее 100 нм в приповерхностных слоях Mo. При БТО (в течение 1 с при 1050 °C) примесь также уходит вглубь металлического слоя, при этом пленка стехиометрического состава образуется на глубине 27 нм и имеет толщину 40 нм.

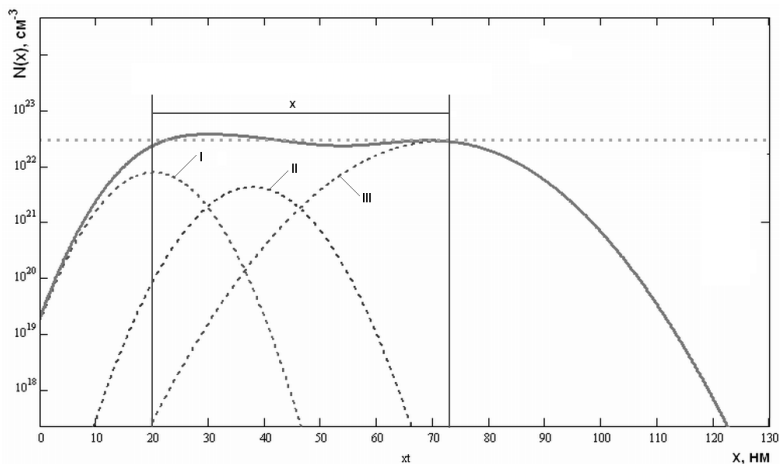


Рис. 2. Профили распределения внедренной примеси после БТО при $T = 1050 \text{ °C}$ в течение 1 с для пары «Si (подложка) – Mo (ион)»

Анализ этих способов показал, что имплантация металла в полупроводниковую подложку выгоднее, поскольку, во-первых, процесс формирования силицидной пленки путем ионной имплантации проходит в меньшее количество этапов и, во-вторых, для получения того же количества силицида требуется значительно меньшая доза легирования, обусловленная стехиометрией получаемого вещества.

ДИАГНОСТИКА НАНОСТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ РАМАНОВСКОГО СПЕКТРОМЕТРА AVASPEC-2048FT-TEC

Е.В. Саврук, магистрант 5-го курса, каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-406-27-69, savruk@mail.ru

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) – раздел оптической спектроскопии, изучающий взаимодействие монохроматического излучения с веществом, сопровождающееся изменением энергии рассеянного излучения по сравнению с энергией падающего на объект (возбуждающего) излучения.

Спектры КРС являются одним из уникальных молекулярных спектров, в которых проявляется наноструктура вещества – строение и состав образующих его молекул. В сочетании с ИК-спектроскопией КРС является одним из главных методов диагностики наноразмерных структур.

Главная экспериментальная трудность при измерении спектров комбинационного рассеяния – это низкая интенсивность комбинационных спутников (структурных линий спектра) по сравнению с интенсивностью упругой релеевской линии. Линии комбинационного рассеяния в 10^5 – 10^6 раз слабее релеевской линии рассеянного возбуждающего излучения. Решающим фактором, повлиявшим на распространение спектроскопии комбинационного рассеяния как метода исследования, стало появление измерительных систем с лазерными источниками возбуждения, оснащенных высокочувствительным приемно-регистрирующим трактом для регистрации слабых оптических сигналов.

Именно к таким системам относится изображенная на рис. 1, а экспериментальная установка. В этой установке спектр комбинационного рассеяния исследуемого образца 1 возбуждается узкой линией встроенным модулем термостабилизированного диодного лазерного источника оптического излучения Ava-Raman-532 2 и регистрируется высокочувствительным волоконно-оптическим спектрометром AvaSpec-2048FT-TEC 3 с термоэлектрически охлаждаемым детектором Sony 2048 CCD. Установка оснащена специальным лабораторным

зондом Ava-Raman-PRB-532-3/8» 4, обеспечивающим оптимизацию световых пучков возбуждающего и рассеянного образцом излучения. Широкополосный фильтр 5 и дихроичное зеркало 6 устраняют попадание на анализируемый образец 1 паразитных излучений. Узкополосный notch-фильтр 7 выполняет роль оптического экрана, предотвращающего попадание возбуждающего излучения в регистрирующий тракт спектрометра. Система коллимационных линз 8 оптимизирует оптические пучки возбуждающего и регистрируемого излучений с анализируемым образцом 1 и входной апертурой оптоволоконных кабелей, служащих для эффективной передачи возбуждающего 9 и регистрируемого 10 излучений.

На рис. 1, б изображен внешний вид унифицированного шасси оптоволоконного спектрометра AvaSpec-2048FT-TEC.

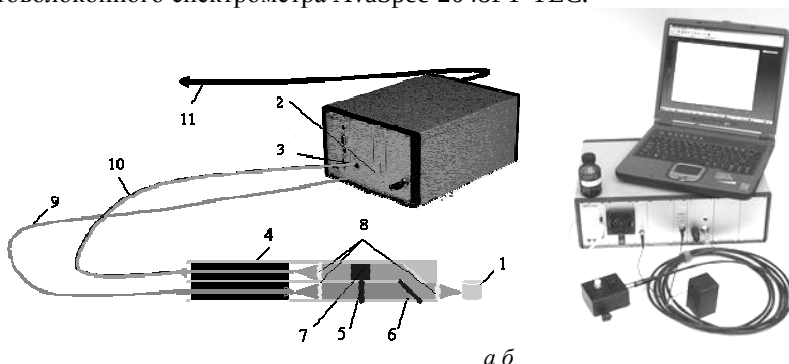


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для измерений спектров комбинационного рассеяния света (а);
б – внешний вид комплекта экспериментального оборудования

Управление измерениями осуществляет встроенный микроконтроллер спектрометра, управляемый персональным компьютером и специализированным программным пакетом «AvaSoft 7.0 – Raman». Встроенный микроконтроллер спектрометра стыкуется с персональным компьютером USB-кабелем 11.

С использованием данного спектрометра проведены исследования наноразмерных пленок Ta_2O_5 . На рис. 2 приведены спектры КРС образцов, полученных различными способами в производственных и лабораторных условиях.

Спектры КРС Ta_2O_5 мало изучены. Поэтому задачей анализа полученных спектров являлось выявление двух характерных полос. На данных спектрах присутствуют две характерные полосы: полоса 800 см^{-1} принадлежит валентным колебаниям, полоса $450\text{--}460\text{ см}^{-1}$

принадлежит деформационным колебаниям связи Ta–O. Также можно предположить, что на спектрах наблюдаются полосы, соответствующие валентным колебаниям с различными координационными числами: 800 и 520 см^{-1} . Эти полосы, соответствующие валентным колебаниям с различными координационными числами, свидетельствуют о нестехиометрии полученных пленок.

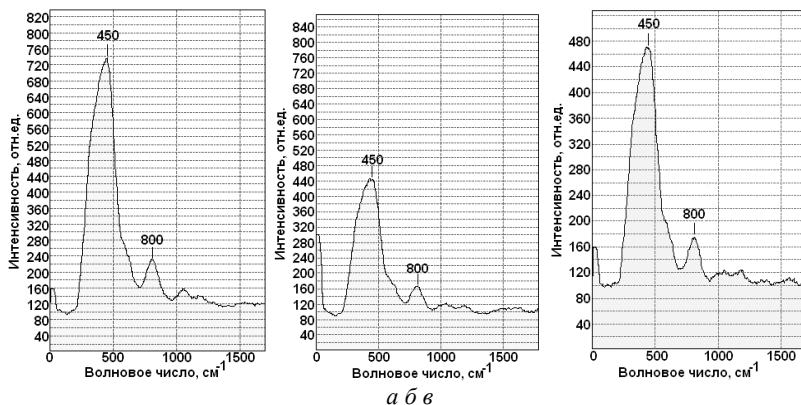


Рис. 2. Спектры КРС наноразмерных структур Ta_2O_5 , полученных разными способами: *а* – подложка: $\mu\text{-Si-Ta}$, реактивное ВЧ-магнетронное распыление Ta в атмосфере $\text{Ar} + 7,5\text{O}_2$, толщина 300 нм; *б* – подложка: поликор ВК-100, ионно-плазменное распыление Ta в триодной системе на постоянном токе, толщина 50 нм; *в* – подложка: металлический Ta, анодирование в цитратном электролите при напряжении 10 В, толщина 30 нм

С использованием спектрометра AvaSpec-2048FT-TEC можно провести качественный и количественный анализ микро- и нанообъектов, исследования спектров фотолюминесценции, определения размеров наночастиц.

ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ

*М.А. Шалютов, М.С. Воронинский, А.Г. Чугунов,
студенты 3-го курса, каф. ЭП, ТУСУР, Л.Н. Орликов, проф.
г. Томск, ТУСУР, Oln4@Yandex.ru*

Известны источники электронов с накалимым катодом применительно к обработке электронным пучком пьезоэлектриков на прецизионном оборудовании [1]. Стоит проблема локального облучения пьезоэлектриков на типовых электрофизических установках. Однако при-

менение типовых катодных узлов и введение элементов электронной оптики неизбежно приводят к изменению механической и оптической соосности траектории пучка при малейшем изменении взаимного расположения или параметров системы.

Нами предлагается газоразрядный источник электронов для облучения пьезоэлектриков, работающий при давлении, близком к 0,1 Па. При таком малом давлении плазма в основном сосредоточена только в области катодно-анодного промежутка и не снимает поверхностный заряд с облучаемой поверхности. Источник (рис. 1) состоит из холодного алюминиевого катода 1 и анода 2, смонтированных в общем изоляторе.

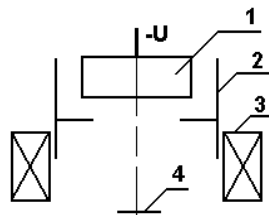


Рис. 1. Схема источника электронов

При обеспечении давления 0,5–1 Па и подаче на катод 1 отрицательного потенциала до 30 кВ в системе возникает высоковольтный тлеющий разряд током 1–2 мА. Ионы из плазмы разряда устремляются на катод, из которого выбивают электроны. Электронный пучок фокусируется линзой 3 в направлении обрабатываемого материала 4.

Отношение тока цилиндра Фарадея к току пучка (коэффициент токопрохождения) составляет $\sim 0,01$. Размер пучка ($\sim 0,2$ мм) оценивается цилиндром Фарадея, набранным из фольг с диэлектрическими прокладками, а также методом вращающегося зонда.

Уменьшению диаметра пучка способствует применение составного катода из материалов с разной ионно-электронной эмиссией, применение каналирования в узком канале, применение двойной фокусировки. Препятствием, ограничивающим применение системы, является то, что в газоразрядных системах разброс энергии электронов достигает 50%, что требует вырезки центральной части пучка и ведет к нечеткости фокуса системы.

Проведенные исследования показали, что процесс перенастройки системы ведет к прогнозируемым результатам. Обнаружены обнадеживающие результаты применительно к облучению пьезоэлектриков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Залесский В.Г., Шерман А.Б., Фрегатов С.О. Токи локальной переполаризации и инъекции носителей при сканировании поверхности LiNbO_3 подвижным иглообразным электродом // ФТТ. 2001. Т. 43. Вып. 9. С. 1670–1672.

ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАНОСТРУКТУР

*О.А. Трофимова, А.В. Макаренко, студенты 4-го курса, каф. ФЭ,
С.В. Смирнов, д.т.н., проф. каф. ФЭ*

*г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-113-81-02, olya88@yandex.ru,
arinneska@sibmail.com*

В связи с развитием микро- и нанотехнологий появилась необходимость изучения процессов нанесения диэлектрической пленки на полупроводниковую подложку. Одним из методов изучения структурных особенностей диэлектрических пленок является метод инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии).

Задачами исследовательской работы является качественный анализ структуры пленок, полученных методами плазмохимического осаждения (ПХО) и пиролизом по спектрам пропускания. В данной работе приводятся результаты исследования наноразмерных слоев SiO_2 методом ИК-Фурье-спектроскопии.

Для проведения экспериментов использовались готовые образцы – структуры $\text{Si} - \text{SiO}_2$. В качестве исходных соединений для получения слоев двуокиси кремния методом плазмохимического осаждения для пластины №1 использовано кремнийорганическое соединение гексаметилдисилоксан (ГМДКО) $[(\text{CH}_3)_3\text{Si}]_2\text{O}$, для пластины № 2 – тетраметилдисилоксан (ТМДКО) $[(\text{CH}_3)_2\text{Si}]_2\text{O}$ [1]. Слой SiO_2 на пластине № 3 получен в результате пиролиза (разложение моносилана в присутствии кислорода).

Измеренные с помощью лазерного эллипсометра ЛЭФ-72 толщины слоев SiO_2 представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Толщина слоя SiO_2

Номер пластины	Толщина слоя SiO_2 , мкм
1	0,46
2	0,73
3	0,54

Спектры пропускания, полученные с помощью Фурье-спектрометра «Infracum FT-801», для образца № 1, для образца № 2, для образца № 3, приведены на рис. 1.

Положение основного пика поперечных колебаний $\text{Si} - \text{O}$ (≈ 1080), согласно литературе [2], соответствует химическому составу оксида SiO_2 . Так как характерная полоса довольно-таки широкая, а также присутствует сдвиг, можно судить об аморфной структуре тонких пленок и нестехиометрии их состава. Для образца № 1 сдвиг про-

исходит в меньшую сторону, следовательно, можно говорить о том, что в образце больше кремния. Для образцов № 2 и 3 сдвиг основного пика происходит в большую сторону, что говорит об аморфности пленок, так как больше кислорода.

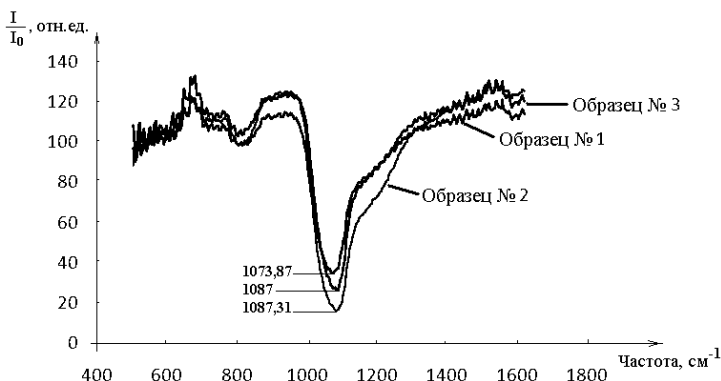


Рис. 1. Спектры пропускания образцов №№ 1–3

Результаты количественного и качественного анализов образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анализов образцов

Номер пластины	Положение характерной полосы поглощения, см ⁻¹	Метод получения пленок SiO ₂	Поверхностная концентрация групп SiO ₂ , см ⁻²
1	1073,82	Плазмохимическое осаждение	$1,98 \cdot 10^{10}$
2	1087,31	Плазмохимическое осаждение	$1,1 \cdot 10^{10}$
3	1087	Пиролиз	$2,14 \cdot 10^{10}$

В результате проделанной работы были проведены эксперименты, в результате которых можно сделать следующие основные выводы:

- метод инфракрасной спектроскопии позволяет определять состав и структуру диэлектрических пленок SiO₂, полученных плазмохимическим и пиролитическим осаждением;
- данные образцы пленок SiO₂ имеют довольно пористую структуру;
- сравнивая полученные результаты с уже известными данными, можно судить о нестехиометрии полученных пленок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 464 с.
2. Гавриленко В.И., Грехов А.М. и др. Оптические свойства полупроводников: Справочник. Киев: Наукова думка, 1987. 440 с.

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДА НА СТРУКТУРУ НАНОПЛЕНОК ДВУОКСИ КРЕМНИЯ

*П.Е. Троян, д.т.н, проф., Ю.В. Сахаров, к.т.н.,
С.П. Усов, аспирант каф. физической электроники
г. Томск, ТУСУР, т. 413-936, Ser-u@mail.ru*

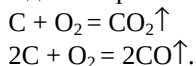
Пленки диоксида кремния, легированные углеродом, обладают существенно отличающимися электрофизическими свойствами от чистых пленок SiO₂.

Цель настоящего экспериментального исследования – электронно-микроскопическое исследование пленок SiO₂ с различным процентным содержанием углерода.

Для исследования использовались полированные кремневые подложки, на которые были нанесены тонкие пленки SiO₂ + C. Перед нанесением пленки SiO₂ + C подложка подвергалась тщательной очистке химическими реактивами. Рабочий диэлектрик SiO₂ + C наносился путем магнетронного распыления составной мишени, состоящей из кремниевой мишени, на которую помещались графитовые диски. Нанесение рабочего диэлектрика осуществлялось в смеси аргона и кислорода в пропорциях 10:1 при давлении в вакуумной камере $(6\div4)\times 10^{-3}$ мм рт. ст. Количество углерода, вводимого в пленку SiO₂, варьировалось путем изменения площади, занимаемой графитовыми дисками на кремниевой мишени – S_c. Толщина диэлектрика составляла 70 нм.

В ходе проведенных исследований выяснилось, что при легировании пленки двуокси кремния углеродом пленка разрыхляется, приобретает пористую структуру. По представленным ниже фотографиям можно судить о том, что с ростом процентного содержания углерода увеличивается пористость пленки.

Причина формирования пор объясняется протеканием химических реакций углерода с кислородом на подложке на стадии формирования диэлектрической пленки:



Вследствие протекания указанных реакций газовая компонента покидает пленку SiO_2 , разрыхляя ее и формируя в ней сквозные поры и поры с газовыми включениями. Причем количество и размер газосодержащих пор определяется значением S_c .

На рис. 1 представлена тонкая пленка SiO_2 , не легированная углеродом. Как видно из фотографии, пленка практически не содержит дефектов.

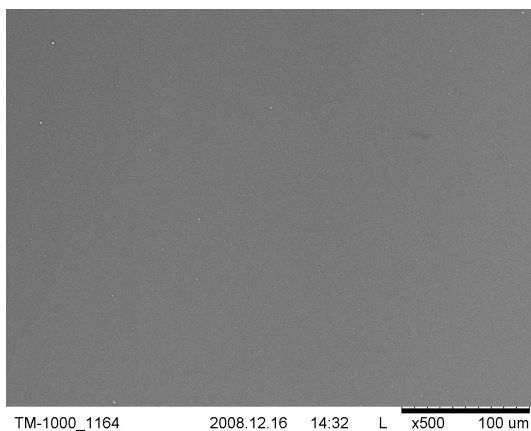


Рис. 1. Пленка двуокиси кремния SiO_2

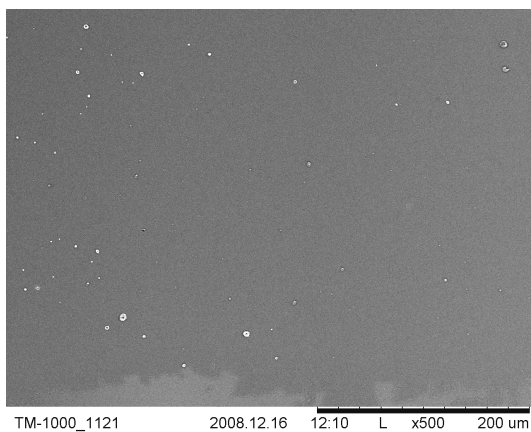


Рис. 2. Пленка SiO_2 при $S_c = 30\%$

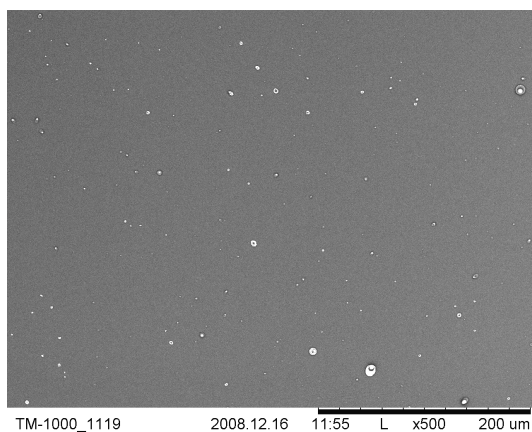


Рис. 3. Пленка SiO₂ при $S_c = 60\%$

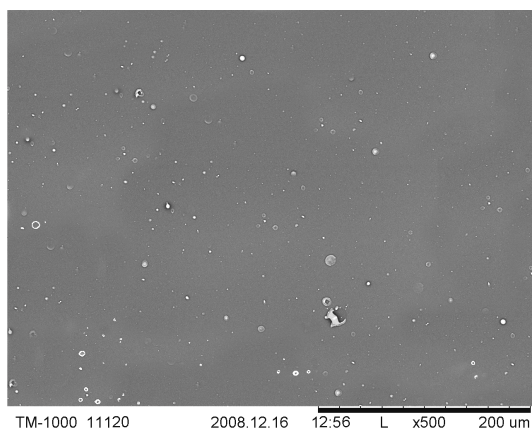


Рис. 4. Пленка SiO₂ при $S_c = 80\%$

Также наши исследования показали, что тонкие пленки SiO₂ + C обладают высокой адсорбционной способностью и способны менять свои электрические свойства в различных газовых средах. Уже начальные исследования в этой области показали широкие перспективы внедрения этого эффекта в современные элементы электроники (датчики давления, газоанализаторы, измерители состояния газовой атмосферы и т.д.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 09-08-99072).

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ ИСПАРЕНИЕМ ГРАФИТА

Д.Н. Юренко, студент 5-го курса, каф. ЭП,

А.В. Медовник, аспирант каф. физики

г. Томск, ТУСУР, т. 413-369, MedovnikAV@mail.ru

Наметившийся в последние годы взрыв интереса к углероду обусловлен как открытием его новых форм – фуллеренов и нанотрубок, так и появлением новых методов получения углерода в тонкопленочном состоянии. Электрические, оптические, механические, химические свойства углеродных пленок могут варьироваться в чрезвычайно широких пределах. Общеизвестно, что свойства пленочного углерода решительным образом определяются способом его получения. Это оправдывает поиск новых способов, поскольку может привести к обнаружению новых свойств.

Среди методов нанесения углеродных покрытий особая роль принадлежит так называемым пучковым методам, использующим пучки ускоренных частиц, в частности электронные пучки. Электронный пучок представляет собой удобный источник тепловой энергии, и испарение материала с последующим осаждением на подложку способно формировать пленочные покрытия. Несмотря на очевидную простоту идеи, рассмотренный метод не нашел широкого применения. Вместе с тем сам метод оказывается чрезвычайно вариабельным и предоставляет уникальные возможности исследователям и технологам. В научной лаборатории кафедры физики ТУСУР разработан уникальный электронный источник на основе плазменного катода, отличающийся слабой чувствительностью к вакуумным условиям и способностью работать в условиях предварительного вакуума. Это сочетание делает его использование в технологии получения пленочного углерода чрезвычайно перспективным. Задачей настоящей работы было получение углеродных слоев электронно-лучевым испарением.

Техника эксперимента. Эксперимент по испарению графита проводился на установке, схема которой представлена на рис. 1. Электронный источник 1 [1] создавал электронный луч 2, который, попадая на графитовую мишень 3 нагревал ее до температуры испарения (приблизительно 4000 К). Испаряемый графит осаждался на подложку 4, закрепленную на подложкодержателе 5. В качестве подложек применялись стеклянные и полируемые кремниевые пластины. Камера откачивалась безмасляным механическим вакуумным насосом ISP-500C. Рабочий газ – гелий.

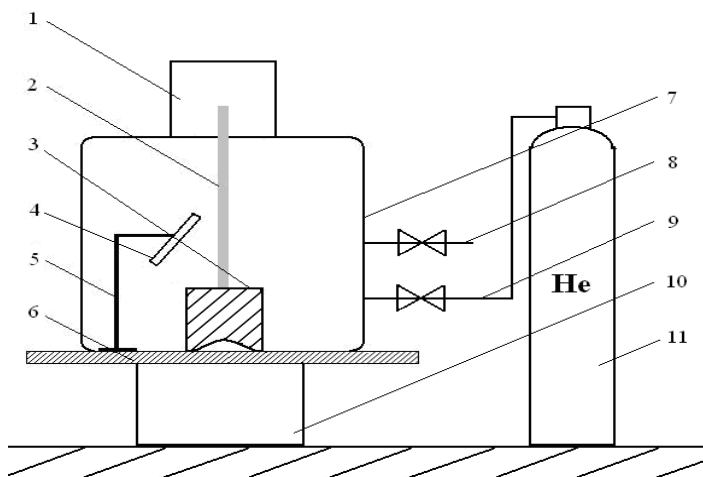


Рис. 1. Схема установки для электронно-лучевого распыления графита.
 1 – источник электронов; 2 – электронный пучок; 3 – мишень из графита;
 4 – подложка; 5 – держатель для подложки; 6 – основание; 7 – вакуумная
 камера; 8 – напуск воздуха; 9 – напуск газа; 10 – спиральный насос;
 11 – баллон с гелием

Результаты работы и их обсуждение. В работе был проведен ряд экспериментов по определению скорости испарения графита. Для этого было изготовлено несколько одинаковых мишеней, масса которых была измерена на аналитических весах. Испарение мишеней проводилось при разных мощностях пучка (600, 800, 1000 Вт) в течение разного времени (2, 4, 6 мин). После этого вновь производилось взвешивание мишеней. По результатам измерений построена зависимость, приведенная на рис. 2.

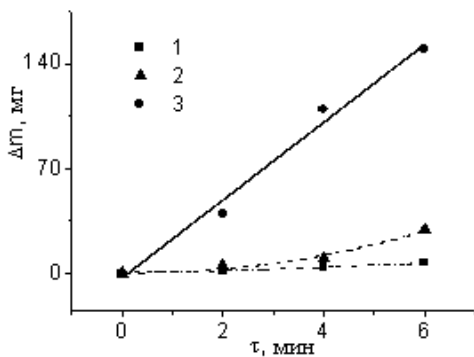


Рис. 2. Зависимость количества испаряемого углерода от времени проведения эксперимента при мощности 600 (1), 800 (2) и 1000 Вт (3)

Было выяснено, что при мощности электронного пучка менее 600 Вт испарения не происходит, также существует некая пороговая мощность, при которой происходит резкое испарение графитовой мишени.

Полученные углеродные слои были исследованы методом рентгено-дифракционного анализа. Анализ рентгенограмм показал, что один из образцов содержит до 90% фуллерена C_{60} , образец был получен испарением графитовой мишени без катализатора. Второй образец на 50% состоит из одностенных углеродных нанотрубок, который был получен с использованием в качестве катализатора железа.

Заключение

– Электронный пучок, генерируемый источником на основе разряда с полым катодом в форвакуумном диапазоне давлений, позволяет осуществить испарение графита со скоростями, приемлемыми для получения углеродных осадков с толщинами в несколько микрон.

– Освоена методика получения углеродных пленок, содержащих фуллерен C_{60} и одностенные углеродные нанотрубки.

Работа была выполнена при поддержке РФФИ, грант № 08-08-00015а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурачевский Ю.А., Бурдовицин В.А., Куземченко М.Н. и др. Генерация электронных пучков в форвакуумной области давлений // Известия вузов. Физика. 2001. Вып. 9. С. 85–89.

СЕКЦИЯ 9

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

ВЕБ-РЕШЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

*А.Х. Бектембаева, Р.Р. Галин, А.П. Николаенко, студенты 4-го курса,
П.В. Сенченко, к.т.н., доцент ТУСУР
г. Томск, ТУСУР, Defis@kvadro.net*

Управленческая деятельность в организации осуществляется с помощью документов, которые одновременно являются источником, результатом и инструментом этой деятельности. В аппарате управления любой организации технология работы с документами может быть неразрывно связана с основными бизнес-процессами, характерными для этой организации. Технология работы с документами предполагает не только единые правила документирования – оформления документов, но и единый порядок движения документов – документооборота.

Классическая технология управления документооборотом предполагает ведение регистрационно-контрольных форм в виде журналов и картотек. При этом регламентируются состав и содержание регистрируемых реквизитов документов, а также различные формы отчетности. Главная проблема традиционной бумажной технологии управления документооборотом – практическая невозможность централизованно отслеживать движение документов организации в реальном масштабе времени.

В настоящее время в большинстве учреждений есть в наличии парк компьютерной техники, правильное использование которой обеспечивает полную техническую поддержку внедрения систем электронного документооборота. Внедрение таких систем способнократно повысить производительность труда при работе с документами. Однако в процессе внедрения таких систем может возникнуть ряд проблем. Так, при использовании сторонних программных продуктов с закрытым исходным кодом одна из основных проблем заключается в их

сложной интеграции с уже функционирующими системами, входящими в информационное пространство организации.

Выходом из сложившейся проблемной ситуации является либо приобретение системы электронного документооборота с открытым исходным кодом, либо разработка собственной, максимально полно использующей информационные ресурсы действующих в организации информационных систем. При этом в любом случае необходимо определить основные цели системы документооборота (рис. 1).

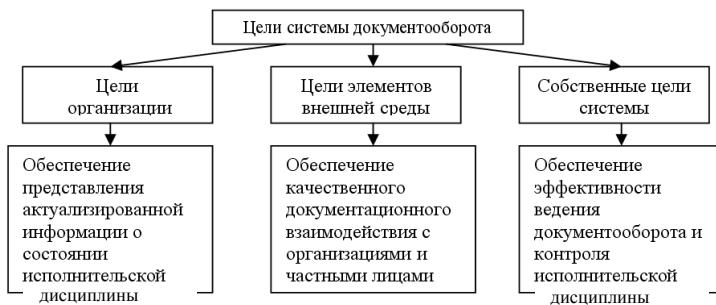


Рис. 1. Основные цели внедрения системы электронного документооборота

Также при разработке или приобретении системы электронного документооборота необходимо учесть основные свойства, которым она должна отвечать. В первую очередь, такая система позволяет автоматизированными средствами решить наиболее актуальные делопроизводственные задачи организации [1]:

- ускорение прохождения документов;
- обеспечение своевременной подготовки и направления ответов;
- исключение многократного тиражирования документов;
- разгрузка трафика корпоративной сети;
- сокращение ошибок доставки документов;
- налаживание и упрощение контроля исполнительской дисциплины;
- исключение потери документов;
- проведение мониторинга процедур прохождения документов;
- совершенствование средств надежного централизованного хранения и эффективного поиска документов.

Кроме того, необходимо учитывать, что система должна обеспечивать мониторинг информации обо всех документах, создаваемых как в самой системе, так и во всех смежных системах, а также предоставлять качественные инструменты контроля их исполнения, ускорять процессы согласования и утверждения документов.

Одним из вариантов облегченного внедрения системы электронного документооборота является разработка и/или внедрение Web-ориентированных систем с открытым исходным кодом – систем, перенос которых на новые программно-информационные платформы и настройка в соответствии с требованиями заказчика могут быть выполнены с минимальными затратами. В этом случае целесообразно разрабатывать систему в трехзвенной архитектуре. На рис. 2 представлена общая схема архитектуры такой системы.

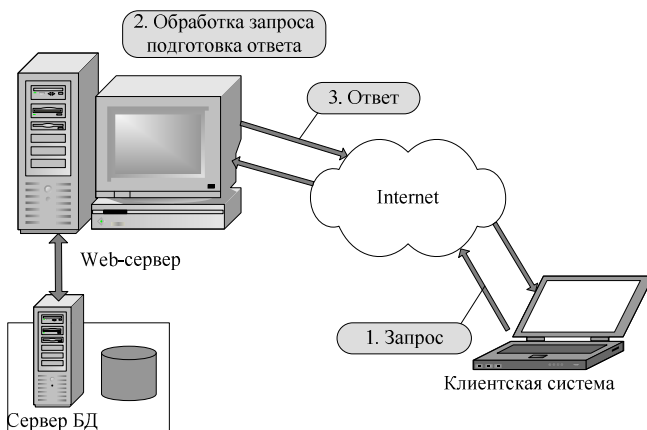


Рис. 2. Общая схема архитектуры АИС

В архитектуре разрабатываемой системы в качестве клиента может использоваться «тонкий клиент», реализованный, например, средствами Sun Java Studio Enterprise, в качестве сервера приложений Web-сервер и для хранения данных может использоваться СУБД Oracle. Разработка тонкого клиента и применение технологии объектно-реляционного отображения дает возможность обеспечить реальную независимость внедряемой информационной технологии от программно-операционной архитектуры, используемой в информационном пространстве организации с обеспечением интеграции с другими информационными системами, и тем самым позволяет заложить базис для решения задач, связанных с эффективным информационным обеспечением деятельности сотрудников организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павленко С.Ю. Концепция информатизации Федеральной службы финансово-бюджетного надзора на 2007–2009 годы [Электронный ресурс]. М: [б. и.], 2007. Режим доступа к сайту <http://www.garant.ru/prime/20070306/6229111.htm>

**ПОДСИСТЕМА СВЯЗИ АИС «АСУСЭ» И АИС
«ЭНЕРГОТРАНС» ООО «ГОРСЕТИ»**
Н.В. Гнюсова, студентка 5-го курса ФСУ, каф. АОН
г. Томск, ТУСУР

В г. Томске существует несколько организаций, занимающихся учетом и контролем по расходу электроэнергии: ОАО «Томская энергосбытовая компания» и ее подразделение «Энергокомфорт». Данные из перечисленных организаций передаются в ООО «Горсети», поэтому существует проблема их корректной обработки и сохранения. В связи со сложившейся ситуацией перед ООО «Горсети» встал вопрос об информационном взаимодействии со смежными предприятиями Томска по сбору и учету электроэнергии. Информация в ОАО «Томская энергосбытовая компания» и «Энергокомфорт» хранится в собственной информационной системе, называемой «АСУСЭ», и предоставляется ООО «Горсети» только в виде Excel-документов. Информация в «Горсетях» хранится в собственной системе «ЭнергоТранс».

На основании этого целью данной работы явилось создание подсистемы связи между программным комплексом «АСУСЭ» и «Энерготранс». Данная подсистема позволит обрабатывать данные, поступающие в «Горсети», и хранить информацию в промежуточной БД. Также стоит задача формирования отчетов.

Для достижения цели ставились следующие задачи:

- Создание базы данных (СУБД Access).
- Преобразование и связь данных из «АСУСЭ» для возможности автоматического добавления информации.
- Разработка модуля для работы с БД.
- Обработка исключительных ситуаций.
- Предоставление отчетности.
- Тестирование и отладка модуля.

В данный момент ООО «Горсети» не имеет единой городской базы данных, в которой бы хранилась информация обо всех объектах, подключенных к электричеству. Данные, которые использует предприятие, поступают к ним из Томской энергосбытовой компании и компании «Энергокомфорт». Информация же в ООО «Горсети» содержится в системе «ЭнергоТранс».

Исходные данные представляют собой Excel-файлы, полученные с помощью генератора отчетов «Автоматизированной системы управления сбытом электроэнергии» (АСУСЭ).

Назначение АСУСЭ – это автоматизация технологических процессов деятельности энергоснабжающей организации, определяющих

комплекс взаимоотношений с потребителями электрической и тепловой энергии, – заключение договоров, проведение технологических и коммерческих расчетов за потребленную энергию и оплаты за нее.

Прежде чем добавить полученную информацию в собственную базу данных, ее необходимо обработать: преобразовать к нужному виду и проверить на возможность возникновения исключительных ситуаций.

В связи с этим основные задачи, подлежащие решению, включают:

- создание базы данных с помощью СУБД Access;
- преобразование исходной информации;
- разработку блока обработки исключительных ситуаций;
- заполнение базы данных;
- получение выходной таблицы необходимого вида.

В подсистеме должны быть реализованы следующие функции:

- добавление информации о потребленной электроэнергии за каждый период;
- добавление информации о новых абонентах и заключенных договорах;
- приведение исходной информации к необходимому виду для дальнейшего ее добавления в АИС «ЭнергоТранс»;
- обработка исключительных ситуаций и корректное описание возникающих ошибок;
- ведение таблицы ошибок;
- предоставление отчетов.

Представим функциональную модель в виде IDEF-диаграммы (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма А-0

На вход в систему информация поступает в виде Excel-таблиц с данными, которые содержат информацию об абонентах, договорах, счетчиках, а также значениях потребленной электроэнергии за определенное время. Для дальнейшей ее записи в базу данных данные необходимо привести к нужному виду и проверить их на возможность возникновения исключительных ситуаций при дальнейшей их транспортировке в АИС «ЭнергоТранс». Блок обработки исключительных ситуаций содержит проверку на соответствие типов данных, соблюдение интервалов показаний (значение текущих показаний должно быть больше показаний начальных), а также предыдущие показания в текущем периоде должны являться текущими для предыдущего периода. В том случае, если текущие показания оказались меньше предыдущих, необходимо проверить, не произошла ли «перекрутка» счетчика. Данные несоответствующего вида помещаются в таблицу ошибок.

В результате проделанной работы была изучена предметная область, создана база данных, которая является промежуточным звеном между системами «АСУСЭ» и «ЭнергоТранс», а также реализовано приложение для работы с данными.

АНАМОРФИРОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

***Е.В. Халтинова, студентка 3-го курса, каф. АОИ**
г. Томск, ТУСУР, херубум89@mail.ru*

Особое место среди всех картографических приемов в рамках социально-экономических и политических исследований занимает способ построения анаморфоз, искажающих реальные пространственные формы ради более наглядной передачи особенностей изучаемого явления или процесса. Анаморфозы определяются как графические изображения, производные от традиционных карт, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины характеристики явления на исходной карте.

Целью работы в рамках реализации группового проекта является создание модуля анаморфирования для ArcGIS 9.1 (на примере Томской области). Он позволит преобразовывать площади муниципальных образований пропорционально соответствующим величинам какого-либо показателя, закладываемого в основу анаморфозы с учетом максимально возможного сохранения взаимного расположения территориальных объектов, их формы и т.п.

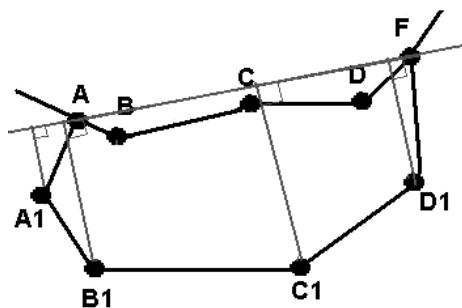
В настоящее время существует немало методов построения анаморфированных изображений, каждый из которых обладает опреде-

ленными преимуществами и недостатками. Некоторые из них, например, требуют специального оборудования. В частности, М. Эккерт предложил использовать рельефный макет плотности населения, высота которого в каждой точке соответствует плотности населения, и «прокатывать» его до тех пор, пока он не расплывется в гладкий лист одинаковой толщины, равной средней плотности населения. Канадские ученые использовали металлические шарики, количество которых соответствовало величине картографируемого признака по территориальным единицам. В этом случае роль границ территориальных единиц выполняли раздвижные перегородки. Известны также методы на основе применения электрического моделирования и численные методы создания анаморфированных изображений. Так, численный метод, предложенный С. Гусейн-Заде и В. Тикуновым [1], заключается в работе с декартовой системой координат и в нахождении преобразования функции территории из одной плоскости с координатами $(x; y)$ в другую плоскость с координатами $(u; v)$.

Предлагаемый авторский метод характеризуется простотой и не требует специального оборудования. Его основой является работа с координатными данными объектов в ArcGIS 9.1, сохраненными в текстовый файл. Изменяя координаты точек в текстовом файле, появляется возможность модифицировать конфигурацию объектов на карте с последующим отображением преобразований в новый слой.

Имеется система традиционно сформированных графических объектов, в основу построения которых положены площадные характеристики. Требуется трансформировать объекты, максимально сохраняя их взаиморасположение и форму, в некоторую новую систему, положив в основу отображения иную характеристику. Процедура анаморфирования в этом случае можно представить следующим образом.

На первом этапе выявляется «базовый» объект (полигон) с максимальным значением показателя, по которому будет проведено анамор-



фирование, за ним закрепляется значение 1. Выявляются смежные полигоны и определяются дуги, которые граничат с ними (на рис. 1 – это дуга A-B-C-D-F).

Рис. 1. Пример трансформации полигона

За смежными полигонами закрепляются значения, соответствующие значениям показателя, вытекающего из соотношения к единице. Для упрощения процедуры преобразования крайние общие точки двух полигонов (А и F) соединяются прямой k . К ней из вершин полигона, которые не являются общими с базовым (A1, B1, C1, D1), опускаются перпендикуляры. Чтобы уменьшить полигон ABCDFA1B1C1D1 в n раз, требуется уменьшить каждый из перпендикуляров, отложенных из точек A1, B1, C1, D1, в n раз.

На втором этапе определяются координаты точек, делящие построенные перпендикуляры в нужное количество раз по формулам:

$$x = \frac{x_1 + \lambda x_2}{1 + \lambda} \text{ и } y = \frac{y_1 + \lambda y_2}{1 + \lambda}, \text{ где } \lambda = \frac{k}{m - k}, \frac{k}{m} - \text{коэффициент, показывающий, во сколько раз необходимо уменьшить отрезок. Таким образом определяются координаты всех вершин анаморфированного объекта.}$$

На третьем этапе в текстовые файлы вносятся пересчитанные значения координат вершин полигонов, которые затем отображаются на карте.

Реализация проекта позволит формировать карты, на которых площади территорий муниципальных образований Томской области будут соответствовать размеру ключевого для анализа и принятия решения признака (например, население территории, объем произведенной промышленной или сельскохозяйственной продукции и т.п.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусейн-Заде С.М., Тикунов В.С. Анаморфозы: что это такое? 2-е изд. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ JAVA-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Н.А. Кабаненко, 4-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-867-37-47, nieky@mail.ru*

Современный рынок программных продуктов предоставляет множество программно-аппаратных комплексов для разработки полноценных географических информационных систем (ГИС). Разработка комплексов производится в одно-, межплатформенных средах. Используются новейшие технологии высокоуровневых языков. В рамках группового проектного обучения (ГПО) автором статьи разрабатывается ГИС с использованием платформы Java.

Платформа Java предоставляет разработчикам множество бесплатных сред разработок (Eclipse, NetBeans, Creator, Enterprise...), комплекс пакетов, а также дает возможность производить open source проекты для общего пользования с целью упрощения разработок больших систем. Готовые проекты легко внедряются во многих системах. Для этого необходимо использовать виртуальную Java-машину.

Рассмотрим основные инструменты, предоставляемые Java-технологиями, для разработки ГИС: проектирование основной модели ГИС, связь с базой данных, преобразование реальных координат в системные координаты, визуализация географических данных, связь клиента и сервера с помощью Remote Method Invocation (RMI), предоставление веб-сервисов.

Проектирование каркаса ГИС можно упростить, воспользовавшись встроенными в среду UML-редакторами, после чего генерируются классы на основе построенных диаграмм. Далее классы дополняются бизнес-логикой. Так, следуя W3C, разрабатывается архитектура иерархии классов: группы пользователей, пользователи, параметры пользователей, карта, группы слоев, список слоев, слои, объекты, атрибуты геометрических объектов.

Существует большое количество СУБД (как свободно, так и платно распространяющихся), предоставляющих средства для манипулирования географическими объектами. Можно выделить следующие перспективные СУБД для разработки ГИС: PostgreSQL/PostGIS, MySQL/Spatial, SQLite/Spatialite, Oracle Spatial, DB2 Spatial Extender, Informix Spatial Blade, MS SQL Server 2008, ArcSDE. Данные СУБД имеют различные возможности. Java предоставляет JDBC драйвер для связи с большинством существующих СУБД. Расширяя и упрощая взаимодействия с СУБД, в Java реализована модель взаимодействия с базами данных Object-relational mapping (объектно-реляционное проектирование). Данная модель позволяет работать с географическими данными на уровне java-объектов (при использовании библиотеки Java Hibernate). Библиотека Hibernate уже реализует возможности драйвера JDBC для связи с БД. На уровне Hibernate необходимо описать существующие таблицы БД и соответствующие им java-классы, после чего с записями таблицы работают как с объектами. С помощью коллекций и элементов bean производится манипулирование объектами на уровне Java-языка. Также данное взаимодействие перенаправляется в СУБД.

Используя алгоритмы, работающие с различными форматами для хранения географических данных, расширяются возможности ГИС.

Для компьютерной визуализации в языке Java реализована библиотека Abstract Window Toolkit (AWT). С помощью AWT легко осуществить масштабирование реальных координат в экранные, а также

произвести аффинное преобразование координат, решив проблему отрисовки объектов в системных координат. С помощью AWT также осуществляются всевозможные действия, связанные с визуализацией географических данных: масштабирование, пространственная модификация, различные способы представления данных и их виды. Библиотека AWT позволяет работать как с растровой, так и с векторной информацией.

При реализации клиент-серверной ГИС используется несколько подходов. Можно спроектировать систему, основанную на удаленных вызовах процедур (технология RMI). Такая система реализует многопользовательскую работу. В ней реализуется выполнение всех операций на стороне сервера. Данный подход применяется в основном для корпоративных целей. Также возможно предоставлять со стороны сервера веб-сервисы. В данном подходе необходимо использовать нагруженный клиент, так как веб-сервисы не предназначены для частых передач большого количества информации, но позволяют расширить использование ГИС в более больших масштабах, чем с помощью технологии RMI.

Таким образом, используя современные Java-технологии, реализуются мощные многопользовательские клиент-серверные ГИС. Автор данной статьи разрабатывается высокопроизводительная клиент-серверная ГИС, в которой применяются технологии, представленные в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хемрадхани Анил. Гибкая разработка приложений на Java с помощью Spring, Hibernate и Eclipse. М., 2008.
2. Хорстманн К.С., Корнелл Г. Java 2. Библиотека профессионала. Т. 2. Тонкости программирования Java. М.: Вильямс, 2007.
3. Хохгутль Б. C# и Java: межплатформенные Web-сервисы. М., 2004.

СИСТЕМА ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*А.Г. Краморенко, студент 4-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, tema@t-park.ru*

В условиях инновационного курса развития экономики страны информатизация становится ключевым понятием в процессе развития рынка инновационной продукции, и, соответственно, играет важнейшую роль в успехе той или иной разработки, а следовательно, и предприятия.

Информационные технологии, компьютеризированные системы и высокие производственные технологии являются базовыми системами инновационной экономики. Они в своем развитии радикально трансформируют все средства получения, обработки, передачи и производства информации, радикально технологизируют интеллектуальную деятельность (например, автоматизация проектирования и технологической подготовки производства, автоматизированный контроль за ходом производства, автоматизация ведения финансово-бухгалтерской отчетности и организационно-распорядительной деятельности, многоязычный автоматизированный перевод, диагностика и распознавание образов и т.п.).

Стремительная интернетизация, а также развитие Интернет-технологий создали хорошую почву для зарождения нового рынка. Интернет-сайт позволяет решать основные коммерческие задачи любой компании: доносить информацию до целевых групп, привлекать новых покупателей, сокращать затраты внутри организации, информировать деловых партнеров о деятельности компании, оптимизировать внутренние бизнес-процессы. Постепенно осознав влияние Интернет-сайта на формирование собственного имиджа, компании стали уделять больше внимания этому вопросу. Сайт стал не просто представительством компании в сети, а полноценным маркетинговым инструментом, с помощью которого можно решать серьезные задачи, в том числе продвижение товаров и услуг. В настоящее время рынок продолжает активно расти и развиваться. Этому способствуют несколько факторов, например:

1. Экономия средств на распространении информации о фирме, распечатке прайс-листов, создании буклетов.
2. Клиенты легко могут найти нужную информацию. Сотрудники реже отвлекаются на телефонные звонки.
3. Вашим потенциальным партнерам легче найти информацию о вашей фирме/продукции.

Для малых наукоемких предприятий Интернет является отличной возможностью для продвижения своего продукта на рынок, в частности, инновационных разработок и продукции. Одно из основных преимуществ Интернета как средства продвижения продукции заключается в том, что он может включать в себя не только российский рынок.

Но просто Интернет-сайта недостаточно чтобы получить ощутимый эффект. Необходимо разработать систему, которая включала бы в себя возможность мониторинга рынка потребностей предприятий и организаций в инновациях (инновационные предложения, проекты, изделия), а также возможность мониторинга рынка предложений на инновации наукоемких предприятий.

В настоящее время существует несколько систем подобного типа, в том числе и в России. Они обеспечивают установление общих форматов и стандартов предоставления услуг, сбор, хранение в информационных базах данных описаний коммерчески привлекательных проектов, а также распространение технологической информации инновационных проектов с использованием единых электронных коммуникационных платформ. Это такие сети, как Европейская сеть бизнес-инновационных центров (The European BIC Network) – предоставляет услуги по стратегическому лоббированию и продвижению инновационной продукции членов сети, осуществляет поддержку участия членов сети в Европейских программах, тендерах, конкурсах; Российская сеть трансфера технологий – создана в 2002 г., призвана выявлять технологические запросы и предложения компаний, академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, государственных университетов.

Такая система в итоге должна стать связующим звеном между предприятиями и организациями, имеющими потребности в новых разработках (технологиях), и малыми наукоемкими предприятиями.

Она должна помочь наукоемким предприятиям выявить потребность рынка в той или иной разработке и как можно скорее ее удовлетворить.

В данном случае возможности Интернета помогут существенно сократить время на создание нового продукта и его успешного выпуска на рынок сбыта. Это, в свою очередь, является ключевым фактором в вопросе успешности продукта и его востребованности в будущем.

Суть системы заключается в формировании баз данных наукоемких предприятий и их разработок. И немалую роль в успехе продукта будет играть то, как полно представлена информация о разработке в базе. Для этого необходимо уделить внимание обучению специалистов наукоемких предприятий работе с такого рода системой.

Также эффективность работы такой системы во многом будет зависеть от качества реализации, которое заключается в простоте поиска необходимой информации об имеющихся разработках, удобстве предоставления этой самой информации.

ОАО «Томский международный деловой центр «Технопарк» – организация, осуществляющая формирование современной инновационной среды с целью развития научно-технического предпринимательства путем создания материальной, экономической, информационной и социально-культурной базы для становления, развития, поддержки и подготовки к самостоятельной деятельности малых предприятий (фирм), внедрения и тиражирования наукоемких технологий на рынке научно-технической продукции.

В 2005 г. был открыт Томский региональный центр трансфера технологий как структурное подразделение ОАО ТМДЦ «Технопарк».

Томский региональный центр трансфера технологий (ТРЦТТ) – организация, представляющая малым наукоемким предприятиям широкий спектр услуг по продвижению инновационных разработок и продукции на рынки сбыта на основе традиционных маркетинговых и новых информационных технологий.

В результате будет создана система трансфера инновационных разработок – система, направленная на получение прибыли от реализации конечных продуктов инновации (промышленный образец, малая партия, промышленная партия).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ямпольский С.З., Симонцев С.Н. Технологии продвижения инновационных разработок на рынки сбыта на основе традиционных маркетинговых и новых информационных технологий. Новосибирск: Институт вычислительных технологий СО РАН, 2007. 75 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГЛАМЕНТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛА ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ГУ МЧС РОССИИ ПО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Лазарев, студент 5-го курса, каф. АОИ,

П.В. Сенченко, к.т.н., доцент ТУСУР

г. Томск, ТУСУР, liv@ms.tusur.ru

Одной из основных задач, решаемых отделом государственного надзора Главного управления МЧС России по Томской области, является организация работ по обеспечению безопасности населения и территории путем выявления и контроля эксплуатации всех потенциально опасных объектов, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожароопасные, взрывоопасные, химические, биологические и другие вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации [1].

Перечень потенциально опасных объектов, расположенных на территории Томской области и находящихся под контролем отдела, в настоящее время содержит более 200 наименований. На каждый подобный объект в отделе составляется контрольно-наблюдательное дело (КНД), содержащее распоряжения (приказы), акты проверок со всеми приложениями, а также, в случаях выявления нарушений, копии постановлений по делу об административном правонарушении, вынесен-

ных должностными лицами органов надзора, предписаний по устранению нарушений.

Принимая во внимание, что количество потенциально опасных объектов постоянно увеличивается, подобный учет, без сомнения, целесообразно вести при помощи современных информационных технологий. В частности, разработка и внедрение информационной технологии электронного регламента деятельности отдела способно освободить специалистов отдела от большей части трудоемкой работы.

В общих чертах электронный регламент деятельности можно рассматривать как «...совокупность содержательного описания процесса административной деятельности в форме электронного документа и неразрывно взаимосвязанного с ним формального описания этого процесса, поддержанного программной системой» [2].

Внедрение информационной технологии электронного регламента деятельности отдела государственного надзора позволит автоматизировать следующие задачи:

- учет потенциально опасных объектов;
- подготовка документации для проведения проверки. Согласно ФЗ РФ от 8 августа 2001 г. № 134 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» мероприятия по контролю проводятся на основании распоряжений (приказов) органов государственного контроля (надзора);
- составление графика проведения плановых проверок на потенциально опасных объектах. На каждом из подобных объектов плановая проверка должна проводиться не чаще раза в два года;
- обработка результатов проведения проверки. Регистрация составленных актов, предписаний, протоколов об административном правонарушении;
- контроль исполнения выданных предписаний;
- подготовка отчетности отдела.

Поскольку отдел государственного надзора является структурным подразделением главного управления МЧС России по Томской области, ему, как любой государственной структуре, приходится регулярно отчитываться о результатах работы перед вышестоящими органами. Отчеты, предоставляемые отделом, в большинстве своем имеют произвольный характер. Например, один из основных отчетов – сведения об административно-правовой деятельности отдела. Данный отчет содержит информацию о выданных специалистами отдела протоколах об административных правонарушениях, информацию о вынесенных постановлениях суда, о наложенных предупреждениях и штрафах, с раз-

делением на статьи Кодекса РФ об административных правонарушениях [3]. Сейчас при составлении подобных отчетов сотрудникам отдела приходится анализировать вручную большое количество документов.

Кроме этого, немаловажной задачей является внедрение механизма упреждающего контроля, при котором сотрудники отдела заблаговременно ставятся в известность о необходимости проведения проверок потенциально опасных объектов.

Решение поставленных задач можно осуществить путем разработки и внедрения информационной технологии ведения электронного регламента. Технология разрабатывается в трехзвенной архитектуре, с использованием технологий Java EE – набора спецификаций и соответствующей документации для языка Java, описывающей архитектуру серверной платформы.

Спецификации детализованы таким образом, чтобы обеспечить переносимость программ с одной реализации платформы на другую. Основная цель спецификаций – обеспечить масштабируемость приложений и целостность данных во время работы системы. J2EE во многом ориентирована на использование ее через Web как в Интернете, так и в локальных сетях.

Web-уровень системы реализуется при помощи Java-технологий JSF и Seam [4]. В качестве сервера приложений используется JBoss AS 4.2.2, при этом он может быть без труда заменен на любой другой сервер приложений, реализующий спецификации Java EE 5. Также, благодаря использованию объектно-реляционного отображения, разрабатываемая система является независимой от выбора системы управления базами данных (СУБД). Сейчас используется свободно распространяемая СУБД MySQL, однако, подкорректировав всего одну строку конфигурационного файла, ее можно изменить на другую реляционную СУБД.

Следуя тенденциям последнего времени о переходе государственных структур на свободное программное обеспечение, все компоненты, используемые при разработке системы, являются свободно распространяемыми.

Внедрение информационной технологии электронного регламента деятельности отдела позволит переложить большинство рутинных задач сотрудников на информационную систему, обеспечив повышение качества исполнительской дисциплины и повышение уровня контроля за потенциально опасными объектами на территории Томской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные задачи главного управления МЧС России по Томской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kchs.tomsk.gov.ru>, свободный.

2. Вылегжанин О.В. Электронные административные регламенты [Электронный ресурс]. Ижевск: Центр высоких технологий, 2007. Режим доступа к сайту: <http://www.htc-cs.ru/initiative/e-government/reglaments.htm>, свободный.
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. М.: Эксмо, 2006. 320 с.
4. The Java EE 5 Tutorial [Электронный ресурс]. Sun Microsystems, 2007. Режим доступа к сайту: <http://docs.sun.com/app/docs/coll/1343.6>, свободный.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ

О.В. Лыскова, студентка 5-го курса, каф. АОИ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-408-75-66, LyskovaOV@mail.ru

С развитием технологий перед многими производственными компаниями стоит острый вопрос о внедрении той или иной технологии. Рынок данного сегмента на сегодняшний момент очень насыщен различными программными продуктами, которые не только имеют разнообразные функциональные возможности, но также в основе своей строятся на абсолютно разных технологиях. Самое главное, без чего не удастся начать внедрение любой информационной технологии, — это доказательство перед руководством предприятия инвестиционной привлекательности проекта.

Смысл внедрения автоматизации очевиден для любой более или менее прогрессивной компании, которая желает конкурировать на рынке своего сегмента. К виду данных компаний можно отнести Ремонтно-механический завод (РМЗ). РМЗ ориентирован на выпуск нестандартного оборудования, оснастки, инструмента и запасных частей для подразделений комбината и сторонних организаций, а также на проведение монтажных и ремонтно-строительных работ по капитальному ремонту и капитальному строительству зданий и сооружений. Стоит отметить, что узким местом в данном виде производства является управление конструкторской и технологической документацией.

Решаемую проблему обозначим как создание автоматизированной информационной системы управления конструкторской и технологической документацией, отвечающей современным потребностям завода и использующей новые информационные технологии. Целью создания автоматизированной информационной системы является повышение эффективности: сокращение временных затрат, повышение каче-

ства оперативной обработки, сокращение перерасхода материально-технических ресурсов (за счет ликвидации дублирующих заказов), объединение пользователей в единую информационно-вычислительную сеть, совершенствование механизма управления, повышение надежности хранения информации (за счет использования электронного документооборота).

Оценивая современные системы, стоит отметить, что любые информационные системы, в том числе и такие системы управления, как ERP, SCM, CRM или PLM, применяются для повышения эффективности конкретной области деятельности. При этом даже весьма обобщенное перечисление контуров управления, где задействуются эти системы, может показать, что системы ERP, CRM и SCM повышают эффективность в определенных областях своей целевой направленности и при этом не оказывают прямого влияния на разрабатываемую и выпускаемую продукцию. Целевой направленностью систем PLM являются непосредственно выпускаемые изделия. В нашем случае выпускаемое изделие – это документ PLM-технология управления жизненным циклом изделий, организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. Данная система позволит иметь информацию о состоянии любого документа в любой момент времени.

Российский рынок PLM-решений показывает ежегодный рост в 20–40%. Но в абсолютном выражении цифры очень малы. В Сибирском регионе до сих пор можно говорить только о единичных проектах объемом до \$100–400 тыс. Развитие рынка тормозят как высокая стоимость решения (стоимость лицензий находится в пределах от 150 до 300 тыс. руб.), так и отсутствие понимания преимуществ PLM-решений руководством сибирских предприятий. В отличие от общемировой ситуации в России случаи, когда PLM-системы внедряют интеграторы, довольно редки. В Сибирском регионе заводы предпочитают внедрять PLM-решения самостоятельно. Основной причиной становится отсутствие бюджета. И действительно, предлагаемые продукты на рынке имеют огромные функциональные возможности, отсюда вытекает и стоимость. Создание системы собственными силами будет намного экономнее и позволит учесть конкретные потребности Ремонтно-механического завода.

Что касается средств разработки системы, то предпочтение можно отдать в качестве системы управления базами данных СУБД Oracle, в качестве базового программного системного и сетевого обеспечения Windows NT/XP и Windows 2000/2003 Server, в качестве основного

пакета для обработки данных MS Office с использованием Delphi, в зависимости от решаемых функциональных задач.

В заключение хочется сказать, что была решена очень важная задача выбора не только применяемой технологии, но и способа, и средств реализации. Стоит отметить, что выбор был сделан опираясь, на потребности Ремонтно-механического завода, на возможности предложений рынка Сибири, на развитие мировых технологий. В итоге данная информационная система управления конструкторской и технологической документацией впитает в себя самую прогрессивную технологию PLM, которая позволяет охватить процессы всего жизненного цикла изделия, а за счет создания самостоятельного продукта, будут учтены не только конкретные потребности, но и уменьшен объем инвестиций.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UML ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭЭГ

Д.Н. Насыртдинов, студент 5-го курса, В.В. Марченко, аспирант

г. Томск, ТПУ, каф. прикладной математики т. +7-906-947-65-77,

depeche@sibmail.com

Проектирование программных систем, состоящих из нескольких модулей, к каждому из которых указывается ряд требований, требует тщательной проработки их внутреннего устройства и взаимодействия. Логичным представляется разделение работы над каждым модулем или подсистемой по отдельным исполнителям. При такой коллективной разработке важно не потерять идеи и наработки каждого из участников проекта, а также иметь возможность взглянуть как в целом на проект, так и на отдельные его составные части.

Для решения описанных выше задач уже давно и достаточно успешно применяются CASE-средства [1] (сокр. от англ. Computer-Aided Software Engineering – проектирование программного обеспечения с использованием компьютера). Их использование, разумеется, не исключает творческий труд программистов при разработке новых решений, но направляет его в конструктивное русло.

Основным описательным средством при этом является язык UML (англ. Unified modeling language – унифицированный язык моделирования), позволяющий разработчикам достигнуть соглашения в графических обозначениях для представления общих понятий и больше сконцентрироваться на проектировании и архитектуре [2, 3].

Под проектированием программного обеспечения понимается сложный и зачастую непоследовательный процесс, в общем виде состоящий из следующих этапов:

- выделение требований к программному комплексу;
- определение круга пользователей и всевозможных вариантов их взаимодействия с программной системой;
- выделение из предметной области наиболее значимых объектов, их свойств и функций;
- определение правил взаимодействия объектов между собой.

При разработке реальной системы перечисленные этапы выполняются в произвольной последовательности, причем каждый по несколько раз по мере выяснения новых деталей.

Процесс выделения требований к программному комплексу происходит, как правило, при непосредственном общении с заказчиком и пользователями системы, а также при изучении документации по данной предметной области. В результате формируется документ, который в начале работы можно назвать техническими требованиями и который затем уточняется, доходя до состояния технического задания на разработку [4].

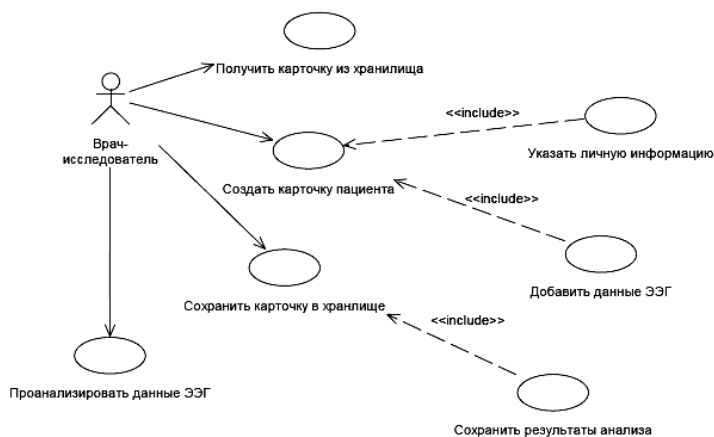


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования для врача-исследователя с использованием зависимостей

Очерчивание круга пользователей и вариантов их взаимодействия помогает определить и сформулировать задачи, для решения которых предназначена программа. Данный процесс в UML формализуется с помощью диаграмм использования [1–3] (рис. 1).

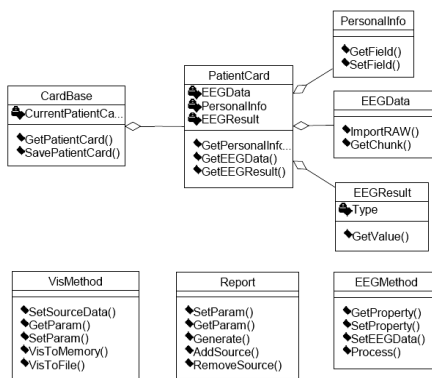


Рис. 2. Диаграмма классов с указанием атрибутов и методов

Объекты предметной области отражаются на диаграмме классов [1–3] программной системы, а их свойства и функции становятся, соответственно, атрибутами и методами классов. Пример диаграммы классов для нашего программного комплекса приведен на рис. 2.

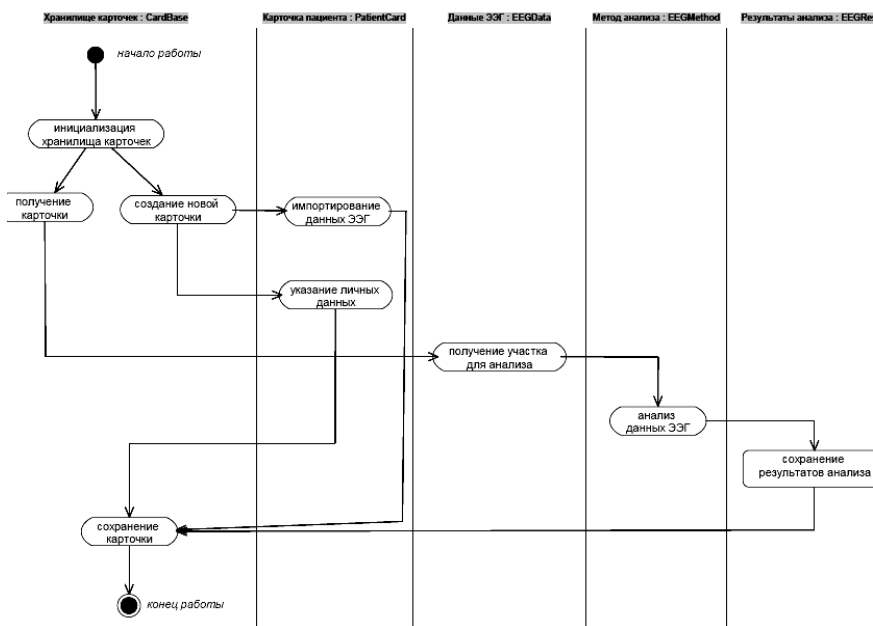


Рис. 3. Диаграмма активности для врача-исследователя при анализе ЭЭГ

Диаграмма классов позволяет описать разрабатываемую систему в статике, без указания процессов взаимодействия между классами. Для формализации динамики работы комплекса в UML существуют диаграммы активности и кооперации [1–3]. Пример диаграммы активности представлен на рис. 3.

Благодаря применению языка UML, удалось получить четкую картину разрабатываемого программного комплекса, которая позволит избежать возможных фундаментальных ошибок при его программной реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леоненков А.В. Учебная программа по курсу «Визуальное моделирование в среде IBM Rational Rose 2003» ВУЗ. М., Интернет-университет информационных технологий – <http://www.intuit.ru/department/se/ibmrrose/>
2. UML – статья из свободной энциклопедии «Википедия» <http://ru.wikipedia.org/wiki/UML>
3. Бабич А.В. Учебная программа по курсу «Введение в UML» ВУЗ. М., Интернет-университет информационных технологий – <http://www.intuit.ru/department/se/intuml/>
4. ГОСТ 19.201–78 (СТ СЭВ 1627–79). Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕПАРТАМЕНТА ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

***Е.С. Павинич, аспирант каф. АОИ, П.В. Сенченко, к.т.н., доцент
г. Томск, ТУСУР, evgen@ms.tusur.ru***

Автоматизация бизнес-процессов, характерных для органов исполнительной власти в Российской Федерации, в настоящее время имеет повсеместный характер. Основной целью внедрения новых информационных технологий в этой сфере в первую очередь является повышение производительности труда сотрудников и оптимизация их деятельности. Перед руководителем государственных учреждений при этом возникает проблема выбора информационных систем, максимально полно отвечающих требованиям и задачам, решаемым в этих учреждениях. Для этого, как минимум, необходимо определить перечень необходимых функций, которые должны выполнять такие системы.

Рассмотрим основные процессы, подлежащие автоматизации на примере Департамента по управлению государственной собственностью Томской области (далее – Департамент, ДУГС). Формальное представление регламента деятельности сотрудников способствует, полному описанию основных функциональных задач, решаемых Де-

партаментом. Прежде всего следует отметить, что «...департамент является уполномоченным исполнительным органом государственной власти Томской области в сфере управления и распоряжения государственным имуществом Томской области, земельными участками, находящимися в собственности Томской области, и иными земельными участками, право распоряжения которыми предоставлено Томской области, при этом департамент в своей деятельности руководствуется рядом договоров и документов РФ и Томской области» [1].

Можно выделить следующие основные задачи, в выполнении которых заключается основная деятельность сотрудников департамента:

- ведение Реестра государственного имущества Томской области (под Реестром понимается информационная система, представляющая собой государственную базу данных, содержащую перечни объектов учета и сведения о них);
- учет земельных участков, находящихся в собственности Томской области;
- ведение договоров аренды государственной собственности;
- формирование отчетности в вышестоящие и профильные организации и комитеты.

Схема взаимодействия департамента с элементами внешней среды представлена на рис. 1.

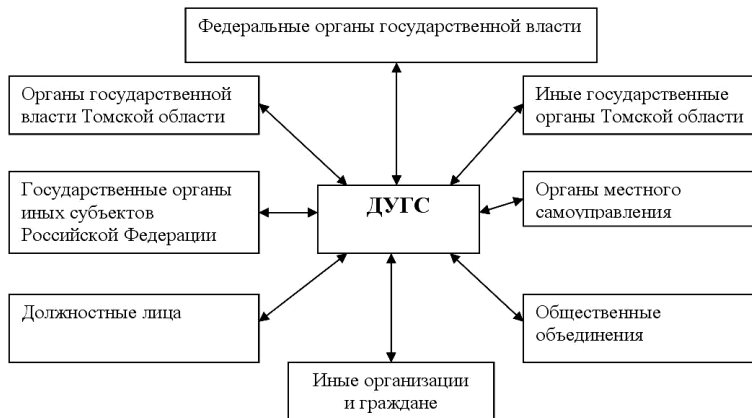


Рис. 1. Схема взаимодействия департамента с внешней средой

Для решения всех задач определен четкий регламент их выполнения, описанный в должностных инструкциях сотрудников департамента. В частности, выделены следующие функции ведения Реестра:

1. Ведение учета имущества, находящегося в государственной собственности Томской области (в том числе акции, доли, пай, вклады).

2. Учет изменений данных о юридических лицах и объектах учета.
3. Принятие/исключение объектов из областной собственности.
4. Принятие отчетной информации от областных организаций.
5. Выявление фактов сокрытия имущества и его незаконного списания.
6. Расчет амортизации в соответствии с классификатором амортизационных отчислений.
7. Анализ финансового состояния предприятий на основании отчетных данных (баланс, отчет о финансовых результатах).
8. Расчет тенденции изменения финансового состояния областных предприятий.
9. Составление сводных отчетов по результатам финансово-хозяйственной деятельности организаций.
10. Формирование отчета о движении основных средств.

Следует отметить, что здесь представлен далеко не полный перечень функций. При этом для выполнения каждой из них определены в соответствии с регламентом нормативные сроки. Очевидна необходимость организовать информационную поддержку следующих процессов:

- процесса ведения Реестра государственного имущества Томской области (учет объектов имущества);
- процесса ведения учета обязательств при работе с объектами учета: заключение, изменение, прекращение договоров (аренды, безвозмездного пользования, доверительного управления, купли-продажи, мены и др. государственного имущества Томской области) и контроля исполнения обязательств по ним;
- процесса приватизации объектов учета и работы с ценными бумагами;
- информационного учета показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятий, учреждений и хозяйственных обществ с участием Томской области;
- процесса учета земельных участков, оформления вещных и обязательственных прав на земельные участки и обеспечения контроля исполнения обязательств по договорам аренды на земельные участки.

Составление детальной спецификации на приобретаемую (или разрабатываемую) информационную систему на основе формального представления регламента деятельности сотрудников департамента ставит своей целью учесть все необходимые функциональные задачи, которые должна решать такая система. Внедрение новых информационных технологий в департаменте способствует повышению качества исполнительской дисциплины сотрудников департамента – специали-

стов, от деятельности которых напрямую зависит увеличение доходов областного бюджета, оптимизация структуры областной государственной собственности, привлечение инвестиций в Томскую область.

ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о Департаменте по управлению государственной собственностью Томской области [Электронный ресурс]. Томск: [б.и.], 2008. Режим доступа к сайту http://tomsk.gov.ru/ru/rule/structure/department_management_state_ownership, свободный.

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

А.С. Сычев, студент 4-го курса, каф. ЭМИС

г. Томск, ТУСУР

Проблемам образования в современном мире уделяется большое внимание, так как неуклонно растет спрос на высококвалифицированных специалистов, появляются новые профессии, а качество подготовки специалистов не всегда удовлетворяет работодателей. Следовательно, встает проблема повышения качества и эффективности учебного процесса.

Одной из форм повышения эффективности обучения являются электронные обучающие системы. Электронные обучающие системы – это комплекс методических и программных средств, который предназначен для изучения отдельного предмета и обычно включает вопросы и задачи для самоконтроля и проверки знаний, а также обеспечивает обратную связь.

Для пополнения базы данных системы учебниками можно использовать другие обучающие системы. Для правильного обмена требуется стандартизация. Стандарт – это формат, утвержденный признанным институтом стандартизации или принятый предприятиями отрасли де-факто в качестве образца. Наличие стандартов важно для любого пользователя информационных технологий, так как именно благодаря стандартизации каждый пользователь может комбинировать оборудование и программы различных производителей в соответствии со своими индивидуальными потребностями. Если единый стандарт отсутствует, то пользователь должен ограничиваться устройствами и программами лишь одного производителя. Стандартизации подлежат как оборудование, так и программное обеспечение, в частности, программы, используемые в электронном обучении. К наиболее распространенным стандартам в сфере электронного обучения относятся следующие: IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers (Институт

электротехники и электроники), AICC – Airline Industry Computer Based Training Committee (Международный комитет по компьютерному обучению в авиации), ADL – Advanced Distributed Learning (Продвинутое распределенное обучение), ARIADNE (Консорциум АРИАДНА), SCORM – Sharable Content Object Reference Model (Модель обмена учебными материалами).

Для создания ЭОС был выбран язык XML (англ. *eXtensible Markup Language* – расширяемый язык разметки). Формат XML основан на международных стандартах, стало быть он решает вопросы стандартизации. Этот язык, в отличие от PDF, является бесплатным и, в отличие от HTML не ограничен только стандартным набором тэгов.

На данном этапе реализации электронных обучающих систем решаются проблемы создания системы для самоконтроля. Данная система должна содержать вопросы, варианты ответов (выбираемые в случайном порядке), а также осуществлять проверку выбранных пользователем вариантов ответов. Помимо этого, необходимо хранить статистическую информацию и допустить возможность использования открытых вопросов (без вариантов ответа). Также нужно исключить возможность просмотра пользователем правильных ответов, чтобы результаты усвояемости материала не были искажены.

Данная система должна помогать пользователям проверить, насколько хорошо они знают материал; отправлять результаты преподавателю; вести статистику, чтобы следить за тем, как проходит обучение в целом; направлять в плохо изученные части учебника или предложить новые учебники или энциклопедии, если данный учебник усваивается плохо. Также система должна поощрять хорошие результаты, чтобы пользователю было приятней с ней работать.

Для реализации системы тестирования был выбран язык серверных скриптов PHP. PHP-скрипты выполняются на сервере, а клиенту передается результат его работы. Преимущество этого метода состоит в том, что у пользователя не хранятся правильные ответы, стало быть, это исключает возможность списывания. Еще один немаловажный плюс состоит в том, что с появлением новых баз с вопросами у пользователя нет нужды приобретать эти базы, так как они обновляются на сервере.

Базы с вопросами были созданы на СУБД (системе управления базами данных) MySQL, так как эта система управления достаточно проста, нетребовательна к ресурсам, а также бесплатна.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА К ДАННЫМ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НАСТОЛЬНЫХ БД

Д.П. Вагнер, аспирант каф. ЭМИС

г. Томск, ТУСУР, adios@lenta.ru

Использование баз данных в организациях и на предприятиях различного уровня на сегодняшний момент является одним из условий эффективной работы. При этом настольные БД, несмотря на, казалось бы, «слабую» на фоне клиент-серверных аналогов функциональность, также находят свое применение и в качестве основной информационной системы организации, и как универсальное вспомогательное хранилище данных, управляемое внешними приложениями. Однако при этом многие из функций управления конфиденциальностью, целостностью данных, решения проблемы сбоев и восстановления должны реализовываться непосредственно при разработке информационной системы. Например, вполне актуальной может стать задача периодического автоматизированного резервного копирования данных при возникновении каких-либо сбоев в работе БД либо проведения различных профилактических работ с БД.

Одной из таких задач является проблема автоматического восстановления базы данных MS Access при работе в многопользовательском режиме. Дело в том, что повреждение файла базы данных MS Access может явиться следствием различных факторов: прерывание операции записи, неисправное сетевое оборудование и т.п. [1].

При решении данной проблемы одной из главных задач являются выбор технологии доступа к БД и реализация функций определения сбоя БД и последующего ее восстановления.

На сегодня наиболее распространенными и популярными являются следующие технологии: Data Access Objects (DAO), Open Database Connectivity (ODBC), OLE DB и ADO.

Data Access Objects (DAO) – интерфейс программирования процессора базы данных Microsoft Jet, который поддерживает доступ к файлам формата MDB(Microsoft Access) и к источникам данных ISAM. В DAO для восстановления поврежденной базы данных используется функция RepairDatabase(), в качестве параметра которой необходимо указать лишь местоположение поврежденной БД.

К преимуществам DAO можно отнести тот факт, что она является фактически «родной» для многих файл-серверных источников данных (Access, FoxPro, Paradox). Однако поддержка клиент-серверных источников данных не является достаточно эффективной, что связано скорее не с технологией DAO, а с архитектурой Microsoft Jet. С 2001 г. ком-

пания Microsoft официально прекратила развитие и поддержку технологии DAO (Jet).

ODBC – это открытый интерфейс доступа к базам данных. Стандартный ODBC интерфейс обеспечивает высокую степень универсальности приложения – один и тот же код применяется для взаимодействия с различными типами СУБД, кроме того, ODBC является низкоуровневым интерфейсом, что позволяет говорить о более эффективном в плане быстродействия доступе к данным.

Архитектура ODBC имеет четыре основных компонента:кладная программа, менеджер драйверов, драйвер и источник(и) данных. Менеджер драйверов является динамически связанной библиотекой (DLL), которая загружает драйверы для источников данных различных типов, обеспечивая общую точку входа в функции ODBC для всех этих драйверов. Сами драйверы принимают вызовы функций и взаимодействуют с источниками данных после установления соединения с ними.

Для соединения с источником данных используется функция SQLConnect, в которой одним из параметров является имя источника данных (DSN). В случае невозможности соединения с базой данных функция возвращает значение SQL_ERROR. Восстановление базы данных происходит с помощью функции SQLConfigDataSource, в которой для описания используемого драйвера задается строка – «Microsoft Access Driver (*.mdb)» [2].

OLE DB представляет собой программный интерфейс для доступа к различным источникам данных, таким как реляционные и нереляционные данные, текстовые, графические и географические данные, файловая система, бизнес-объекты. В спецификации OLE DB определен набор COM-интерфейсов, инкапсулирующих различные сервисы управления данными и предоставляющих однотипный доступ к перечисленным выше данным.

В OLE DB не существует специального метода для восстановления поврежденной БД. Однако метод Compact интерфейса JetCompact, который производит сжатие и оптимизацию базы данных, также одновременно выполняет процедуру восстановления. Данный метод отличается тем, что при его использовании необходимо указать имя файла, в который будет сохранена восстановленная БД.

Технология ADO – высокоуровневый программный интерфейс для доступа к OLE DB-интерфейсам. Он позволяет манипулировать данными с помощью любых OLE DB-провайдеров. ADO содержит набор объектов, используемых для соединения с источником данных, для чтения, добавления, удаления и модификации данных. В ADO используется метод CompactDatabase интерфейса JetEngine, который

осуществляет упаковку и оптимизацию базы данных с одновременным ее восстановлением.

Таким образом, при разработке программного комплекса автоматического восстановления базы данных MS Access возможно применение любой из рассмотренных технологий. Однако использование каждой из них связано с определенными трудностями при реализации. Так, например, технология DAO на сегодняшний момент считается «устаревшей», к тому же слабая поддержка клиент-серверных решений сильно сказывается на универсальности приложения. Технология ADO, наоборот, отлично реализует поддержку как реляционных, так и нереляционных источников данных, что позволяет говорить об универсальном доступе, однако все эти достоинства относятся к технологии OLE DB, а ADO, являясь надстройкой более высокого уровня, лишь использует их, заметно проигрывая в скорости. Технологии OLE DB и ODBC в данном случае являются наиболее оптимальным вариантом, объединяя в себе свойства универсальности и эффективности, к тому же интерфейс ODBC является еще и кроссплатформенным и с успехом работает и в Windows, и в UNIX/Linux, и в MacOS. Сравнивая OLE DB и ODBC, стоит отметить тот факт, что изначально компанией Microsoft развивалась и поддерживалась технология ODBC, завоевавшая большую популярность среди разработчиков, однако в настоящее время ей на смену пришла более универсальная и к тому же полноценно объектно-ориентированная OLE DB. Тем не менее в случае использования данных технологий в рамках решаемой задачи выбор одной из них лежит целиком на личных предпочтениях и опыте разработчика, поскольку функции и методы, в общем и целом, одинаково эффективны и равнозначны при использовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Восстановление поврежденной базы данных Access 2002 или более поздней и устранение неполадок в ее работе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://support.microsoft.com/kb/283849/>, свободный.

2. Сигнор Р., Стегман М.О. Использование ODBC для доступа к базам данных: Пер. с англ. М.: БИНОМ; Научная книга, 1995. 384 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ НАПОЛНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

***Г.Ю. Васильченко, студент 4-го курса, каф. ЭМИС
г. Томск, ТУСУР, т. +7-903-915-79-58, lumi@sibmail.com***

Проблемам образования в современном мире уделяется большое внимание, так как неуклонно растет спрос на высококвалифицированных специалистов, появляются новые профессии, а качество подготов-

ки специалистов не всегда удовлетворяет работодателей. В то же время количество необходимой информации стремительно растет, но значительно увеличить продолжительность обучения не представляется возможным. Следовательно, встает проблема существенного повышения качества и эффективности учебного процесса. Одной из форм повышения эффективности обучения являются электронные обучающие системы.

Электронные обучающие системы – это комплекс информационных методических и программных средств, который предназначен для изучения отдельного предмета и обычно включает вопросы и задачи для самоконтроля и проверки знаний, а также обеспечивает обратную связь.

Реализация принципов, вложенных в определение ЭОС, подразумевает создание графического отображения содержимого печатного издания. Для этой цели используется язык XML. Он удовлетворяет стандартам IMS – Instructional Management Systems (Системы организации обучения).

XML (Extensible Markup Language) – это язык разметки, описывающий целый класс объектов данных, называемых XML-документами. Этот язык используется в качестве средства для описания грамматики других языков и контроля над правильностью составления документов. Сам по себе XML не содержит никаких тэгов, предназначенных для разметки, он просто определяет порядок их создания.

За недолгое время своего официального существования язык XML привлек к себе уже достаточно много внимания со стороны разработчиков и пользователей Интернет. Сегодня количество приверженцев этой новой технологии возрастает очень стремительно. Несмотря на то, что XML очень молод (международная организация W3C (*World Wide Web Consortium* – Консорциум Всемирной паутины) утвердила спецификацию «Extensible Markup Language (XML) 1.0» в начале февраля 1998 г.) и отдельные компоненты этого языка находятся еще в стадии доработки, уже сегодня появляются новые языки, созданные на основе XML, возникают многочисленные Web-серверы, использующие эту технологию для организации хранящейся на них информации.

Язык XML, помимо данных, подразумевает еще и наличие таблицы стилей. Таблица стилей – это набор правил, устанавливающих общий вид документа. Указания по форматированию, выраженные средствами языка XSL, составляют XSL-таблицу, с помощью которой XML-документ преобразуется в HTML-страницу, отображаемую браузером. Удобство использования XSL-таблиц состоит в том, что они никак не влияют на данные, а влияют только на их графическую интерпретацию.

Таким образом, создается общий шаблон, описывающий структуру, которому должны соответствовать все учебные пособия. При реа-

лизации такого подхода одной из самых проблемных задач является автоматизированное приведение всех экземпляров ЭОС к виду, соответствующему разработанному шаблону, т.е. анализ структуры входного файла на основе его форматирования и генерация отформатированного, согласно заданной структуре, файла на выходе. А так как за общепринятое приложение для разработки электронных версий учебных пособий мы берем Microsoft Office Word, эта задача многократно усложняется.

Структура файла формата Word очень сложна и содержит множество избыточной информации для нас, такой как размеры полей, межстрочные интервалы и т.д. Обработка файлов, имеющих текстовый формат, куда проще, к тому сам Microsoft Office позволяет сохранять документы в сторонних форматах, таких как RTF и XML, что снимает проблему конвертации данных.

Обработанная информация будет выходить в двух направлениях:

1. Формируется XML-документ, содержимое которого выводится автору, чтобы он мог предварительно просмотреть результат обработки его учебного пособия. Это делается для предотвращения ошибок.

2. Обработанная информация заносится в базу данных (БД) посредством механизма Open DataBase Connectivity (ODBC). ODBC позволяет единообразно оперировать с разными источниками данных, отвлекаясь от особенностей взаимодействия в каждом конкретном случае, что дает возможность не задумываться о БД, используемой в том или ином случае.

В работе изучаются пути создания программного комплекса парсинга документов, проблемы, связанные с несоответствием входного файла разработанному шаблону, генерацией перекрестного словаря терминов и обеспечения ссылочной целостности.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УЧЕТ МАТЕРИАЛОВ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАВОДА»

***И.М. Юмаева, студентка 5-го курса, каф. АОИ**
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-411-82-08, irusya86@mail.ru*

В настоящее время объем поступающей и обрабатываемой информации на предприятиях становится все больше, в связи с этим на обработку информации затрачивается все большее количество времени. Поэтому организации стараются свести обработку данных «вручную» к минимуму, тем самым автоматизировать процесс обработки данных.

Ремонтно-механический завод ориентирован на выпуск нестандартного оборудования, оснастки, инструмента и запасных частей для подразделений и сторонних организаций, поэтому необходимо автоматизировать учет материалов.

Основной целью работы является реализация автоматизированной информационной системы «Учет материалов». Автоматизированная информационная система предназначена для хранения информации по движению материалов на складах, о характеристиках материалов, а также для получения различной отчетной информации для предоставления различным подразделениям комбината.

На Ремонтно-механическом заводе учет материалов, с одной стороны, является извечным источником различных проблем для руководства предприятия, а с другой – одной из самых трудоемких областей, требующих к себе постоянного внимания. В связи с этим разрабатываемая система поможет повысить качество обработки данных в системе управления производством, повысить надежность хранения информации за счет использования электронного документооборота, а также сократить временные затраты на обработку информации.

В настоящее время все большее количество предприятий не могут обойтись без автоматизированных систем. Они стараются найти решения, максимально соответствующие правилам их предприятия. Поэтому для разработчиков самое сложное – это построить единую систему, которая будет удовлетворять требованиям сотрудников различных подразделений.

Разработка информационных систем включает в себя несколько этапов. Однако всегда начальным этапом создания системы является изучение, анализ и моделирование деятельности предприятия для возможного улучшения и оптимальных методов работы, которые и будут реализованы в создаваемой системе.

Для Ремонтно-механического завода система учета материалов спроектирована при помощи таких программных продуктов, как ERWin и BPWin. На первых этапах была построена функциональная модель при помощи BPWin, в которой были рассмотрены функции системы «Учет материалов», некоторые функции были декомпозированы, т.е. функции были рассмотрены более конкретно. BPwin является мощным средством моделирования и документирования бизнес-процессов. Этот продукт использует технологию моделирования IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) – наиболее распространенный стандарт, который принят для моделирования бизнес-процессов. Диаграммы IDEF0 наглядны и просты для понимания, в то же время они формализуют представление о работе системы.

Следующим этапом проектирования была разработка концептуальной и физической моделей при помощи программного продукта

ERWin, который не только лучший инструмент для проектирования баз данных, но и средство для их быстрого создания. ERwin оптимизирует модель в соответствии с физическими характеристиками целевой базы данных. В отличие от других инструментальных средств, ERwin автоматически поддерживает согласованность логической и физической схем и осуществляет преобразование логических конструкций.

В ходе изучения данной предметной области было получено полное представление о разрабатываемой системе. Ремонтно-механический завод занимается разработкой материалов и инструментов для подразделений и сторонних организаций, поэтому система будет хранить полную информацию о материалах, сотрудниках, заказчиках и непосредственно о самих заказах (заявках). Заказы могут быть как от подразделений, так и от сторонних организаций. Если заказ поступил от подразделений, т.е. внутри завода, тогда этот материал либо берется со склада, либо подается запрос поставщикам. Если же заявка поступает от сторонних организаций, тогда сначала эта заявка должна быть одобрена руководством, далее проходит те же этапы, что и заказ подразделения.

Исходя из производственно-технической структуры РМЗ, разрабатываемая система должна строиться на технологии клиент–сервер (СУБД Oracle).

Факторами, определившими выбор Oracle в качестве используемой СУБД, явились:

- отсутствие необходимости в расширенных возможностях предоставляемых другими СУБД;
- поддержка языка структурированных запросов SQL;
- простота работы в СУБД;
- простота транспортировки БД.

В качестве среды разработки прикладной программы будет использована среда программирования Borland Delphi 7 вследствие простоты как написания программ, так и работы с БД, используя специальные компоненты.

Среда разработки Borland Delphi 7.0 является наиболее приемлемым выбором для реализации данной системы вследствие того, что ее интерфейс совместим с любой версией Windows и она включает в себя несколько важнейших принципов:

- наличие мощных средств для работы с базами данных и файлами;
- скорость исполнения;
- удобство реализации.

Если разрабатываемая автоматизированная информационная система будет соответствовать всем поставленным требованиям, тогда с помощью этой системы упростится принцип ведения учета материалов. Будут сокращены временные затраты на обработку информации,

повысится качество обработки информации, т.е. будет почти исключен человеческий фактор. Вся бумажная информация будет перенесена в электронный вид, тем самым повысится надежность хранения этой информации.

АИС ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Т.С. Жданова, студентка 5-го курса, каф. АОИ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-424-53-99, www.zhdanovats@mail.ru

Основными целями данной работы являются:

- проектирование автоматизированной информационной системы гидравлического расчета инженерных сетей, отвечающее современным потребностям эксплуатирующих предприятий и использующее новые информационные технологии;
- реализация алгоритма гидравлического расчета инженерных сетей.

Инженерные сети осуществляют централизованное снабжение рассредоточенных потребителей электрической и тепловой энергией, топливом, водой или какой-нибудь другой транспортируемой средой. В настоящее время они приобрели и продолжают приобретать все возрастающее значение в инфраструктуре городского хозяйства. Спектр объектов, представляющих в совокупности инженерную сеть, весьма широк и разнообразен [1].

Одним из свойств функционирующей сети является то, что процесс транспортировки по инженерной сети описывается вектором. В связи с этим для представления каждого уровня сети удобно использовать ориентированный граф. В качестве метода обхода графа был взят обход графа в глубину. Алгоритм поиска описывается следующим образом: для каждой непройденной вершины необходимо найти все непройденные смежные вершины и повторить поиск для них.

Постановка задачи

Дана инженерная сеть, структура которой представлена графом $W = \{U, G\}$, где U – множество вершин графа; G – множество ребер графа; U – множество некоторых элементов $u \in U$, причем каждый элемент u_i имеет отношение с одним или несколькими элементами другого множества G .

Множество вершин графа U может быть представлено в виде объединения двух непересекающихся множеств объектов $U = U_1 \cup U_2$, где U_1 – множество источников сети; U_2 – множество потребителей сети.

Множество ребер графа G может быть представлено в виде объединения трех непересекающихся множеств объектов $G = G_1 \cup G_2 \cup G_3$,

где G_1 – множество трубопроводных участков сети; G_2 – множество участков сети, представленных насосами; G_3 – множество участков сети, представленных регуляторами давления или расхода.

Требуется построить модель установившегося потокораспределения. Для построения данной модели требуется определить значения характеристик, которыми обладают объекты инженерной сети. К ним относятся определение давления P в узлах потребителей сети U_1 , определение доли расхода Q в узлах источниках U_2 , а также нахождение скорости v , расхода Q , потерь напора h и направления течения жидкости в трубопроводных участках.

В качестве известных параметров вершин сети U будем считать: давление P в источниках сети U_1 , расход Q у потребителей сети U_2 . У множества ребер G_1 известны диаметр, длина, коэффициент эквивалентной шероховатости, количество параллельно проложенных участков, два коэффициента местных сопротивлений (коэффициент сопротивления в автомодельной по числам Рейнольдса области течения, эмпирический коэффициент). Множество G_2 представляется тремя точками, отображающими зависимость давления от расхода: $Q_1, P_1; Q_2, P_2; Q_3, P_3$. Множество регуляторов G_3 представляется типом регулятора, условным диаметром входного отверстия корпуса регулятора, коэффициентом пропускной способности регулятора при полностью открытом клапане, регулируемым параметром регулятора (Q – для регуляторов расхода, P – для регуляторов давления).

Вопросы математического описания и моделирования электротехнических и гидравлических систем имеют несомненную общность ряда исходных физико-математических положений. С появлением ЭВМ необходимость в систематизации известных и использовании новых методов, а также в различных обобщениях стала особенно острой.

Методы расчета можно разбить на три основные группы: метод Ньютона, градиентные методы и методы нелинейного программирования. Анализ и сравнение различных подходов и методов потокораспределения приводят к выводу о явной предпочтительности методов, реализующих итерационный процесс Ньютона и его модификаций.

Данному методу присуща линеаризация системы уравнений на каждом шаге вычислительного процесса, которая позволяет эффективно использовать особенности топологической структуры расчетной схемы сети. Это резко снижает размерность системы уравнений, которую фактически надо решать? и дает возможность для компактного представления и обработки исходной и промежуточной информации. Методы контурных расходов и узловых давлений являются совокупностью эффективных приемов сетевой реализации метода Ньютона и вычислительных методов линейной алгебры [2].

Общая схема методики расчета

1. Составление уравнений по ребрам графа, отражающих зависимость потерь напора от расхода: $h = aQ^2 + bQ + c$. Получение коэффициентов a , b , c для:

- а) трубопроводных участков;
- б) насосов;
- в) регуляторов.

2. Расчет полученной системы уравнений модифицированным методом поузлового давлений.

3. Вычисление алгоритма расчета регуляторов (при условии наличия регуляторов в системе).

Функции АИС гидравлического расчета инженерных сетей

Программный комплекс предназначен для моделирования задач потокораспределения в водопроводной сети. В АИС гидравлического расчета инженерных сетей были реализованы следующие функции:

- получение, редактирование и сохранение данных о параметрах объектов сети;
- определение направления движения в сети;
- обеспечение доступа к имеющейся информации в БД о сетях и параметрах объектов сети, просмотр данных;
- обработка исключительных ситуаций и корректное описание возникающих ошибок;
- расчет характеристик сети.

В результате проделанной работы была изучена предметная область расчета прямой задачи потокораспределения, создана база данных на MySQL сетей с характеристиками, описывающими параметры водопроводной сети, реализован алгоритм сбора сети для расчета, реализован алгоритм составления уравнений трубопроводных участков, алгоритм гидравлического расчета модифицированным методом Ньютона. Алгоритмы реализованы в виде приложения на Java 5.0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимов А.Г., Тевяшев А.Д. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях. Харьков: Вища школа, 1980. 144 с.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

В.В. Жданова, студентка 4-го курса, каф. ЭМИС

г. Томск, ТУСУР, т. 8-962-781-20-56, eternity_aoi@sibmail.com

В современном мире все больше и больше внимания уделяется разработке и внедрению в учебный процесс инновационных методов и средств обучения, использующих новейшие информационные технологии. Одним из таких средств являются электронные обучающие системы.

Электронные обучающие системы (ЭОС) – это комплекс информационных, методических и программных средств, который предназначен для изучения отдельного предмета и обычно включает не только текстовую информацию, как в обычном учебнике, но и графическую и звуковую информацию, для лучшего усвоения знаний, вопросы и задачи для самоконтроля и проверки знаний, а также обеспечивает обратную связь.

Для разработки электронных обучающих систем был выбран язык XML. Этот язык является рекомендацией консорциума World Wide Web W3C, а также IMS Global Learning Consortium.

Использование языка XML удовлетворяет потребности, возникающие при разработке электронного учебника, а в дальнейшем и библиотеки электронных учебников. Использование XML может обеспечить такие возможности, как: структурированное отображение информации, встраивание графической и звуковой информации, разработка и встраивание системы контроля знаний, а также возможности ведения учета и статистики наиболее усваиваемой и неусваиваемой информации, по результатам которой можно давать рекомендации как обучающемуся, так и составителю обучающей программы. Наличие такой обратной связи позволяет максимально улучшить индивидуальную работу с каждым обучающимся.

Расширить возможности электронных обучающих систем может создание библиотеки ЭОС. Библиотека электронных обучающих систем позволяет вести учет и статистику наиболее усваиваемой и неусваиваемой информации, по результатам которой можно давать рекомендации как обучающемуся, так и составителю обучающей программы. Создание общего словаря библиотеки позволяет осуществлять поиск термина по всей библиотеке.

Очень важную роль в любом образовательном процессе играет проверка усваивания получаемых знаний. Метод тестов, имеющий более чем вековую историю, признан в системе образования многих стран мира, включая Россию, как надежный, объективный и эконо-

мичный. Результаты тестирования поддаются количественно определенной оценке по заранее определенным критериям.

Таким образом, библиотека электронных обучающих систем предусматривает реализацию следующих возможностей:

- наличие каталога;
- наличие общего словаря, позволяющего осуществлять поиск по терминам по всей библиотеке;
- наличие перекрестных ссылок;
- хранение информации о пользователях;
- проведение систематического рубежного контроля знаний по каждой дисциплине в течение всего срока обучения;
- хранение статистических данных о числе обращений к каждой главе, дидактической единице, отдельной ЭОС;
- хранение статистических данных об усвоении материала пользователями.

Создание библиотеки ЭОС, общего словаря, системы тестирования подразумевает под собой хранение большого количества информации, организацию ее взаимосвязи, работу с ней, что делает необходимым работу с базами данных.

В качестве СУБД для проекта была выбрана MySQL. MySQL – небольшой, компактный многопоточный сервер баз данных.

В качестве преимуществ MySQL можно отметить следующее:

- MySQL является продуктом класса Open Source (открытые исходные тексты), который можно получить бесплатно;
- как правило, сервер и клиент MySQL входят в любой дистрибутив операционных систем семейства BSD (FreeBSD, NetBSD, OpenBSD) и Linux, которые используются на большинстве веб-серверов, но, при необходимости, последнюю версию MySQL для всех поддерживаемых систем (в том числе и для Windows) также можно найти на сайте компании;
- создатели с самого начала разработки этой СУБД поставили во главу угла ее быстродействие;
- связка PHP + MySQL или Perl + MySQL обеспечивают очень высокое быстродействие, которого очень трудно достичь другими средствами;
- очень хорошая связь MySQL с PHP. Поддержка MySQL входит в стандартную сборку PHP, и можно быть уверенным, что проблем обращения к серверу MySQL из PHP-скриптов не будет;
- поддержка транзакций;
- для создания запросов серверу MySQL применяется язык SQL;
- в СУБД MySQL есть собственная система защиты, которая позволяет настроить доступ к базе данных только тем, кто имеет на это

право, а также разграничить права доступа, разрешая только те операции, которые необходимы данному пользователю.

Для создания клиент-серверной версии системы библиотеки ЭОС был выбран язык серверных скриптов PHP. PHP-скрипты, в отличие от JavaScript/Jscript/VBScript, которые являются языками клиентских скриптов, выполняются на сервере, а клиенту передается результат его работы. Перечислять возможности и преимущества PHP можно очень долго, приведем лишь некоторые из них:

- продукт класса Open Source;
- PHP – универсальный язык, применимый для написания как Web-приложений, так и приложений без GUI;
- PHP имеет синтаксис, аналогичный синтаксису C;
- PHP может использоваться на всех крупных операционных системах (ОС), включая Linux;
- PHP имеет поддержку для большинства существующих Web-серверов;
- PHP может выводить изображения, PDF-файлы и даже клипы Flash (используя libswf и Ming), генерируемые на лету;
- PHP может выводить любой текст, включая XHTML, и любой другой XML-файл;
- PHP имеет предельно удобные возможности для работы с текстом;
- PHP поддерживает сложный обмен данными практически между всеми языками программирования Web.

Таким образом, использование для проекта возможностей PHP, XML и MySQL позволяет удовлетворить все потребности, возникающие при создании библиотеки электронных обучающих систем.

Результатом работы является разработанная и реализованная структура базы данных для библиотеки ЭОС в соответствии с обозначенными задачами. Также реализованы практически все обозначенные возможности.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА ВРАЧЕЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Д.С. Жданов, аспирант

*г. Томск, Томский государственный университет,
т. 565-020, D_S_Zhdanov@sibmail.com*

На сегодняшний момент, в медицинских учреждениях вся информация, необходимая для работы с пациентами, хранится и циркулирует в бумажном виде. Также при существующем положении дел мини-

мальное внимание уделяется защите информации о пациенте. Автоматизированное рабочее место (АРМ) – это программное приложение, работающее с базой данных (БД), в которой хранится информация, используемая специалистом для работы. Посредством специализированного АРМ происходит внесение, изменение, шифрация и удаление информации, хранящейся в БД.

Хранение информации в БД придает этой информации принципиально новое качество динамичности, т.е. способности к быстрой перестройке и непосредственному ее использованию в решаемых на ЭВМ задачах. Устройства автоматической печати, которыми снабжены современные ЭВМ, позволяют в случае необходимости быстро представить любую выборку из этой информации в форме представления на бумаге [2].

Врачам – узким специалистам (например, дерматолог, хирург, терапевт, гинеколог, отоларинголог и др.) приходится работать с большим объемом информации о пациенте, пришедшем к ним на прием. Такая информация, как паспортные данные пациента, данные о его страховой компании, роде деятельности, данные анамнеза, является статичной, т.е. заполняется один раз при первом посещении пациента. Также специалист должен иметь доступ к информации о прошедших осмотрах пациента и к данным различных специализированных исследований. Эту информацию врач узкой специализации использует для формирования карточки пациента и в считанные секунды может составить любой необходимый ему документ на основании информации, хранящейся в специализированной БД.

БД, с которой работает программное приложение АРМ, содержит всю необходимую для работы специалиста информацию, и в общем виде ее можно проиллюстрировать следующим образом (рис. 1).

Схема иллюстрирует взаимодействие таблиц БД одного рабочего места узкого специалиста, входящего в состав информационной сети медицинского учреждения.

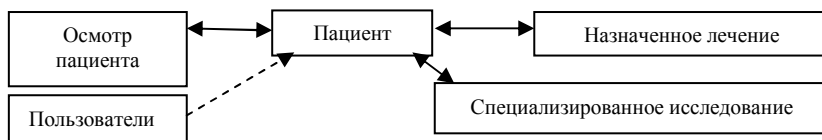


Рис. 1. Обобщенная схема АРМ

Таблица «Пользователи» содержит информацию о специалистах, имеющих доступ к рабочему месту. Права доступа для каждого специалиста жестко ограничены. Информация о специалистах и пациентах (таблица «Пациент») шифруется, чтобы избежать ее утечки. В таблицах «Пациент», «Назначенное лечение», «Осмотр пациента» и

«Специализированное исследование» хранится вся информация о пациенте, проходимых им осмотрах, назначенных курсах лечения и результатах специализированных исследований [2, 3].

В настоящее время активно развивается такое направление, как телемедицина. По сути – это удаленное консультирование врача на его рабочем месте более опытным коллегой. Консультирование происходит путем передачи информации о пациенте и, по возможности, телевизионного изображения проблемного органа либо части тела этого пациента. Передача ведется по защищенному каналу связи. В рабочие места узких специалистов встраивается модуль «Телемедицина», посредством которого специалист сможет получить консультацию либо же сам оказать помощь своему коллеге.

Также в состав рабочего места специалиста встраивается модуль «Диагностика», с помощью которого система предлагает предварительный диагноз заболевания пациента. Это помогает специалисту определиться с дальнейшим направлением обследования или лечения, так как при исследовании внутренних органов человека на их цветных телевизионных изображениях появляется большое количество бликов (объясняется тем, что при съеме изображения используется источник света, а свет, как известно, отражается от слизистой оболочки исследуемого органа). Для модуля «Диагностика» был разработан и реализован алгоритм поиска и сглаживания бликов (1). Для поиска бликов используется специальный алгоритм: анализируются значения RGB – компонент изображения и фиксируется расположение точек, в которых значения RGB-компонент больше заданного порога – это и будут «вершины бликов». Затем выполняется фильтрация изображения низкочастотным фильтром, чтобы устранить высокочастотные помехи, создаваемые видеокамерой. В качестве фильтра используется свертка с ядром в виде гауссиана $n \times n$:

$$m[i][j] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{\left(\sqrt{\left(i-\frac{n}{2}\right)^2 + \left(j-\frac{n}{2}\right)^2} - \frac{n}{2}\right)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где i, j – координаты обрабатываемого пикселя изображения; m – сглаженный пиксель на изображении; n – размер ядра свертки фильтра.

Далее происходит работа со сглаженным изображением. Выполняется операция «спуск» с этих вершин во все стороны в радиальном направлении, до тех пор, пока не уменьшается разница между значениями интенсивности соседних точек последовательности (2):

$$(p_i - p_{i-1}) \geq (p_{i-1} - p_{i-2}), \quad (2)$$

где p_i – интенсивность i -й точки в последовательности.

Новизна работы заключается в том, что созданные АРМ позволяют автоматизировать процесс обследования пациентов узкими специалистами, открывают новые возможности с помощью встроенного модуля «Телемедицина» и модуля «Диагностика», а также значительно упрощают работу с документооборотом медицинского учреждения [1, 3]. В работе также рассматриваются вопросы метрологического обеспечения и проектирования АРМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов Д.С., Липовцева Ю.Ю., Осипов А.В. Разработка и исследование программного обеспечения диагностических систем для контроля и аттестации органических материалов // Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии: Сборник статей / Под ред. Г.Е. Дунаевского и др. Томск, 2008. Т. 1. С. 193.
2. Титоренко Г.А. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 2003.
3. Zhdanov D.S. Automatic work-station development for a strictly specialized doctor with an integrated MOTDS for internals condition diagnosing // 9th International Conference «Pattern Recognition and image analysis: New information Technologies» (PRIA-9-2008); Conference proceedings. Vol. 2 / Editorial board: Yu.I. Zhuravlev, Yu.G. Vasin, R.G. Strongin et al. Nizhni Novgorod, 2008. 186 p.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

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

**СТРАТИФИЦИРОВАННАЯ СТРАТЕГИЯ ИГРЫ
В РОБОТЕХНИЧЕСКИЙ ФУТБОЛ**

*А.В. Ахаев, студент 4-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-407-19-08, alex-88@sibmail.com*

Постановка задачи. Проблема автоматического планирования поведения относится к важнейшим направлениям в искусственном интеллекте. Особенно актуальна эта проблема для объектов с высокой степенью автономности и целенаправленным поведением. В системе управления роботами-футболистами предусматривается модуль стратегии, который содержит правила поведения роботов в различных ситуациях. А так как в игре футбол важно не проиграть, то задача разработчиков состоит в выборе и реализации оптимальной стратегии поведения роботов.

Описание стратегии. В работе за основу взята стратегия игры роботов из программы-симулятора, разработанной австралийскими студентами для FIRA (аналог FIFA для роботов). В указанной программе есть две команды, их стратегии распространяются в текстовых файлах (на языке Lingo). Для работы стратегии необходимы следующие входные и выходные параметры.

Входные данные:

- координаты роботов;
- координаты мяча;
- углы поворота роботов.

Выходные данные:

- скорость правого колеса робота;
- скорость левого колеса робота.

В стратегии имеются процедуры, указанные в таблице.

Процедуры и их назначение

Процедура	Назначение
Решение об атаке	Принимается решение о движении нападающих в зависимости от положения мяча и роботов относительно друг друга
Атака	Робот атакует мяч (движется к мячу с большой скоростью, с целью забить гол)
Следование	Атакующий следует за мячом («ведет») либо следует за вторым атакующим («страхует»)
Решение о защите	В зависимости от положения мяча, защитники закрывают ворота и стараются выбить мяч на сторону противника
Вратарь	Робот защищает ворота от мяча

Нечеткие правила. Стратегия может быть реализована с использованием нечеткой технологии, в основе которой лежит база нечетких правил. Правило имеет вид

ЕСЛИ <ситуация> **ТО** <процедура>,

или

ЕСЛИ <ситуация> **ТО** <оценка>.

Здесь в описании ситуации и оценки присутствуют лингвистические переменные, значения которых представляют собой слова или суждения на естественном языке. В качестве примеров описания ситуации можно привести выражения типа «малая скорость», «большое расстояние», «спереди» и т.п. Подобные выражения можно формализовать с помощью нечетких множеств. Следует подчеркнуть, что лингвистические переменные, помимо словесных значений, имеют и численные значения – так же, как и обычные математические переменные [1].

Ниже представлены фрагменты нечетких правил двух вариантов стратегий, где принимается решение об атаке.

1-й вариант:

ЕСЛИ (($P(A1, B) = \text{слева}$) и $P(A2, B) = \text{слева}$)

и (($D(A1, B) = \text{большое расстояние}$)

или ($D(A2, B) = \text{большое расстояние}$))

ТО ЕСЛИ ($D(A1, B) < D(A2, B)$)

ТО Атака (A1)

Следование(A2, A1)

ИНАЧЕ Атака (A2)

Следование (A1, A2)

ИНАЧЕ ЕСЛИ $P(A1, B) = \text{слева}$

ТО Атака (A1)

Следование(A2, A1)

ИНАЧЕ ЕСЛИ $P(A2, B) = \text{слева}$

ТО Атака (A2)
Следование(A1, A2)
ИНАЧЕ Следование(A1,B)

Следование(A2, A1),

где B – мяч; $A1, A2$ – атакующие роботы; $P(X, Y)$ – положение объектов X и Y относительно друг друга {слева, справа, выше, ниже...}; $D(X, Y)$ – расстояние между объектами X и Y {большое расстояние, маленькое расстояние ...}.

2-й вариант:

ЕСЛИ ((D = маленькое расстояние) или (P = спереди)
или (A = маленький угол) или (O = угол не существует))

ТО (S = хорошее положение)

ЕСЛИ ((D = большое расстояние) или (P = сзади)
или (A = большой угол) или (O = угол существует))

ТО (S = плохое положение);

здесь D – расстояние между роботом и мячом {большое расстояние, маленькое расстояние ...}; P – положение мяча относительно робота {спереди, сзади...}; A – угол между направлением робота на мяч и направлением на центр ворот противника {большой угол, маленький угол ...}; O – угол между направлением робота на мяч и направлением робота на препятствие {угол существует, угол не существует...}; S – выгодность положения робота для совершения атаки {хорошее положение, плохое положение...}.

Первый вариант правил составлен на основе стратегии из программы-симулятора, второй – на основе работ [2, 3].

При создании нечетких правил следует оценивать достаточность их количества, непротиворечивость и наличие корреляции между ними.

В дальнейшем планируется дорабатывать и развивать базу нечетких правил, основываясь на анализе проведенных игр и их результатах, тем самым совершенствовать стратегию игры роботов-футболистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. С. 85–93.
2. Sen Gupta G., Messom C.H. Strategy for Collaboration in Robot Soccer. Singapore: Singapore Polytechnic, 1998. P. 5.
3. Ramos N., Lima P.U., Sousa J.M.C. Robot behavior coordination based on fuzzy decision-making. Portugal: Technical University of Lisbon, 2006. P. 7.

ТРИ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ

П.А. Дудин, аспирант АОИ

г. Томск, ТУСУР, т. 413-482, klassik86@mail.ru

Нечеткие системы и проблемы. При моделировании сложных систем и процессов исследователи часто сталкиваются с невозможностью построения аналитической модели изучаемого объекта, либо слишком большой сложностью такой модели, либо отсутствием достаточного опыта для построения экспертных систем, либо недостаточностью экспериментальных данных для статистического моделирования. Решением проблемы может быть переход от аналитических или статистических моделей к нечетким. Нечеткая модель может быть построена либо на основе знаний эксперта, либо на основе наблюдаемых данных, либо на совместном использовании знаний и данных. Построение нечеткой системы (НС) выполняется в несколько этапов: экспертное оценивание, идентификация структуры и идентификация параметров. В данной работе представлены три алгоритма выполняющей параметрическую идентификацию НС. Таковыми являются дискретный (ДАМК), непрерывный (НАМК) и прямой алгоритмы муравьиной колонии.

Дискретный алгоритм. Классический алгоритм муравьиной колонии (АМК) – процедура дискретной оптимизации, в то время как параметры функций принадлежности (ФП) меняются непрерывно. Переход от непрерывной оптимизации к дискретной осуществляется посредством построения полного ориентированного графа поиска решения, количество вершин в котором определяется точностью нахождения значений параметров. Из каждой вершины выходят дуги с равномерно распределенными значениями нормированных параметров ФП входных переменных. Во все вершины графа равномерно распределяются муравьи. Цель муравья в задаче идентификации параметров нечеткой системы – посетить столько вершин, сколькими параметрами задается ФП. Пометки дуг, по которым прошел муравей, будут являться найденным им решением.

Каждая лингвистическая переменная описана несколькими ФП. Муравьи в алгоритме делятся на колонии. Каждая колония муравьев отвечает за нахождение параметров своей ФП.

Количество фермента, наносимого на дуги, пропорционально качеству решения, чем меньше ошибка вывода нечеткой системы, выполненного на выбранных параметрах, тем больше фермента наносится на дуги.

Непрерывный алгоритм муравьиной колонии. В АМК для дискретной оптимизации при выборе очередной дуги, муравей «руководствуется» дискретным распределением вероятности.

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

В НАМК используется ФПВ с Гауссовым ядром [1]. Каждому i -му параметру соответствует свое Гауссово ядро, $i = 1, \dots, n$, n – число настраиваемых параметров нечеткой модели. Каждая функция $G^i(x)$ описывается тремя векторами: ω – вектор весов, связанных с индивидуальными Гауссовыми функциями, μ^i – вектор математических ожиданий, и σ^i – вектор среднеквадратичных отклонений. Количество элементов всех этих векторов равно числу функций Гаусса, составляющих Гауссово ядро.

В НАМК вводится понятие архива решений. Архив решений представлен таблицей, в которой k строк. Каждая строка представляет собой найденное муравьем решение $s_i = \{s_i^1, s_i^2, \dots, s_i^n\}$, ошибку НС $f(s_i)$ и вес решения ω_i .

Следует отметить, что, как и в ДАМК, муравьи в НАМК делятся на колонии, каждая из которых отвечает за нахождение параметров своей ФП. У каждой колонии свой независимый архив решений.

Прямой алгоритм муравьиной колонии. В прямом алгоритме муравей «отвечает» за вычисление значений закрепленного за ним параметра, поэтому муравьев в алгоритме столько, сколько параметров нечеткой модели. Каждый i -й муравей создает свое решение, генерируя нормально распределенное действительное число $N(\mu_i, \sigma_i)$. В алгоритме используются два вида феромонов: первый связан с центрами нормальных распределений $\mu = \|\mu_1, \dots, \mu_N\|$, второй с разбросом $\sigma = \|\sigma_1, \dots, \sigma_N\|$.

После того как муравьи нашли решения, определяется испарение феромона. Далее происходит нанесение феромона.

Особенностью прямого алгоритма муравьиной колонии является включение в него простейшего локального поиска, состоящего из двух этапов: на первом значение параметра нечеткой системы θ_j увеличивается с заданным шагом до значения $\theta_j + d_j$, на втором этапе значение параметра уменьшается до значения $\theta_j - d_j$.

Значения этих параметров передаются в нечеткую систему в качестве новых значений параметров ФП. Вычисляется ошибка и лучшее решение текущего шага. Глобальное лучшее решение запоминается.

Для преодоления локальных минимумов в алгоритме введен параметр конвергенции. Если коэффициент конвергенции становится меньше критического значения cf_c , то вектор σ возвращается в начальное состояние.

Эксперименты. Суть эксперимента заключалась в аппроксимации нечеткой системой следующей тестовой функции: $f(x_1, x_2) = x_1 * \sin(x_2)$. Входные переменные описаны пятью нечеткими термами. База содержит 25 нечетких правил. Термы заданы треугольными ФП. Критерием аппроксимации является средняя абсолютная ошибка вывода.

Были исследованы прямой АМК, ДАМК и НАМК. Для каждого из алгоритмов были произведены 30 опытов при неизменных параметрах алгоритма. На рис. 1 представлены средняя динамика изменения ошибки и лучшие результаты оптимизации.

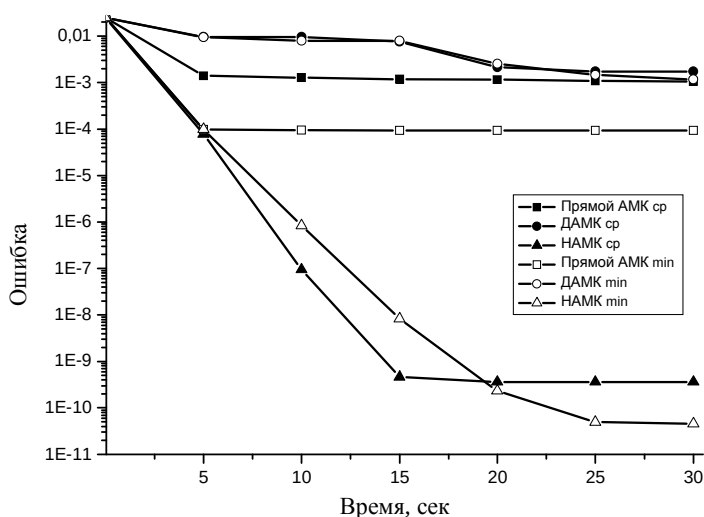


Рис. 1. Результаты экспериментов прямого АМК, ДАМК и НАМК

Результаты эксперимента показали, что эффективность непрерывного алгоритма выше по сравнению с остальными алгоритмами. Эффективность и скорость прямого алгоритма немного выше классического алгоритма муравьиной колонии.

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.

НЕЧЕТКИЙ АППРОКСИМАТОР АТМОСФЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

*Д.В. Эпштейн, студент, 5-го курса, А.В. Лавыгина, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, т. 414-701, epshteyndv@mali.ru*

Постановка задачи. В настоящее время человечество имеет огромные возможности для изучения окружающей среды. Над Землей постоянно находятся спутники, которые осуществляют замеры температуры в различных слоях атмосферы. Однако данные, снимаемые спутником, дискретны в пространстве и представляют собой сетку значений (например, $2,5 \times 2,5$). В случаях, когда требуются значения температур между точками замеров, должны быть использованы методы пространственной интерполяции.

Целью выполнения данной работы являются построение системы нечеткой аппроксимации атмосферных температурных полей и анализ влияния параметров системы на точность аппроксимации.

Работа с базой NCER. В качестве источника данных для построения системы служит база атмосферных температурных полей NCER, которая основана на стандарте хранения и работы с научными данными netCDF.

NetCDF (Network Common Data Form) – это интерфейс, позволяющий создавать, получать доступ и распространять ориентированные на массивы (array-oriented) данные в форме, которая включает в себя внутреннее описание и легко переносима. Программное обеспечение netCDF включает в себя интерфейсы для таких языков как C, Fortran 77, Fortran 90 и C++.

В работе реализован интерфейс для языка C#. Он представляет собой класс, который импортирует функции библиотеки netcdf.dll, а также классы-обертки для работы с некоторыми типами значений.

Для поиска нужных данных в базе разработан алгоритм, который можно представить в виде следующей последовательности шагов:

Шаг 1. Открыть файл базы данных и получить его идентификатор.

Шаг 2. Получить идентификаторы всех размерностей.

Шаг 3. Получить идентификаторы всех переменных.

Шаг 4. Считать данные всех переменных.

Шаг 5. Найти индексы искомых величин.

Шаг 6. По найденным индексам получить искомые значения.

Разработанная связка интерфейс–алгоритм может быть использована для получения значений из любых баз данных, структура которых сходна с NCER. Интерфейс, разработанный для языка C#, является универсальным и может легко применяться для работы с любыми другими базами формата netCDF вне зависимости от их структуры.

Нечеткая аппроксимация. Аппроксимация осуществляется с помощью нечеткой системы типа сиглтон. База правил состоит из m правил, каждое из которых имеет вид:

Правило i : **ЕСЛИ** ШИРОТА есть FA_j и ДОЛГОТА есть FB_k , **ТО**
ТЕМПЕРАТУРА = RC_i ,

где ШИРОТА и ДОЛГОТА – входные переменные; ТЕМПЕРАТУРА – выходная переменная; FA_j и FB_k – функции принадлежности (ФП), определенные на переменных ШИРОТА и ДОЛГОТА соответственно; RC_i – вещественное значение температуры.

Задача сводится к определению значения ТЕМПЕРАТУРЫ (T_0) по заданным значениям ШИРОТЫ ($Ш_0$) и ДОЛГОТЫ ($Д_0$).

Процедура вывода может быть описана следующим образом:

1. *Фазификация:* находятся значения функций принадлежности для предпосылок каждого правила: $A_1(Ш_0)$, $A_2(Ш_0)$, ..., $A_n(Ш_0)$, $B_1(Д_0)$, $B_2(Д_0)$, ..., $B_n(Д_0)$.

2. *Логический вывод:* находятся числа $\alpha_1 = A_1(Ш_0) \wedge B_1(Д_0)$, $\alpha_2 = A_1(Ш_0) \wedge B_2(Д_0)$, ..., $\alpha_m = A_n(Ш_0) \wedge B_n(Д_0)$.

3. *Композиция:* находится значение выходной переменной по формуле

$$T_0 = \sum_{i=1}^m \alpha_i * C_i \Bigg/ \sum_{i=1}^m \alpha_i.$$

Для эффективной работы нечеткой системы необходима настройка ее параметров. Для этой цели в работе используется генетический алгоритм.

Генетический алгоритм. Кодирование хромосомы для задачи настройки параметров ФП производится следующим образом. В нулевой ген помещается ошибка аппроксимации, остальные гены соответствуют параметрам нечеткой системы. На рис. 1 представлена структура хромосомы, соответствующей треугольным ФП, где a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} – нормированные значения параметров i -го терма j -й переменной; t – количество термов переменной [1].

Ошибка	a_{11}	b_{11}	c_{11}	a_{12}	b_{12}	...	a_{2t}	b_{2t}	c_{2t}
--------	----------	----------	----------	----------	----------	-----	----------	----------	----------

Рис. 1. Схема строения хромосомы

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

Программная реализация. В качестве средства реализации был выбран язык C# и платформа Microsoft.NET.

Программа имеет графический интерфейс, главная форма которого содержит поля для выбора параметров системы (рис. 2). Интерфейс отображает изменения функций принадлежности для широты и долготы в реальном времени. Результат работы системы указывается в окне лога. Данные по ошибкам и температурам в точках проверки сохраняются в текстовый файл.

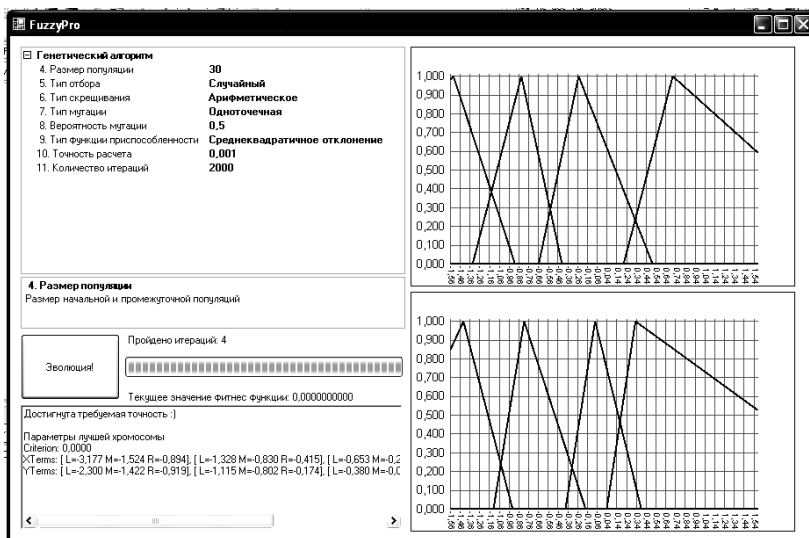


Рис. 2. Интерфейс системы

Закключение. Результатом данной работы стала система, которая позволяет аппроксимировать данные температурных полей. Система включает в себя нечеткую модель, генетический алгоритм и интерфейс для доступа к базе данных. Объектно-ориентированная реализация позволяет наиболее просто дополнять программу новыми возможностями и улучшать уже существующие. Выбор в качестве средства реализации платформы.NET дает возможность удобного использования компонентов системы в других проектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходашинский И.А., Дудин П.А., Лавыгина А.В. Биоинспирированные методы параметрической идентификации нечетких моделей // Доклады Томского гос. университета систем управления и радиоэлектроники. 2007. № 2(16). С. 81–92.

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА НА НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЯХ

А.В. Гладков, студент 3-го курса, каф. АОИ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-808-22-08, bob298@sibmail.com

Постановка задачи. В данной работе рассмотрена задача построения классификатора на основе нечеткого отношения.

Нечеткое отношение – взаимосвязь двух или более предикатов на множестве от 0 до 1.

Спецификация классификатора на основе нечетких отношений учитывает анализ и обучения классификатора, и результата классификации для неизвестных образцов. В обучении классификатора выделяют два шага [1]:

1. Исследовательский анализ данных с помощью нечеткой кластеризации [2]. На данном шаге генерируется нечеткая матрица разбиения, которая строится отдельно для каждого отдельного опыта на основе алгоритма вычисления расстояния по Хаммеру.

2. Построение логического отношения между структурами, найденными в предыдущем шаге, и метками класса.

Основным отличием такого классификатора от других является его полностью автоматизированная работа.

Настройка классификатора осуществляется путем изменения допустимого для попадания в кластер расстояния [1]. Чем оно больше, тем больше точек попадет в кластер, тем сильнее изменится нечеткая матрица весов.

Алгоритм. На основе представленной схемы был разработан алгоритм построения нечеткого классификатора:

Вход: обучающая выборка, тестовая выборка, количество параметров выборки, количество классов выборки.

Выход: рабочий классификатор.

Блок 1: Тренировка классификатора.

Шаг 1: Все элементы из выборки размещаются в пространстве с количеством мер, равным количеству параметров выборки.

Шаг 2: На основе расстояния формируются кластеры.

Шаг 3: Формирование нечеткой матрицы весов до идеальных представителей классов.

Блок 2: Тестирование классификатора.

Шаг 1: Все элементы из тестовой выборки размещаются в то пространство, где уже размещена учебная выборка.

Шаг 2: Создание нечеткой матрицы весов от элементов тестовой выборки до идеальных представителей кластера.

Шаг 3: Расчет массива нечеткого отношения тестовых точек к существующим классам.

Шаг 4: Выборка максимального значения из весов для каждой точки.

Блок 3: Настройка классификатора.

Шаг 1: Проверка классификации тестовой выборки с уже известными значениями.

Шаг 2: Если классифицировано с необходимой точностью – классификатор готов к работе. Если нет, то изменяется расстояние для классификации и повторяется блок 2 и 3.

Программная реализация. На основе выбранного алгоритма было разработано приложение.

Входные данные:

- 1) три типа выборки: учебная, тестовая, рабочая;
- 2) количество параметров выборки;
- 3) допустимое расстояние;
- 4) количество классов.

Непосредственная работа приложения:

- 1) генерация нечеткой матрицы разделения;
- 2) постройка логического отношения между структурами, найденными в предыдущем шаге;
- 3) распределение выборки по классам;
- 4) тестирование обученного классификатора на тестовой выборке.

Выходные данные: классифицированная рабочая выборка.

Главная форма приложения представлена на рис. 1.

Классификатор на основе нечеткого отношения

Меню Настройки Выход

Допустимые расстояния:

Параметр 1: 0.1

Параметр 2: 1

Параметр 3: 1

Параметр 4: 1

Классифицированные объекты

Класс 1: 43

Класс 2: 58

Класс 3: 49

Тренировка

Тестирование

Классификация

Закреть

Рис. 1. Главная форма

Эксперимент. Был проведен эксперимент по классификации ирисов [2]. Входные данные: 3 класса ирисов (по 50 штук в каждом виде), 4 типа, учебная выборка (30 ирисов), тестовая выборка (150 ирисов).

После работы с тестовой выборкой была определена точность классификатора: 86% ирисов, относящихся к первому классу, были определены правильно; 100% ирисов, относящихся ко второму классу, были определены правильно; 98% ирисов, относящихся к третьему классу, были определены правильно.

Анализ полученных результатов. Проведенный эксперимент выявил ряд недостатков алгоритма. В дальнейшем планируется использование метода кластеризации по принципу *c*-средних, а также вычисление нечеткой матрицы разделения с более глубоким использованием расстояния между элементами выборки, что позволит увеличить точность работы алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cai W., Chen S., Zhang D. Robust fuzzy relational classifier incorporating the soft class labels // Pattern Recognition Letters. 2007. Vol. 28. P. 2250–2263.
2. Gustafson D.E., Kessel W.C. Fuzzy clustering with a fuzzy covariance matrix / Proc. IEEE CDC. San Diego, 1979. P. 761–766.
3. UCI repository of machine learning databases.
<http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ

*И.В. Горбунов, студент 3-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, noby2010@rambler.ru*

Постановка задачи. Важнейшая проблема, возникающая при построении нечетких классификаторов на основе базы правил, связана с настройкой антецедентов и консеквентов нечетких правил, имеющих следующий вид:

R_i : If $x_1 = A_{1i}$ and $x_2 = A_{2i}$ and $x_3 = A_{3i}$ and...and... $x_n = A_{ni}$
then class = Class_id_j, $w = wes_i$

где $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ – вектор признаков классифицируемого объекта; A_{ki} – нечеткий терм, характеризующий k -й признак в i -м правиле; Class_id_j – идентификатор j -го класса, $j \in [1; m]$; wes_i – вес правила или уровень доверия i -му правилу, $wes_i \in [0; 1]$.

Для каждого правила необходимо подобрать вектор $\mathbf{T} = \{t_{11}, t_{12}, t_{13}, \dots, t_{1z}, t_{21}, \dots, t_{2z}, \dots, t_{n1}, \dots, t_{nz}\}$ размерности $n \times z$, где z – количество параметров у функции принадлежности определенного вида.

В данной работе для формирования базы правил предложен алгоритм пчелиной колонии (АПК).

Описание алгоритма. Идея алгоритма взята из модели поведения пчел при поиске мест, где можно добыть как можно больше нектара. Сначала из улья вылетает в случайном направлении какое-то количество пчел-разведчиков, которые пытаются отыскать участки, где есть нектар. Через некоторое время пчелы возвращаются в улей и особым образом сообщают остальным, где и сколько они нашли нектара. После этого на найденные участки отправляются рабочие пчелы, чем больше на данном участке предполагается найти нектара, тем больше рабочих пчел летит в этом направлении. А разведчики улетают искать другие участки, после чего процесс повторяется [1].

Алгоритм пчелиной колонии для настройки классификатора

Вход. Учебная выборка, количество параметров образцов n , количество классов m , количество пчел разведчиков s , количество рабочих пчел на каждый параметр o , количество правил, рассматриваемых за лучшим l , число генерируемых алгоритмом правил k .

Выход. Оптимальная база правил для классификации.

Шаг 1. В пустую базу правил помещается m правил. Номер обрабатываемого класса j устанавливается в единицу.

Шаг 2. Строятся случайным подбором s векторов $\mathbf{T}$ для j -го класса, исходя из диапазона допустимых значений по каждому признаку, а также ограничений накладываемым видом функции принадлежности.

Шаг 3. Правило $d = 1 \dots s$ добавляется в конец базы правил. На полученной базе вычисляется оценка правильного распознавания $h_d = (\text{количество правильно распознанных} - \text{количество ошибок в распознавании})$ на основе учебной выборки. После этого правило из базы исключается.

Шаг 4. Для правила с лучшей оценкой распознавания ведется поиск локального экстремума по алгоритму прямого поиска подбором значения вектора $\mathbf{T}$. На поиск отводится $o \cdot n$ шагов. То есть создается пробное правило на основании вектора $\mathbf{T}$, включается в конец базы, по базе также вычисляется оценка правильного распознавания, после оценивания пробное правило из базы исключается.

Шаг 5. Для последующих l правил после лучшего по оценке эффективности из полученных на *шаге 2* также проводится поиск локального экстремума подбором значения вектора $\mathbf{T}$, но на поиск отводится $(o-2) \cdot n$ шагов.

Шаг 6. Правило с максимальной оценкой эффективности из всех ранее полученных помещается в базу. Алгоритм повторяется с *шага 2* для следующего класса, пока в базу не будет помещено k правил или качество работы классификатора на учебной выборке не достигнет 100%. Если номер класса j превышает m , то *шаг 2* выполняется для

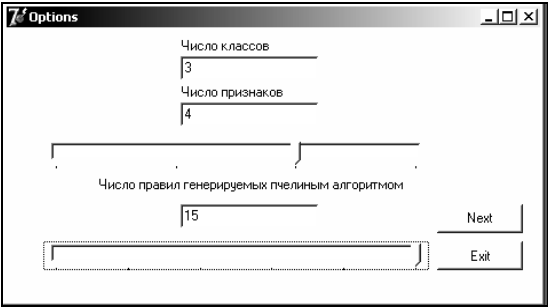
первого класса. Правила, повторяющие те, что уже присутствуют в базе, из рассмотрения исключаются.

Веса каждого правила задаются равными единице.

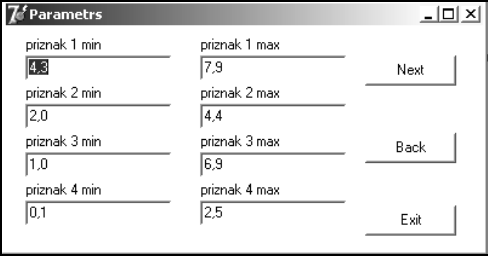
Программная реализация. Данный алгоритм реализован в программной среде Delphi и состоит из трех модулей. В первом модуле (Options) пользователь задает количество классов, число признаков, число правил, которое будет генерироваться алгоритмом пчелиной колонии. Во втором модуле (Params) задается диапазон по каждому признаку. Третий модуль служит для вывода результатов работы. Формы приложения представлены на рис. 1.

Эксперимент. В данной работе в качестве учебной выборки рассматривалась классическая тестовая выборка ирисов [2]. Используется 150 образцов ирисов трех сортов ($m = 3$), по 50 образцов каждого сорта, у каждого ириса известны четыре параметра ($n = 4$). Использована функция принадлежности треугольного вида.

Процент правильной классификации равен 91,3–98,66. Параметры алгоритма: число пчел разведчиков $s = 5$, рабочих пчел на каждый параметр $o = 5$, количество рассматриваемых правил за лучшим $l = 3$, число генерируемых алгоритмом правил $k = 15$.



а) Основные параметры классификации



б) Интервалы изменения каждого признака

Рис. 1. Формы приложения

Анализ полученных результатов. Для дальнейшего увеличения качества распознавания целесообразно или наращивать число правил (этот подход будет сильно увеличивать трудоемкость метода), или использовать еще один добавочный шаг к алгоритму – финальный подбор весов этим же алгоритмом пчелиной колонии (плюсы и минусы данного подхода еще не очевидны, так как не было проведено экспериментов). Также необходимо оценить работу алгоритма на других видах функций принадлежности и других тестовых данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karaboga D., Basturk B. On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm // *Applied Soft Computing*. 2008. Vol. 8. P. 687–697.
2. UCI repository of machine learning databases.
<http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>

СЖАТИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*Н.А. Корнев, Д.С. Синьков, студенты 4-го курса
г. Томск, ТУСУР, express@sibmail.com*

В работе представлено описание способа сжатия изображений с использованием аппарата нечеткой логики [1].

Любое растровое изображение представляет собой массив пикселей, каждый из которых описывается вектором параметров (X, Y, R, G, B) , где X, Y – координаты пикселя; R – красная компонента пикселя; G – зеленая компонента пикселя; B – синяя компонента пикселя.

Суть способа сжатия заключается в синтезе нечетких систем для составляющих цвета, по которым будет восстановлено исходное изображение. При этом хранение параметров занимает меньший объем памяти по сравнению с исходным изображением. На основе первоначального вектора формируются три нечеткие системы для каждой цветовой компоненты (R, G, B) .

На первом этапе структурной идентификации системы применяется алгоритм нечеткой кластеризации, на основе результатов которого формируются необходимые компоненты нечеткой системы: база правил и лингвистические переменные. На выходе алгоритма кластеризации формируются матрица, состоящая из координат центров кластеров, и матрица принадлежности наблюдаемых пикселей к кластерам.

Каждая входная переменная нечеткой системы x, y разбивается на лингвистические термы, а каждый лингвистический терм задается своей функцией принадлежности, которая формируется на основе значений центра кластеров и матрицы принадлежности.

База правил отражает взаимосвязь между входами (координатами) и выходом нечеткой системы (значение цветовой компоненты) с помощью лингвистических правил «ЕСЛИ – ТО». Каждый кластер соответствует одному правилу базы правил нечеткой системы.

Пример правила для системы, построенной для красной компоненты цвета:

ЕСЛИ $x \approx A_{1i}$ **И** $y \approx A_{2i}$ **ТО** $COLOR = r_{i3}$

x, y – входные параметры нечеткой системы;

$COLOR$ – выходной параметр нечеткой системы;

A_{1i} – i -й терм первой лингвистической переменной;

A_{2i} – i -й терм второй лингвистической переменной;

r_{i3} – значение красной компоненты координаты центра i -го кластера.

Следующий этап – параметрическая идентификация, целью которой является улучшение качества модели, а соответственно, и качества изображения. Критерием качества модели является ошибка вывода нечеткой системы. Оптимизация параметров осуществляется с помощью алгоритма роящихся частиц.

На этапе восстановления изображения на вход нечетких систем подается координата пикселя, на выходе значения – компонент цвета, в результате смешивания которых восстанавливается исходный цвет пикселя.

При исследованиях лингвистические переменные разбивались на 11 термов. Исходное изображение в формате JPG занимало 12 кб. Для хранения полученного изображения требуется 662 байта.



Рис. 1. Исходное изображение



Рис. 2. Изображение на этапе структурной идентификации



Рис. 3. Изображение после параметрической идентификации

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что данный метод сжатия зависит от количества термов лингвистических переменных и от качества работы алгоритмов оптимизации. Качество изображения можно улучшить более точной настройкой параметров (рис. 1–3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Espinosa J. Vandewalle J., Wertz V. Fuzzy logic, identification and predictive control. London: Springer-Verlag, 2005. 263 p.

СРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА И АЛГОРИТМА ЛЕВЕНБЕРГА–МАРКВАРДТА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ¹

*Д.А. Осадченко, студент 4-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, т. 8-905-992-16-87, fuzz@sibmail.com*

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование и проведение сравнительного анализа результатов решения задачи параметрической идентификации нечетких систем (НС) при помощи алгоритма фильтрации Калмана (ФК) и алгоритма Левенберга–Марквардта (ЛМ).

Параметрическая идентификация НС заключается в настройке параметров всех функций принадлежности (ФП) таким образом, чтобы ошибка выходного значения НС была минимальной на обучающей выборке. Параметры ФП можно представить в виде вектора. Например, при двух входных переменных, определенных на t термах с треугольными ФП (описываемыми тройкой параметров), вектор параметров на n -й итерации будет выглядеть следующим образом:

$$\mathbf{x}_n = [a_{11} b_{11} c_{11} \dots a_{1t} b_{1t} c_{1t} a_{21} b_{21} c_{21} \dots a_{2t} b_{2t} c_{2t}].$$

Фильтр Калмана. Процесс ФК сводится к рекурсии [1]:

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

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

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

где $h(\mathbf{x}_n)$ – нелинейная функция состояния системы, описывающая выход НС с текущими параметрами; $\mathbf{K}_n$ – матрица усиления 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 частных производных нечеткого выхода относительно параметров ФП:

$$\mathbf{H}_n^T = \left. \frac{\partial h(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} \right|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}_n}. \quad (1)$$

Алгоритм Левенберга–Марквардта. Итерации метода ЛМ проводятся по формуле, вычисляющей вектор приращения параметров на каждой итерации алгоритма [2]:

$$\mathbf{u} = -(\mathbf{J}^T \mathbf{J} + \alpha \mathbf{I})^{-1} \mathbf{J}^T \mathbf{e},$$

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 09-07-99008)

где $\mathbf{e}$ – вектор ошибок выхода НС на всех наблюдениях; $\mathbf{J}$ – якобиан (матрица частных производных), вычисляется по формуле (1); $\mathbf{I}$ – единичная матрица; α – управляющий коэффициент.

После прибавления к текущему вектору параметров вектора $\mathbf{u}$ вычисляется ошибка выхода НС. Если ошибка уменьшилась, то данное приращение принимается и управляющий коэффициент α уменьшается, иначе – вектору параметров возвращаются значения предыдущей итерации и коэффициент α увеличивается.

Результаты работы.

Тест 1. Начальное приближение параметров НС для функции $y = \sin(x_1/2\pi) \cdot \sin(x_2/2\pi)$ – равномерное распределение.

Тест 2. Для функции $y = \sin(x_1) \cdot x_2$ приближение параметров, полученное после использования алгоритма роящихся частиц.

Обе функции подразумевают вхождение двух лингвистических переменных (x_1 и x_2). Каждая переменная определена на 5 термах, описывающихся треугольными ФП. Параметры алгоритмов: для ФК матрицы шумов приняты единичными, для ЛМ начальное значение управляющего коэффициента $\alpha = 10^{-6}$. Динамика поиска решения при помощи ФК и ЛМ для первого и второго теста представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

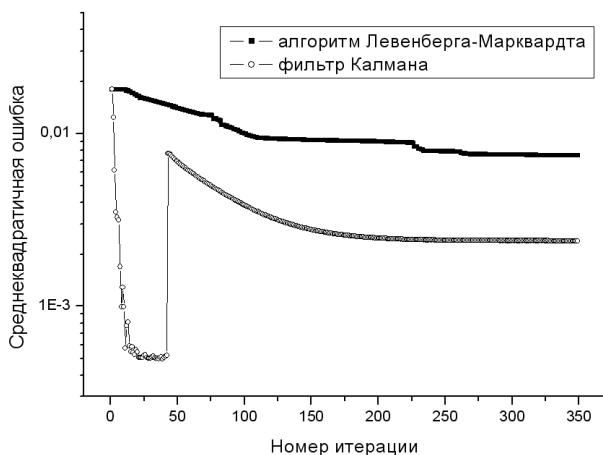


Рис. 1. Результаты теста 1

Анализ полученных результатов. Оба алгоритма основаны на производных, а поэтому детерминированы. Для ФК характерны более быстрая сходимость и нахождение более удовлетворительного экстремума. ЛМ, в свою очередь, характеризуется небольшой величиной ша-

га, нахождением локального минимума и невозможностью ухудшить результат. Необходимо отметить, что по времени одна итерация ФК значительно превышает длительность итерации ЛМ.

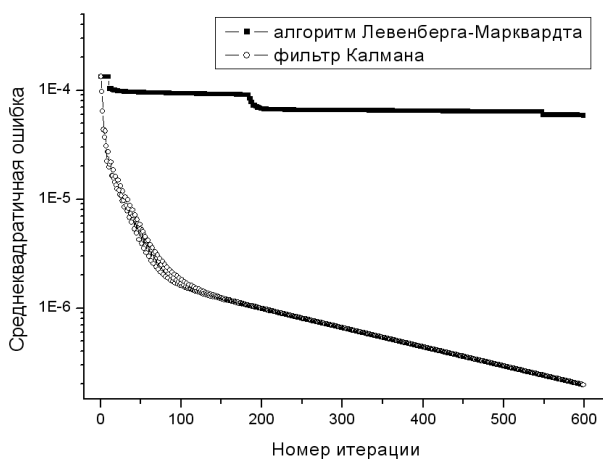


Рис. 2. Результаты теста 2

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакришнан А. Теория фильтрации Калмана: Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 168 с.
2. Mendis B.S.U., Gedeon T.D., Koczy L.T. Learning Generalized Weighted Relevance Aggregation Operators Using Levenberg–Marquardt Method // IEEE Proceedings of the Sixth International Conference on Hybrid Intelligent Systems. 2006. P. 34–39.

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА БАЗЕ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ

*О.О. Плотников, студент 5-го курса, каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, Olegus@t-sk.ru*

Постановка задачи. Один из способов решения задачи классификации – построение классификатора на основе базы нечетких правил. Создание такого классификатора подразумевает, прежде всего, построение базы правил, которая предусматривает все наборы данных из области определения входных переменных и содержит правило классификации для каждого набора [1].

Целью данной работы являются создание алгоритмов для выполнения и оптимизации этих процессов, программная реализация разработанных алгоритмов, а также проведение экспериментов для определения эффективности построенного нечеткого классификатора.

Алгоритм формирования консеквентов. Каждое правило из базы правил представляет собой совокупность набора антецедентов (посылки) и консеквента (заключения о принадлежности классу).

Алгоритм формирует консеквент правила по известным антецедентам, используя обучающую выборку.

Схема алгоритма формирования консеквентов правил

Вход: вектор нечетких значений антецедентов правила, обучающая выборка.

Выход: консеквент правила, степень доверия.

Шаг 1. Дефазификация входных значений антецедентов.

Шаг 2. Нахождение нормированных расстояний между вектором четких значений антецедентов и всеми векторами значений в записях обучающей выборки.

Шаг 3. Поиск записи в обучающей выборке, для которой найденное расстояние минимально.

Шаг 4. Присваивание переменной «степень доверия» значения минимального расстояния.

Шаг 5. Присваивание значению консеквента значения класса из выбранной записи обучающей выборки.

Алгоритм выбора лучшего правила. Алгоритм выбирает самое подходящее правило без просмотра всей базы правил. Благодаря этому построение всей базы не требуется, правила создаются по мере необходимости. Для больших объемов базы правил это позволяет значительно сократить время выполнения расчетов.

В случае, когда классифицируемый образец лежит на границе классов, легко могут происходить ошибки классификации. Данный алгоритм позволяет предотвратить часть этих ошибок, выбирая правило не только по степени принадлежности, но и по степени доверия.

Схема алгоритма выбора лучшего правила

Вход: Вектор параметров классифицируемого образца X , порог конкуренции E .

Выход: Результат классификации (элемент множества классов).

Шаг 1. Цикл по количеству входов (параметров x_i): для каждого входа поиск терма, которому он принадлежит максимально, а также второго по степени принадлежности.

Шаг 2. Для каждой пары термов: если они отличаются по степени принадлежности на значение, меньшее E , то запомнить оба терма и перейти на *Шаг 3*, иначе – на *Шаг 5*.

Шаг 3. Для каждого набора термов рассчитать консеквент соответствующего правила по алгоритму формирования консеквентов.

Шаг 4. Внести поправки в каждую степень принадлежности в зависимости от коэффициентов достоверности правил.

Шаг 5. Выбрать в качестве результата классификации консеквент правила с максимальной степенью принадлежности.

Программная реализация. Все вышеперечисленные алгоритмы были реализованы программно средствами языка Java. Создан пользовательский интерфейс, позволяющий представлять результаты классификации в наглядной и удобной для анализа форме. Для настройки параметров нечетких классификаторов использовался генетический алгоритм.

Эксперименты. Была организована серия экспериментов на типовых тестовых базах данных (БД) ирисов и вин, для каждой БД проводились эксперименты при различных значениях количества термов, процента обучающей выборки от общего размера БД (был намеренно занижен для усложнения задачи), количества итераций генетического алгоритма.

Классификация ирисов

Самая простая задача классификации, БД содержит 3 класса ирисов (*setosa*, *versicolor*, *virginica*), по 50 образцов каждый [2]. Каждый образец имеет 4 числовых атрибута. Результаты классификации представлены в табл. 1. Как видно, во всех случаях результаты достаточно высокие, в одном случае удалось добиться стопроцентной классификации.

Таблица 1

Результаты экспериментов классификации ирисов

№ п/п	Количество термов	Процент обучающей выборки, %	Количество итераций ГА	Процент правильной классификации, %
1	3	2	0	78
2	5	2	0	86
3	3	20	0	92
4	5	20	0	95
5	3	2	100	96
6	5	2	100	96
7	3	20	100	97,3
8	5	20	100	98,6
9	10	20	300	100

Классификация вин

Классификация вин – более сложная задача, БД содержит результаты химического анализа по 13 показателям 178 образцов вин, изго-

товленных из трех сортов винограда [2]. Добиться полной классификации не удалось, однако процент достаточно высок (табл. 2).

Таблица 2

Результаты экспериментов классификации вин

№ п/п	Количество термов	Процент обучающей выборки, %	Количество итераций ГА	Процент правильной классификации, %
1	3	5	0	77,5
2	10	5	0	78
3	3	30	0	92,6
4	10	30	0	94,3
5	3	5	100	82,1
6	10	5	100	84,8
7	3	30	100	97,2
8	10	30	100	98,3
9	10	30	300	99,3

В дальнейшем планируется подключить к классификатору другие алгоритмы настройки нечетких моделей и перейти к классификации реальных медицинских данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Веб-ресурс: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>
2. UCI repository of machine learning databases.
<http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>.

**АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ РОЯЩИХСЯ ЧАСТИЦ
ДЛЯ НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ**

*Д.С. Синьков, студент 4-го курса
г. Томск, ТУСУР, express@sibmail.com*

К задачам идентификации параметров нечетких систем относится нахождение оптимальных значений параметров антецедентов и консеквентов правил [1]. В работе рассмотрено решение указанной задачи при помощи алгоритма роящихся частиц (АРЧ) [2].

Алгоритм роящихся частиц – это метод поиска, основанный на итеративном взаимодействии частиц, образующих рой. Каждая частица – это решение, заданное как координаты частицы в многомерном пространстве. Перемещение частицы в пространстве поиска определяют следующие три фактора: инерция, память, сотрудничество. Инерция подразумевает, что частица не может мгновенно изменить свое направление движения. Каждая частица имеет память и хранит

свою лучшую позицию в пространстве поиска. Известна частице и лучшая позиция роя. Зная эти две позиции, частица динамически изменяет скорость согласно ее собственному опыту и опыту полета других частиц. Таким образом, движение каждой частицы задается ее лучшей позицией и ее текущей скоростью, ускорением, заданным предыдущей позицией, и ускорением, заданным лучшей частицей в рое.

Движение частиц определяют уравнения:

$$\mathbf{v}_i(k+1) = w \cdot \mathbf{v}_i(k) + c_1 \cdot \text{rand} \cdot (\mathbf{p}_i(k) - \mathbf{x}_i(k)) + c_2 \cdot \text{Rand} \cdot (\mathbf{p}_g(k) - \mathbf{x}_i(k)),$$

$$\mathbf{x}_i(k+1) = \mathbf{x}_i(k) + \mathbf{v}_i(k+1),$$

где $i = 1, 2, \dots, N$; $\mathbf{v}_i(k)$ – вектор скорости частицы i на итерации k ; $\mathbf{x}_i(k)$ – координаты частицы i на итерации k ; c_1, c_2 – эмпирические константы ускорения из интервала $[1.4, 2]$; $\mathbf{p}_i(k)$ – лучшая позиция частицы i на первых k итерациях; $\mathbf{p}_g(k)$ – лучшая позиция частицы в рое (задается индексом g) на первых k итерациях; w – эмпирический коэффициент инерции из интервала $[0.7, 1.2]$; rand, Rand – случайное число из интервала $[0, 1]$.

Обобщенный алгоритм роящихся частиц приведен ниже.

Шаг 1. Случайным образом генерируется рой, $k = 1$.

Шаг 2. Оценка каждой частицы роя путем вычисления ошибки между тестовыми и модельными значениями. Если достигнуто условие окончания работы (количество итераций, значение ошибки), то переход на шаг 5.

Шаг 3. Для каждой частицы определение ее вектора скорости $\mathbf{v}_i(k+1)$ и новых координат $\mathbf{x}_i(k+1)$.

Шаг 4. Расчет новых лучших позиций каждой частицы $\mathbf{p}_i(k+1)$. Определение частицы с лучшей позицией в рое $\mathbf{p}_g(k+1)$. $k = k + 1$; переход к шагу 2.

Шаг 5. Окончание работы.

Отличие адаптивного АРЧ в том, что параметры алгоритма изменяются в процессе поиска наилучшего решения, что позволяет динамически корректировать скорости частиц для лучшей сходимости.

Ниже приведены формулы изменения параметров алгоритма.

Изменение коэффициента инерции w

1. *Линейное уменьшение* от максимального до минимального значения:

$$w(k) = w_{\max} - \left(\frac{w_{\max} - w_{\min}}{k_{\max}} \right) k.$$

2. *Случайное изменение*, зависящее от предыдущего:

$$w(k+1) = w(k) + \alpha N(0,1),$$

где α – параметр обучения; $N(0, 1)$ – случайное число с гауссовым распределением, $t = 0$, $\sigma = 1$.

3. Случайное изменение, не зависящее от предыдущего:

$$w(k) = a + \text{rand} / 2,$$

где α – параметр, принимающий значения в интервале $[0,1; 0,75]$; rand – равномерно распределенное случайное число в интервале $[0, 1]$.

Изменение коэффициентов ускорения c_1 и c_2

1. Линейное уменьшение c_1 от максимального до минимального значения и увеличение c_2 от минимального до максимального значения:

$$c_1(k) = c_{1\max} - \left(\frac{c_{1\max} - c_{1\min}}{k_{\max}} \right) k;$$

$$c_2(k) = c_{2\min} + \left(\frac{c_{2\max} - c_{2\min}}{k_{\max}} \right) k.$$

Эксперимент. В ходе эксперимента были получены зависимости ошибки нечеткой системы от значений параметров алгоритма. На рис. 1 и 2 представлены результаты экспериментов для различных значений коэффициента инерции.

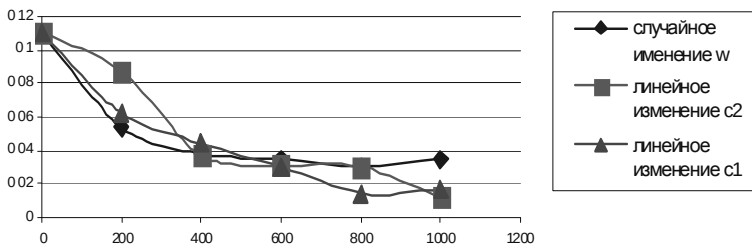


Рис. 1. Зависимость ошибки нечеткой системы от числа итераций адаптивного АРЧ при $w = 0,8$

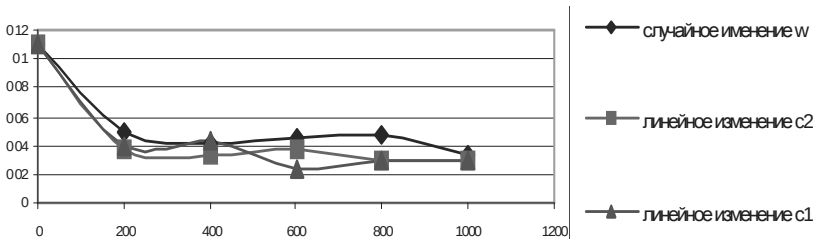


Рис. 2. Зависимость ошибки нечеткой системы от числа итераций адаптивного АРЧ при $w = 0,7$

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что адаптивный АРЧ имеет лучшую сходимость по сравнению с обычным алгоритмом, так как изменяет параметры в зависимости от хода оптимизации, что позволяет не «вязнуть» в локальных минимумах на протяжении всего хода оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Espinosa J., Vandewalle J., Wertz V. Fuzzy logic, identification and predictive control. London: Springer-Verlag, 2005. 263 p.
2. Kennedy J., Ebenhart R. Particle Swarm Optimization // Proceedings of the 1995 IEEE International Conference on Neural Networks. Perth: IEEE Service Center, 1995. P. 1942–1948.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ РОБОТОВ В РАМКАХ ПЛАТФОРМЫ РОБОФУТБОЛА

А.С. Ушаков, студент 4-го курса, АОИ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-465-41-07, ushal@list.ru

В настоящее время робототехника является одним из бурно развивающихся научно-технических направлений. РобоФутбол (RoboSocер) – это проект, предназначенный для разработки технологий, используемых для создания автономных роботов, систем технического зрения, интеллектуальных систем планирования и принятия решений.

Соревнования по РобоФутболу проводятся в нескольких лигах, отличающихся концепцией поведения роботов и, следовательно, их конструкцией. Данный проект разрабатывается на основе лиги Mirosocer. Роботы в данной лиге не имеют собственного центра принятия решений и приборов видения. Они управляются из одного центра.

Оборудование, необходимое одной команде для проведения игры, состоит из персонального компьютера, оснащенного радиомодулем, видеокамеры, устанавливаемой над полем, и пяти роботов. Игра ведется на черном прямоугольном поле 220x180 см оранжевым мячом для гольфа. Информация об игровой ситуации подается с камеры на компьютер, который принимает решение о дальнейших действиях, и затем, по радиоканалу, передает команды каждому роботу в виде пары чисел – скоростей правого и левого колес.

Проблема моделирования. Программный комплекс управления роботами должен содержать модуль работы с камерой (распознавание), модуль принятия решений (программа-стратегия, может реализовываться с использованием технологий искусственного интеллекта) и модуль работы с радиоканалом. Программе-стратегии для принятия

решения необходима не только информация об игровой обстановке на поле, поступающая с видеокамеры, но и инструменты, позволяющие предсказать поведение робота команды противника, мяча и формировать корректные команды управления собственными роботами. Таким инструментарием становится подсистема моделирования.

Задачи, выполняемые подсистемой моделирования, следующие:

1. По запросу модуля принятия решения определение вероятности нахождения робота, как своего, так и чужого, в определенном месте поля с определенной скоростью.
2. Построение траектории движения с учетом физических характеристик роботов и возможности столкновения с расчетом времени движения.

Повышение точности моделирования понижает вероятность ошибки принятия решения и, соответственно, снижает время выполнения тактики за счет устранения необходимости коррекции. Следовательно, перед построением подсистемы принятия решений необходимо построить и отладить подсистему моделирования, чтобы избежать подстройки первой подсистемы под ошибки второй. Для этого пишется модуль-заглушка, позволяющий отрабатывать различные варианты реализации моделирования, исключать незначимые факторы и выявлять необходимость ввода новых.

Направления исследований. В процессе отладки на роботах подсистемы моделирования рассматриваются следующие моменты.

Характеристики робота. Для движения робота по дуге с радиусом кривизны R скорости колес должны удовлетворять следующему отношению: $\frac{v_{\text{left}}}{v_{\text{right}}} = \frac{R+r}{R-r}$ для поворота налево и $\frac{v_{\text{right}}}{v_{\text{left}}} = \frac{R+r}{R-r}$ для поворота направо, где v_{right} – скорость правого колеса; v_{left} – скорость левого колеса; r – расстояние между колесами.

Параметр r требует определения не прямым измерением, а опытным путем: из-за специфики построения робота он варьируется от робота к роботу.

Тип движения и уравнение движения. Как к роботу, так и к мячу можно применять разные подходы описания движения. Можно использовать равномерное движение. Данный подход оправдан при очень большой скорости обновления информации об игровой ситуации и сравнительно небольших скоростях.

Далее можно использовать модели, учитывающие затухание энергии. Для мяча это наиболее актуально в связи с тем, что он передвигается только за счет внешних воздействий. Для робота возможно использование первого подхода в связи с жесткой фиксацией колес.

Построение траектории. Данная проблема затрагивает очень широкий раздел как физики, так и теории принятия решений. Необходимо не только спланировать траекторию с наименьшим временем, но также сделать это с учетом всех препятствий, причем не только статичных, но и перемещающихся по полю.

В этот же раздел входит и несколько вопросов, являющихся пограничными с подсистемой принятия решений, как, например, следование за мячом. Моделирование предлагает решение в следующем виде [1]:

$$L = \sqrt{(x - x_{\text{ball}})^2 + (y - y_{\text{ball}})^2},$$

$$v_x = \dot{x}_{\text{ball}} - k \frac{x - x_{\text{ball}}}{L},$$

$$v_y = \dot{y}_{\text{ball}} - k \frac{y - y_{\text{ball}}}{L},$$

где L – Декартово расстояние до мяча; x – координата робота по оси X ; v_x – скорость робота по оси X ; x_{ball} – координата мяча по оси X ; $\dot{x}_{\text{ball}}$ – производная абсциссы мяча по времени; аналогичные обозначения по оси Y ; k – параметр, определяемый опытным путем.

Результатом является подсистема моделирования, адекватно описывающая игровую ситуацию. Она значительно снижает затраты на разработку подсистемы принятия решений, предоставляя инструментарий и вынося все проблемы описания мира в отдельный модуль.

Модуль-заглушка, позволяющий отлаживать моделирование, был выполнен в виде внешней библиотеки. Интерфейс библиотеки позволяет задавать роботу определенную траекторию путем составления последовательности из простейших движений по дуге окружности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vermaak C.S.R., Rathaba P., du Plessis W., Craig I.K., Saayman P. Development of a Gaming Strategy for Soccer Robots Using Optimal Methods // IEEE Africon. 2002. P. 81–84.

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

А.С. Пехтерев, студент 6-го курса, каф. ЭС

г. Томск, ТУСУР, soros@sibmail.com

Современные системы автоматизации позволяют человеку дистанционно, сидя за компьютером, управлять объектами, занимающими по площади многие квадратные километры.

В процессе работы таких систем могут случаться различные сбои. Например, может произойти программная ошибка, вследствие конфликта ПО, неверных действий оператора или неправильного конфигурирования системы, может произойти разрыв связи или другие неприятные ситуации. Все это влияет на работоспособность системы и на результат, который диспетчер видит у себя на мониторе.

Для поиска неисправности и ее устранения вызывают администратора и, если ему не удастся самостоятельно разобраться в причинах неполадки, приходится обращаться к специалистам компании, которая занималась ее созданием. Решение проблемы может затянуться, так как производителю необходимо время, чтобы проанализировать состояние системы и ее окружения на момент возникновения ошибки и выяснить ситуацию, при которой эта ошибка произошла.

Компания «ЭлеСи» – это ведущий российский системный интегратор, лидер российского рынка в производстве средств автоматизации, SCADA-систем и систем управления, поставщик решений для нефтегазового комплекса. Ее продукт программно-инструментальный комплекс InfinitySuite – это полнофункциональный инструмент для разработки, настройки и конфигурации SCADA систем. InfinitySuite предоставляет оптимально широкие возможности для сбора, обработки и хранения производственных и технологических данных, обеспечивает оперативное планирование и контроль производственных и технологических ресурсов в режиме реального времени, реализует диспетчеризацию технологических и производственных процессов, гарантирует качественное формирование отчетности.

В InfinitySuite также существует проблема поиска и устранения неполадок, возникающих во время работы. Было решено разработать систему, которая в реальном времени будет заниматься анализом состояния InfinitySuite и при появлении неполадок выдавать пользователям системы причины их возникновения и возможные пути устранения этих неполадок. Это позволит решать типичные неисправности InfinitySuite на месте, без обращения в службу технической поддержки компании, что поможет пользователям системы сэкономить время и деньги.

Система должна иметь возможность аккумулировать опыт решения этих ошибок и использовать этот опыт в деле, то есть система должна быть интеллектуальной. Поэтому были рассмотрены различные интеллектуальные системы, которые позволили бы решить поставленную задачу: системы, использующие нечеткую логику, нейронные сети и экспертные системы.

Системы с нечеткой логикой включают в себя большой объем вычислений, что делает их неприменимыми для поставленной задачи, так

как наша система должна работать в реальном времени. Нейронные сети обладают малой гибкостью – при появлении новых знаний об ошибках InfinitySuite нейронную сеть нужно будет переучивать или же проектировать заново. Выбор остановился на экспертных системах.

Экспертная система – это программа для компьютера, которая оперирует со знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем.

Назначение экспертных систем заключается в решении достаточно трудных для экспертов задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области. Достоинство применения экспертных систем заключается в возможности принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний. Причем решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов [1].

Архитектура экспертной системы включает в себя два основных компонента: базу знаний (хранилище единиц знаний) и программный инструмент доступа и обработки знаний, состоящий из механизмов вывода заключений (решения), приобретения знаний, объяснения получаемых результатов и интеллектуального интерфейса. Причем центральным компонентом экспертной системы является база знаний, которая выступает по отношению к другим компонентам как содержательная подсистема, составляющая основную ценность. База данных (рабочая память) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах (ИПС) и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных (в первую очередь долгосрочных), хранимых в системе.

Реальное время, в котором работают ЭСРВ, является основным фактором, отличающим их от классических ЭС. Реальное время представляет ряд требований, которые ранее не учитывались в ЭС. Во-первых, реальное время требует принятия решений в ограниченных временных и аппаратных ресурсах. Во-вторых, ЭСРВ приходится работать с постоянно изменяющейся, динамической моделью внешней среды, что требует от нее высокой степени обучаемости и адаптивности. В-третьих, из-за ограниченного времени на проверку предлагаемой системой информации и решений между человеком и ЭСРВ должны быть установлены особые доверительные отношения – система–партнер [2].

На рис. 1 представлена архитектура экспертной системы реального времени. По сравнению со статической ЭС вводятся два компонента: подсистема моделирования внешнего мира и подсистема связи с внешним окружением. Последняя осуществляет связи с внешним миром через систему датчиков и контроллеров. Кроме того, традиционные компоненты статической ЭС (база знаний и машина вывода) претерпевают существенные изменения, чтобы отразить временную логику происходящих в реальном мире событий.

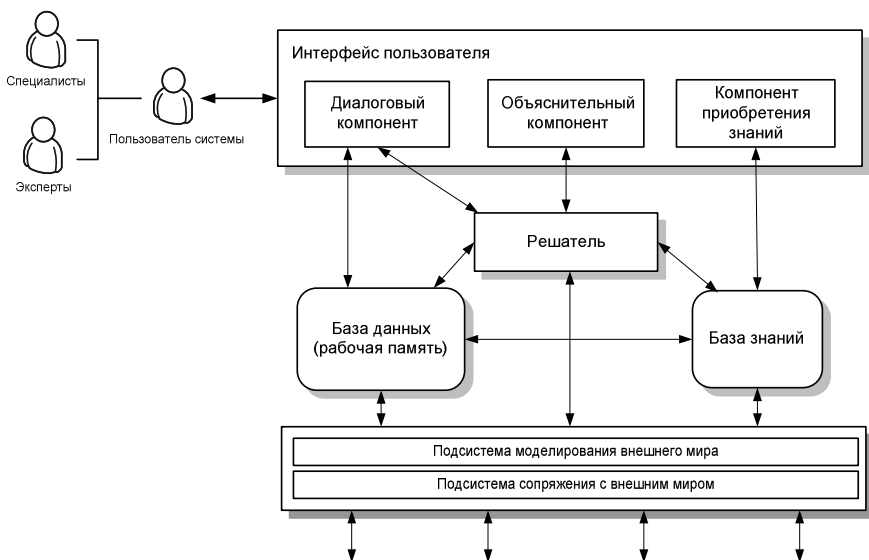


Рис. 1. Архитектура экспертной системы реального времени

В качестве «ядра» системы был выбран программный пакет CLIPS. Это бесплатный программный продукт с открытым исходным кодом, был разработан NASA в 1980-х гг. и продолжает развиваться и по сей день. Он обладает большими функциональными возможностями и хорошо документирован [3]. В разрабатываемой системе он берет на себя функции решателя и объяснительного компонента.

База знаний хранится в виде простого текстового файла. Для удобства ее формирования разработана программа с дружелюбным пользовательским интерфейсом, которая позволяет эксперту без знаний CLIPS заносить данные в базу. Также данная программа служит и для отображения результатов работы экспертной системы. Результаты будут представляться в виде советов пользователю, и, если есть

необходимость, пользователь может просмотреть всю цепочку рассуждений, сформированной ядром.

Чтобы обеспечить взаимодействие ядра системы с логом приложений ОС Windows, необходим компонент взаимодействия с внешним миром. В его функции входит преобразование данных из лога приложений в данные, понятные ядру. Также в обязанности этого компонента входит инициация процесса отработки ядра при появлении ошибок или предупреждений в логе приложений ОС Windows.

В заключение хотелось бы отметить, что данная экспертная система является первым шагом на пути к интеллектуализации программно-инструментального комплекса InfinitySuite, развития его в направлении ЭСРВ. Добавив инструментарий, позволяющий описывать, формировать и аккумулировать знания в информационном пространстве, InfinitySuite тем самым получит свое дальнейшее развитие в качестве полнофункциональной экспертной системы реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джексон П. Введение в экспертные системы. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
2. Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапт М.Д. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996.
3. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007.

СЕКЦИЯ 12

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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

ПОДСЕКЦИЯ 12.1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Председатель – Черкашин М.В., к.т.н., доцент каф. КСУП

РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЙОНА ПРОШИВНОГО СТАНА ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТА ТПА 50-200 ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» г. ВОЛЖСК Д.Ж. Ахметов, студент 5-го курса, каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-403-49-71, nomad514@inbox.ru

ОАО «Волжский трубный завод» специализируется на выпуске тонкостенных труб нефтяного сортамента длиной до 13 м по ГОСТ 631 и API 5CT. Реконструируемая часть ТПА 50-200 по технологическим признакам разбита на четыре района, каждый из которых имеет свой контроллер для управления и щит с приводами:

- район прошивного стана;
- район раскатного стана № 1;
- район раскатного стана № 2;
- район индуктора.

Целью настоящей работы является автоматизация района прошивного стана для увеличения производительности, расширения сортамента и улучшения качества выпускаемых труб, а также сведения к минимуму количества сбоев в работе.

Задача включает в себя две основные подзадачи:

- 1) замена старого оборудования;

2) создание нового АРМа оператора (разработка верхнего уровня), который должен отвечать следующим требованиям:

- отображение данных в реальном времени о ходе технологического процесса;
- своевременное предупреждение операторов об аварийных и предаварийных ситуациях;
- возможность просмотра значений измеряемых параметров;
- ведение архива измеряемых параметров;
- ручной ввод аварийных и предаварийных значений.

Данная реконструкция позволит улучшить основные показатели производства, такие как:

- отказоустойчивость;
- эффективность;
- экономичность работы прошивного стана;
- информированность оператора о ходе технологического процесса.

Улучшение показателей позволит экономить большое количество энергетических и материальных ресурсов и сократить нагрузку на обслуживающий персонал.

Задача была разбита на ряд подзадач, которые были выполнены в ходе данной работы. Это выбор и подробное описание всех управляемых электроприводов, используемых в системе автоматизации района прокатного стана, составление схемы конфигурации технических средств, а также разработка верхнего уровня АСУТП.

В соответствии с функциональными схемами, предоставленными заказчиком, и техническим заданием предусмотрены оснащение района прошивного стана средствами автоматизации, сбор информации по месту и отображение на АРМ-оператора.

Управление и автоматизация участка осуществляются одним программируемым контроллером PLC1 типа Simatic S7, S300 фирмы Siemens. В качестве бесконтактных датчиков применяются индуктивные датчики типа BES416 для установки на металлическую поверхность. В качестве датчиков наличия трубы применяется фотодатчик горячего металла OKB208.33.G. Для контроля положения настроечных механизмов применяются кодовые датчики фирмы Huebner типа AMG-11.

Инструментальным средством для системы визуализации процессов была выбрана SCADA-система WinCC 6.0 (Windows Control Center), которая поставляется в комплекте с контроллерами «Siemens». Она предназначена для отображения, контроля и частичного управления технологическими процессами прошивного стана.

С экономической точки зрения данная реконструкция дает следующие плюсы:

- экономия энергоресурсов;
- увеличение сроков службы технологического оборудования;
- снижение затрат на планово-предупредительные и ремонтные работы;
- обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за ходом технологических процессов.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОДИНАКОВЫХ ОБЪЕКТОВ (НАСОСЫ, ЗАДВИЖКИ) В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY PRO ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Д.О. Авдеев, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР*

Разработка программного обеспечения для контроллеров – это очень трудоемкий и рутинный процесс, в особенности, когда необходимо запрограммировать работу большого количества однотипных устройств, при этом размер программного кода увеличивается пропорционально количеству устройств, увеличивая временные затраты программиста на разработку.

Для уменьшения временных затрат программиста на разработку были разработаны функциональные блоки, описывающие однотипные устройства (задвижки, насосы).

Для разработки функциональных блоков, описывающих насосы и задвижки, был проведен обзор средств разработки и SCADA систем и выбраны:

- среда разработки – Unity Pro 4.0 XL;
- SCADA система Intouch 10.

Также для разработки был выбран язык программирования Structured Text (ST), который входит в стандартный набор средств Unity. Язык программирования ST был выбран, т.к. для его изучения необходимо минимальное количество времени (очень похож на Pascal), на этом языке пишется основная часть программ.

Structured Text (ST) – язык программирования стандарта IEC61131-3. Предназначен для программирования промышленных контроллеров и операторских станций. Широко используется в SCADA/HMI/SoftLogic пакетах. По структуре ближе всего к языку программирования Паскаль (язык программирования). Удобен для написания больших программ и работы с аналоговыми сигналами и числами с плавающей точкой.

IEC 61131-3 – раздел международного стандарта МЭК 61131 (также существует соответствующий европейский стандарт EN 61131), описывающий языки программирования для программируемых логических контроллеров.

Разработанные функциональные блоки имеют возможность использоваться совместно с другими функциональными блоками, созданными на других языках, входящих в набор Unity Pro 4.0 XL.

Создание мнемосхем для отладки и настройки универсальных функциональных блоков выполнялось в SCADA Wonderware Intouch 10 путем размещения элементов в рабочей области, связи их с ПЛК и написанием скриптов для управления объектами и сбора данных с датчиков.

В результате выполнения работы были изучены принципы работы задвижек и насосов, изучены теоретические материалы по языку программирования ST (Structured Text), входящему в стандартный набор Unity Pro 4.0 XL, изучена SCADA система Intouch на уровне, необходимом для выполнения данной работы, разработаны функциональные блоки, описывающие данные устройства, в среде разработки Unity Pro 4.0 XL. Также были произведены отладки и настройка данных функциональных блоков в SCADA системе Intouch 10.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schneider Electric. Руководство по языкам программирования (электронное издание).
2. Schneider Electric. Работа с Unity Pro (электронное издание).
3. Wonderware: Учеб. руководство по HMI/SCADA (электронное издание).

INDESYS-LM – ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА «ВИЗУАЛЬНОГО» ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

*А.С. Барышников, аспирант каф. КСУП, Ф.И. Шеерман, к.т.н.,
доцент каф. КСУП, Л.И. Бабак, к.т.н., доцент каф. КСУП*

*г. Томск, Лаборатория интеллектуальных компьютерных систем,
ТУСУР, т. +7-923-401-10-98, a.s.baryshnikov@gmail.com*

В Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем ТУСУР ведется разработка системы автоматизированного проектирования (синтеза) СВЧ-устройств Indesys [1]. Система строится на основе платформы Indesys Framework [1] – программной среды, которая может легко расширяться и адаптироваться под различные методы синтеза и типы проектируемых устройств.

В настоящей статье представлен пример реализации на базе платформы Indesys Framework среды «визуального» проектирования монолитных корректирующих (КЦ) и согласующих цепей (СЦ) Indesys-LM (Indesys-Locus-MMIC).

Среда Indesys-LM предназначена для «визуального» проектирования монолитных КЦ и СЦ, входящих в состав различных линейных и нелинейных активных устройств ВЧ- и СВЧ-диапазона (таких, как усилители, смесители, умножители и др.). Среда позволяет проектировать монолитные цепи, учитывая потери и паразитные параметры элементов.

Прототипом среды Indesys-LM является разработанная ранее программа Locus-MMIC [2]. В ней, как и в Locus-MMIC, используется интерактивная «визуальная» процедура проектирования КЦ и СЦ на основе метода преобразования моделей пассивных элементов [2]. Среда Indesys-LM интегрирована с известной системой проектирования СВЧ-устройств Microwave Office (MWO) и использует имеющиеся в этой системе библиотеки моделей монолитных интегральных (МИ) элементов.

Среда Indesys-LM имеет модульную структуру, при этом ее разделение на модули происходит по функциональному признаку, что способствует минимизации числа межмодульных связей и, следовательно, уменьшению сложности. Ниже в таблице приведено описание модулей.

Описание модулей системы Indesys-LM

Название модуля	Описание
Locus.Plugin	Базовый модуль, который осуществляет возможность управления как пользовательским интерфейсом, так и состоянием текущего проекта в системе Indesys через Indesys Framework API
Locus.Graph	Модуль предназначен для вывода ОДЗ входного иммитанса цепи и годографов на экран. Модуль реализован на основе двух компонентов AxRectangular и AxDiagram [3]
Locus.Controls	Модуль содержит компоненты интерфейса (диалоговые окна, панели и т.д.) среды
Locus.CircuitLibrary	Данный модуль содержит библиотеку типовых схем, используемых при проектировании в качестве шаблонов

Для осуществления проектирования монолитных КЦ и СЦ среда Indesys-LM использует специальные модули TRANSLOCUS и TRANSFORMER [3]. Посредством данных модулей и осуществляется взаимодействие среды моделирования MWO и Indesys-LM (рис. 1).

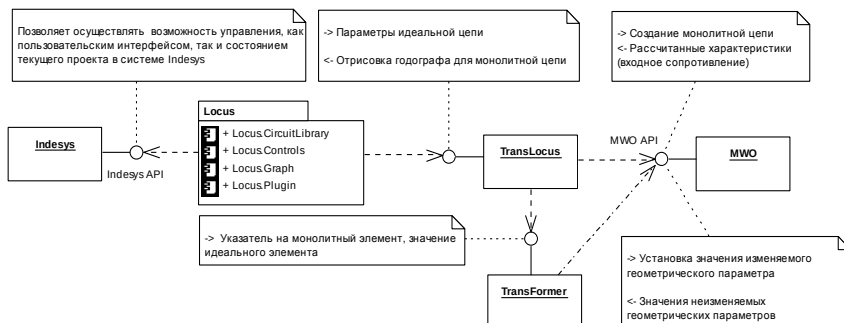


Рис. 1. Схема взаимодействия среды моделирования MWO и среды Indesys-LM

Модуль TRANSLOCUS отвечает за формирование МИ-цепи на основе параметров идеальной цепи: номер схемы цепи и номиналы элементов. Для преобразования идеальной цепи в МИ-цепь используется модуль TRANSFORMER.

Интерфейс среды Indesys-LM представлен на рис. 2.

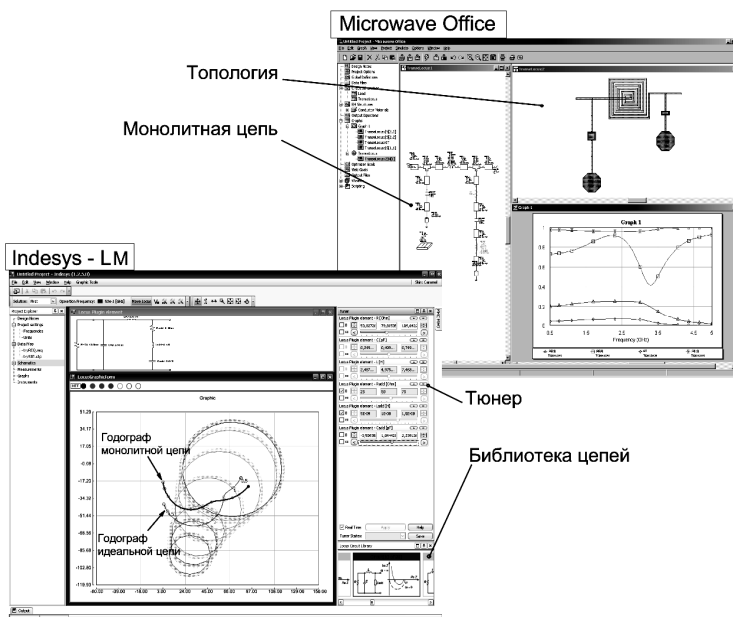


Рис. 2. Интерфейс программной среды Indesys-LM и MWO при совместном использовании

В дальнейшем планируются оптимизация и расширение функциональных возможностей представленной среды.

Работа поддержана грантами международной организации INTAS-CNES (№ 06-1000024-9199) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 06-07-96916 и № 1608-07-99034).

ЛИТЕРАТУРА

1. Элликс – Indesys [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ellics.com>
2. Шеерман Ф.И., Бабак Л.И., Зайцев Д.А. LOCUS-ММИС – интегрированная среда «визуального» проектирования монолитных корректирующих и согласующих цепей // Четвертая Международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Томск: В-Спектр, 2007. Ч. 2. С. 154–157.
3. Барышников А.С., Песков М.А. Модули вывода результатов анализа СВЧ-устройств // Четвертая Международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Томск: В-Спектр, 2007. Ч. 2. С. 119–121.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ

*А.В. Беляков, К.А. Вторушин, студенты 5-го курса,
каф. интегрированных компьютерных систем
г. Томск, Томский политехнический университет,
т. 8-906-956-14-62, 8-923-402-01-02, allex@tpu.ru*

В большей мере эффективность существующих систем охраны низка потому, что для их применения необходимы многочисленные высококвалифицированные и постоянно поддерживающие свой уровень специалисты-операторы. Обучение и содержание такого специалиста дорогое и затратное по времени.

Поэтому на сегодняшний момент стоит острая потребность в создании систем охраны, способных заменять функции человека; беспристрастно и надежно анализировать ситуацию в зоне охраны; анализировать формы или поведение наблюдаемого объекта, идентифицировать личность; производить автоматическую настройку в зависимости от времени суток, времени года или изменении других признаков. И самое главное – без непосредственного участия человека принимать наилучшие решения по ликвидации угрозы. Одним словом, «Интеллектуальные интегрированные системы охраны» (ИИСО) [1].

Развитие ИИСО стало возможно с момента появления высокопроизводительных программно-аппаратных комплексов с и развитием математического аппарата. Базой для построения современных интел-

лектуальных систем стали устройства (датчики, исполнительные устройства), имеющие возможность совместной работы с персональным компьютером.

Многие современные системы охраны способны установить личность человека по телевизионному изображению (лица, отпечатки пальцев), оценить состав выдыхаемого газа. Вместе с этим системы охраны имеют основной серьезный недостаток: нестабильность установить личность человека (террориста) в случае выполнения им (человеком) специальных маскировочных операций (напр., изменения характерных признаков лица). Указанный недостаток значительно уменьшает область применения таких охранных систем.

Устранить (уменьшить) указанный недостаток можно только применением интегрированных интеллектуальных систем охраны, анализирующих цветные телевизионные изображения лица, его силуэта, отпечатков пальцев, выдыхаемого газа и голоса.

Кардинальное отличие ИИСО от уже существующих аналогов состоит в том, что идентификация человека происходит одновременно по нескольким признакам, таким как: телевизионное изображение лица, силуэт человека, отпечатки пальцев, выдыхаемый газ, голос. На основании этих параметров, сопоставляя их с данными базы данных, ИИСО формирует интегральную оценку личности.

Задачей предлагаемой ИИСО является определение (распознавание) конкретного человека на основе вычисления оценки:

$$V = \arg \exp R(F1, F2(V)),$$

где R – мера близости текущего изображения и эталонного изображения (ЭИ). ТИ и ЭИ представляют собой интегрированные изображения (текущая эталонная информация), синтезированные на основе датчиков информации о человеке: телевизионные трехмерные цветные изображения лица человека и его силуэта, изображения отпечатков рук, выдыхаемого газа и голоса человека. ЭИ человека хранится в памяти ИИСО, а ТИ считывается датчиками информации и соответствует состоянию параметров человека в данный момент времени.

На рис. 1 представлена структурная схема ИИСО.

ИИСО состоит из следующих подсистем:

- видеосистемы считывания и анализа изображений различных размерностей и цветностей, включая телевизионные инфракрасные датчики изображений;
- газоанализатора, основанного на анализе физико-химических процессов, относящихся к классу многокомпонентных и многоканальных систем;
- анализатора голоса, включающего блок ввода и распознавания речевой информации.

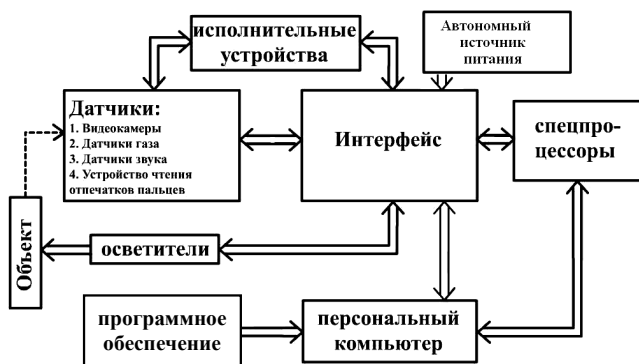


Рис. 1. Структурная схема ИИСО

Новизна ИИСО заключается в использовании следующих подходов:

1. Новый принцип обработки информации в интегрированных интеллектуальных охранных системах, использующих несколько информационных каналов и, заключающийся в том, что в функциональную структуру вводятся перестраиваемые вычислительные среды, способные, не создавая сложностей в организации связей в системе, использовать единую информацию о текущем состоянии человека, получаемую по различным информационным каналам.

2. Интеграция таких средств сбора и анализа информации, как телевизионные датчики различных размерностей и цветностей, газоанализатор и анализаторы звука (голоса).

3. Высоконадежный и быстродействующий способ распознавания личности человека путем анализа интегральной информации (цветное объемное изображение лица, силуэта человека, его отпечатков пальцев, выдыхаемого газа и голоса), основанной на модифицированных корреляционных, Фурье- и вейвлет-алгоритмах, использующих структурные и цветные признаки.

Для повышения надежности ИИСО в условиях нестабильного энергопитания разработано устройство обеспечения энергонезависимым источником питания от солнечных энергетических систем. Данные системы позволяют обеспечить стабильное питание ИИСО.

Предлагаемый продукт подразумевает устойчивую идентификацию объекта по интегральной оценке многих параметров, и конечный результат его корректной идентификации составляет порядка 99,999%. Также ИИСО легко интегрируется в уже разработанные системы охраны/безопасности и работает с ними в едином комплексе. ИИСО позволит решить стоящую проблему идентификации личности и тем самым значительно повысить уровень безопасности там, где это требуется.

Направление развития интегрированных интеллектуальных систем охраны в различных сферах обеспечения безопасности является очень актуальным и перспективным в современных условиях России из-за недостатка подобных разработок отечественного производства и дороговизны импортных аналогов, а также необходимости развития инновационно-ориентированной экономики.

С целью повышения качества будут проводиться работы по улучшению характеристик интегрированной интеллектуальной системы охраны, а также по снижению ее конечной стоимости путем совершенствования ее отдельных частей и механизмов. Доработка и совершенствование программного обеспечения, работающего с аппаратной частью ИИСО, внесение доработок, связанных с выявлением неучтенных специфических помех и путей «вскрытия» системы, – все это позволит сделать систему максимально надежной и приблизить качество ее работы к единице, вне зависимости от того, каким образом будут производиться попытки обхода системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Триманов А.Г. Современные системы охраны. М., 2008. 340 с.

ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ

И.П. Борисов, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР

Объектом автоматизации является система управления газовой калориферной установкой на алмазодобывающем руднике.

В процессе работы проводилось изучение технологической схемы объекта автоматизации, параметров контроля системы и SCADA-пакета RSView® Enterprise™ Series.

Внедрение человеко-машинного интерфейса обеспечит решение следующих технических и организационных задач: повышение надежности и эффективности работы калориферной установки, контроль за значениями параметров на технологическом экране в виде мнемосхем, оперативный контроль за состоянием отключенных линий (выявление обрывов и коротких замыканий), технологический и коммерческий учет потребленного газа, возможность доступа к собранной технологической информации удаленным пользователям с помощью сетевых средств, ведение технологических журналов и архивов.

Человеко-машинный интерфейс реализован с использованием приложений SCADA-пакета RSView® Enterprise™ для создания мнемосхем.

Человеко-машинный интерфейс рассчитан на операторов, поэтому он должен быть максимально понятен и прост в использовании. Поэтому будет задействована система аутентификации пользователей, которая в свою очередь будет предусматривать определенный уровень прав для нескольких типов пользователей.

Разделение прав полномочий пользователей:

- Режим «Гость» – только просмотр.
- Режим «Оператор» – управление технологическим процессом.
- Режим «Технолог» – изменение параметров системы.
- Режим «Администратор» – полный доступ ко всем функциям системы.

Технические характеристики калориферной установки. Воздухопроизводительность калориферной установки принята на уровне $220 \text{ м}^3/\text{с}$ или $792\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Система приточной вентиляции калориферной установки для рудника «NNN» принята на базе счетверенных воздухонагревателей ТС-800 Е с единичной установленной мощностью примерно 950 кВт.

Термический КПД установок при номинальной нагрузке не ниже 91%.

Расход газа – $2043 \text{ м}^3/\text{ч}$ и примерно 5 млн $\text{м}^3/\text{год}$.

Средний срок службы установок – 15–20 лет.

Всего проектом предусматривается установить 5 подобных установок.

Воздухонагреватели устанавливаются по два последовательно по ходу воздуха в два этажа.

Все установки работают на общий сборный воздушный канал. Подача воздуха в рудник осуществляется центральным вентилятором.

Наружная расчетная температура принята на уровне – 48 °С. Температура воздуха после воздухоподогревателей до +4 °С. Температура в устье ствола рудника – +2 °С.

Теплоотдающие поверхности воздухонагревателей выполняются из нержавеющей стали. Сами установки комплектуются плавно регулируемыми газовыми горелками фирмы Riello RS 120 M BLU. Установленная электрическая мощность вентилятора горелки – 2,2 кВт.

Переключение с рабочей установки на резервную может происходить как автоматически, так и вручную. В качестве критериев для переключения принимаются следующие: отказ в работе вентилятора; отказ в работе 2 и более горелок.

Каждая из счетверенных воздухонагревательных установок оборудуется индивидуальным осевым вентилятором с производительностью $158\,400 \text{ м}^3/\text{ч}$ и статическим напором 850 Па. Диаметр обечайки

вентилятора составляет 1600 мм, установленная мощность двигателя – 75 кВт. КПД вентилятора – примерно 75%. Вентилятор поставляется с соответствующими виброоснованиями. С обеих сторон устанавливаются гибкие вставки.

После каждого вентилятора устанавливается дроссельный клапан соответствующего диаметра с электроприводом.

В случае включения вентилятора открывается и клапан. Если вентилятор по каким-либо причинам отключается, одновременно с этим закрывается и клапан. Клапаны имеют высокую степень герметичности. Расчетные «паразитные» токи лежат в пределах 2%.

Эти клапаны предусмотрены для работы в двух положениях: открыто – закрыто.

В проекте предусмотрен контроль и регистрация токов вентилятора с выводом этой информации на дисплей.

Принцип работы. Воздух забирается вне помещения через воздушные затворы (колпаки) и направляется в воздухонагреватели. Воздухонагреватели установлены в две ступени по ходу воздуха. Нагрев воздуха в каждой ступени – до 26 °С. Суммарная величина подъема температуры воздуха – 52 °С.

Температура воздуха поддерживается постоянной независимо от наружной температуры.

В качестве исходного параметра для регулирования принята температура в месте стыковки воздухоподводящего канала с вертикальным стволом рудника.

Для повышения точности регулирования предусмотрено измерение температуры в 4 точках. Регулирование идет по усредненному значению.

Вентиляторы, установленные в воздушном тракте, просасывают воздух через воздухонагреватели и подают его в сборный канал. Они же поддерживают определенное избыточное давление в канале примерно 350 Па.

Далее воздух центральным вентилятором подается в ствол.

Система автоматического управления. Установка предусмотрена для работы с дистанционным управлением и визуализацией процессов на экране компьютера, включающими вывод информации о текущем состоянии установок. Система автоматического управления построена на элементной базе фирмы Rockwell для работы в многоуровневой системе АСУТП.

Все параметры системы (температура наружного воздуха, температура подаваемого в ствол воздуха, температура в помещении, расход воздуха, контролируемые токи, состав вредных веществ в подаваемом воздухе и т.д.) постоянно контролируются и передаются в систему

АСУТП. Все сбои системы (сбои в работе горелок, сбои в работе вентилятора, перегрев оборудования, превышение допустимых концентраций и т.д.) в расшифрованном виде также передаются на дисплей операторской станции и далее в систему АСУТП.

Предусмотрены дистанционный пуск и отключение любой из установок, точно так же, как и местной.

Системой управления предусмотрен мониторинг за числом часов работы каждой из горелок. Этот мониторинг может использоваться для равномерной загрузки горелок и для определения сроков обслуживания.

Система ControlLogix обеспечивает дискретное управление, управление непрерывными процессами, приводами и сервоприводами, в сочетании с коммуникациями и современным вводом/выводом – в компактном и недорогом изделии. Система модульная, поэтому имеет возможность эффективно проектировать, монтировать и модернизировать ее с существенной экономией на обучении и разработке. Минимальная система ControlLogix состоит из одного автономного контроллера и модулей ввода/вывода в одиночном шасси.

Универсальная платформа для самых объемных приложений ControlLogix сочетает в себе все преимущества платформы Logix – общую среду программирования, общие сети, единый механизм управления. Интеграция средств программирования, контроллера и ввода/вывода позволяет сократить время на разработку и затраты при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации в нормальном режиме. Имея параметры памяти до 8 Мб, контроллеры ControlLogix поддерживают приложения для скоростных процессов и обеспечивают быструю обработку инструкций перемещения в рамках единого интегрированного решения. Это позволяет решать задачи в последовательном управлении и управлении перемещением посредством всего одного контроллера и одного программного пакета, обеспечивающего интеграцию управления, привода и двигателя через интерфейс SERCOS.

Flex I/O 1794 включает четыре основных компонента:

- модули ввода/вывода – обеспечивают интерфейс с датчиками и исполнительными устройствами, а также схемы взаимодействия между системой и интерфейсом;

- модули коммуникационного интерфейса – обеспечивают схемы взаимодействия между сетью и интерфейсом;

- блоки контактной базы – обеспечивают монтаж и концевую заделку сигнального кабеля для подключений со стороны датчиков и исполнительных устройств, а также питание системы через заднюю шину;

- модули разводки питания – обеспечивают расширяемость системы Flex I/O и гибкость в сочетании разнообразных типов сигнала.

Система управления калориферной установкой предусматривает установку 6 модулей FlexI/O 1794, по одному на каждую горелку и один – на блок управления газовой арматурой.

В ходе разработки ЧМИ были созданы следующие мнемосхемы: стартовая мнемосхема, мнемосхема горелки, мнемосхема газоснабжения, которые непосредственно используются на пульте оператора.

ИНТЕГРАЦИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ НА ВЕБ-САЙТ

***С.С. Чекрыгин, М.В. Алдошина, И.В. Миронов, И.В. Раченков,
А.П. Шайтаров, студенты 4-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, css@t-sk.ru***

Особое положение среди охранных систем в умном доме занимает система видеонаблюдения, которая поможет вам всегда быть в курсе всего происходящего в вашем доме и за его пределами. Видеонаблюдение становится настоящим спасением для тех, кто проводит много времени вне дома: в командировках и путешествиях. Теперь где бы ни находился хозяин, в доме остались его глаза.

Современная система видеонаблюдения дает возможность владельцу «присматривать» за жилищем, даже если он находится за много тысяч километров от дома. Это становится реальным благодаря WEB-серверу, встроенному в систему. Он дает возможность камерам «докладывать обстановку» посредством сети Интернет, просматривать видеoarхив, а также осуществлять постановку и снятие с охраны с удаленного компьютера. А в случае необходимости система может отправить сигнал тревоги владельцу дома, например, отправив ему SMS и продублировать его для милиции. Помимо наблюдения через удаленный компьютер, вы можете проследить за обстановкой в доме и с обычного сотового телефона или КПК.

В зависимости от типа используемого оборудования, системы видеонаблюдения делят на аналоговые и цифровые.

Для обеспечения безопасности особо ответственных или территориально распределенных объектов используют цифровые системы видеонаблюдения. Сегодня цифровые технологии видеонаблюдения постепенно «теснят» аналоговые системы по функциональным и техническим характеристикам, а по своей цене уже приближаются к стоимости аналоговых систем видеонаблюдения, то есть дешевеют. Эти видеокамеры имеют блок цифровой обработки сигнала, встроенный веб-браузер и формируют более качественное изображение, которое можно передавать в виде цифрового сигнала. По этим причинам мы намерены использовать именно цифровые видеокамеры.

Перед нами стояла задача интегрирования видеоизображения на веб-сайт. Для разработки веб-сайта было принято решение использовать CMS.

Аббревиатура CMS расшифровывается как «Content Management Software» («программное обеспечение для управления содержимым»). В нашей стране принято последнюю букву «S» расшифровывать как «System», а по-русски это обычно звучит как «Система управления контентом». Иногда употребляется более простое название – «движок сайта».

CMS разделяют сайты на две составляющие: дизайн (внешний вид сайта в целом, отдельных страниц, конкретных блоков информации) и содержимое (контент). Дизайн сайта, как правило, «зашит» в шаблоны и изменяется значительно реже, чем контент. Для ввода контента не требуется специальных знаний, а простые приемы оформления текста знает практически каждый, кто работал в Microsoft Office.

Таким образом, системы управления контентом решают две основные задачи. С точки зрения пользователей – это инструмент, который позволяет публиковать новости, размещать новые страницы на сайте и производить другие операции над содержимым через удобный интерфейс. При этом пользователь может не владеть технологиями Интернет-разработки, но он обязательно должен понимать, как устроен сайт.

С точки зрения тех, кто делает сайты, – это инструмент, который ускоряет разработку сложных сайтов, позволяя компоновать решения из готовых блоков, изменяя в определенных пределах логику работы и оформление.

Как правило, система управления – это отдельный интерфейс, предназначенный для управления сайтом. Он может быть реализован как веб-приложение, когда пользователь входит в админзону своего сайта через обычный браузер по определенному адресу, или как отдельное Windows-приложение, требующее инсталляции. Разные подходы имеют различные преимущества и недостатки.

Из многочисленной линейки бесплатных CMS была выбрана Joomla. Этот выбор аргументирован большим количеством бесплатных модулей, исчерпывающим объемом переведенной на русский язык документации, гибкостью и простотой построения сайта (локализация интерфейсов, многоязычный контент, многодоменность), хорошая производительность (кэширование страниц), хорошая защищенность (организует защиту от автоматического заполнения форм, лог авторизации, разделение прав доступа) на основе данной CMS. Данная CMS не требует глубоких знаний php и sql.

Еще раз перечислим некоторые возможности современной системы видеонаблюдения:

- обеспечение высокого качества воспроизводимой видеозаписи;
- высокая скорость доступа к видеоархиву;
- мгновенный поиск и просмотр видеозаписи по камере, дате и времени;
- возможность интеграции с другими компьютерными системами безопасности;
- легкая и недорогая трансляция видеоархивов по каналам связи (Интернет и пр.);
- возможность отправки тревожных сообщений по электронной почте и SMS;
- возможность экспорта видеoinформации на совместимые внешние носители;
- функция детектора движения.

Помимо перечисленных основных функций, возможности видеосервера можно расширить дополнительным программным обеспечением и оборудованием.

Возможность дистанционного визуального контроля всего охраняемого объекта позволяет создавать высокоэффективные системы безопасности без затрат на содержание большого штата охраны, что является для заказчика большим плюсом в ситуации обострившегося мирового кризиса.

В заключение отметим, что наша разработка является очень выгодной. В мире бушует экономический кризис, и мы нередко задумываемся об экономии. Наша разработка позволяет рационально использовать средства и не прибегать к услугам охранных предприятий. Теперь все под контролем!

ТАБЛИЧНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ GaAs ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ

***К.С. Дмитриенко, Л.И. Бабак, к.т.н., доцент каф. КСУП
г. Томск, ТУСУП, konstsd@mail.ru***

Разработка любого СВЧ-устройства начинается с моделирования его работы в существующих системах автоматизированного проектирования устройств СВЧ (Microwave Office, Advanced Design System, Serenade). Моделирование позволяет получить первое приближение функциональных возможностей и характеристик схемы. Процесс построения схемы предполагает наличие моделей элементов – пассивных и активных.

Модели активных элементов (транзисторов) не всегда можно привести в соответствие с реальными структурами с приемлемой точностью, используя встроенную библиотеку элементов. Поэтому возникает необходимость отдельного исследования СВЧ-транзистора и построения адекватной модели.

В последние годы имело место активное развитие теории и практических методов разработки моделей полевых транзисторов.

Существующие нелинейные модели полевых транзисторов можно классифицировать [1].

1) Нелинейные на основе эквивалентных схем, параметры которых извлекаются из экспериментальных характеристик по постоянному току и радиочастотных характеристик. Зависимости нелинейных элементов от смещения аппроксимируются аналитическими выражениями. Данные модели (Curtice, Materka, Angelov и др.) встроены во множество САПР СВЧ.

2) Физические на основе данных о геометрических размерах и физических параметрах.

3) Нелинейные на основе нелинейных схем, в которых используется сплайновая интерполяция элементов эквивалентной схемы (табличные модели), что позволяет исключить ошибки аппроксимации и необходимость проверки аналитических выражений.

В настоящей работе приводится методика определения табличной нелинейной модели GaAs pHEMT транзистора с высокой подвижностью электронов. Модель извлекается по известным значениям параметров малосигнальной эквивалентной схемы (рис. 1) при различных смещениях.

Процедура экстракции табличной нелинейной модели исследовалась на примере GaAs pHEMT транзистора. Вначале определяются параметры малосигнальной эквивалентной схемы транзистора на основе методик [2, 3]. Исходными данными являются параметры рассеяния в режиме малого сигнала:

1) S-параметры в диапазоне частот до 25 ГГц при нулевом напряжении сток–исток и напряжении затвор–исток ниже напряжения отсечки;

2) S-параметры на одной из частот диапазона 1–5 ГГц при различных напряжениях смещения транзистора.

На первом этапе определяются внешние параметры эквивалентной схемы транзистора (L_g , R_g , L_d , R_d , L_s , R_s). При этом используется метод, предложенный в [1], который, в отличие от метода Dambrine, не требует дополнительного соотношения для определения внешних сопротивлений.

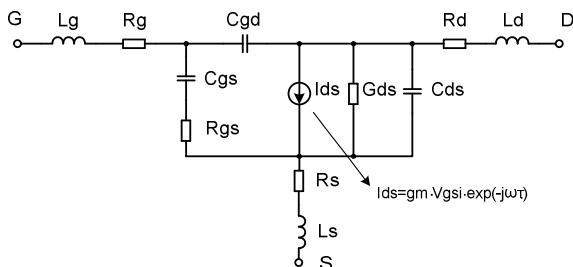


Рис. 1. Малосигнальная эквивалентная схема полевого транзистора

На втором этапе, используя уже известные внешние параметры, вычисляются внутренние параметры C_{gs} , R_{gs} , C_{gd} , g_m , G_{ds} , C_{ds} и постоянная времени частотной зависимости источника тока τ при различных смещениях.

Далее определяются параметры нелинейной модели (рис. 2) путем интегрирования параметров малосигнальной эквивалентной схемы и формируются двумерные таблицы значений нелинейных элементов, зависящих от смещения [4].

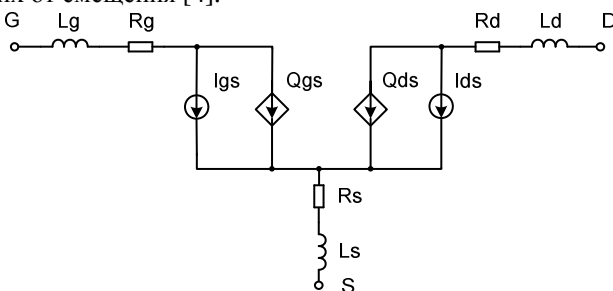


Рис. 2. Нелинейная модель полевого транзистора

По данной методике в системе Advanced Design System была построена модель 0,18 мкм GaAs pHEMT транзистора с шириной затвора 5×60 мкм фирмы OMMIC. Модель реализована с использованием компонента SDD (Symbolically Defined Device). Зависимые от смещения нелинейные параметры модели I_{gs} , Q_{gs} , I_{ds} , Q_{ds} представлены двумерными таблицами, к которым применена сплайновая интерполяция.

Для построения модели использовались следующие данные:

- 1) S-параметры диапазона 3–25 ГГц при $V_{gs} = -0,9$ В, $V_{ds} = 0$ В;
- 2) S-параметры на частоте 3 ГГц в диапазоне напряжений $V_{gs} = -0,9 \dots 0$ В ($\Delta V_{gs} = 0,1$ В), $V_{ds} = 0 \dots 4$ В ($\Delta V_{ds} = 0,5$ В).

Для оценки точности было выполнено сравнение характеристик разработанной модели транзистора и модели, представленной в библиотеке фирмы OMMIC. Моделирование показало, что ВАХ этих моделей хорошо совпадают, с практически достаточной точностью совпадают также малосигнальные параметры рассеяния при различных смещениях в диапазоне частот до 40 ГГц. На рис. 3 представлены временные зависимости тока и напряжения стока обеих моделей на частоте 10 ГГц для двух различных напряжений смещения и постоянных входной мощности 8 дБм и сопротивлении нагрузки 50 Ом.

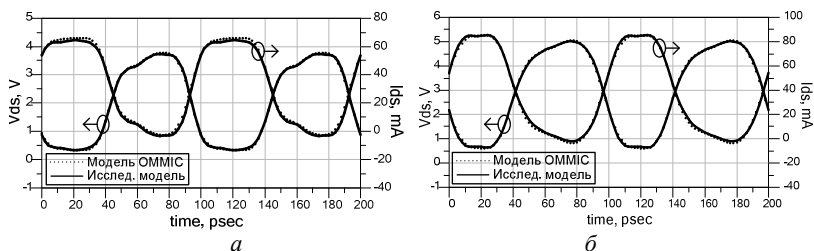


Рис. 2. Временные зависимости тока и напряжения стока:
 $V_{gs} = -0,4 \text{ В}$, $V_{ds} = 2 \text{ В}$ (а); $V_{gs} = -0,5 \text{ В}$, $V_{ds} = 3 \text{ В}$ (б)

На рис. 4 представлены зависимости выходной мощности от входной для основной, второй и третьей гармоник при частоте сигнала 10 ГГц и сопротивлении нагрузки 50 Ом.

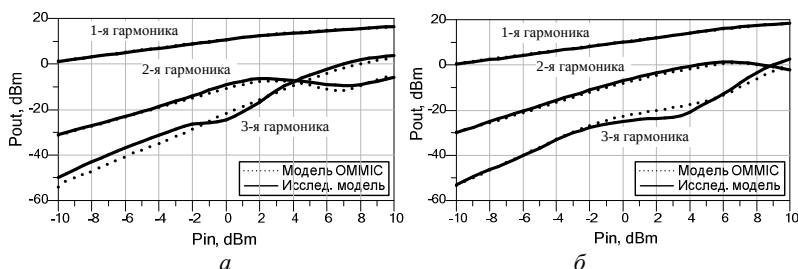


Рис. 4. Зависимости выходной мощности от входной для первых трех гармоник: $V_{gs} = -0,4 \text{ В}$, $V_{ds} = 2 \text{ В}$ (а); $V_{gs} = -0,5 \text{ В}$, $V_{ds} = 3 \text{ В}$ (б)

По результатам работы можно сделать следующие выводы. Исследованная методика экстракции табличной нелинейной модели СВЧ-транзистора может быть формализована и положена в основу соответствующего программного обеспечения. Разработанная табличная модель GaAs pHEMT транзистора хорошо описывает его характеристики на постоянном и переменном токе при различных условиях работы и может использоваться вплоть до частоты 40 ГГц. Дальнейшим развитием модели является учет шумов и эффектов саморазогрева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Werthof A., Kompa G. A unified consistent DC to RF large signal FET model covering the strong dispersion effects in HEMT devices / Proc. 22 EuMC. 1992. P. 1901–1906.
2. Jeon M.Y., Kim B.G., Jeon Y.J., Jeong Y.H. A Technique for extracting small-signal equivalent-circuit elements of HEMTs // IEICE Trans. Electron. 1999. Vol. E82-C. № 11. P. 1968–1976.
3. Berroth M., Bosch R. Broad-band determination of the FET small-signal equivalent circuit // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. 1990. Vol. 38. № 7. P. 891–895.
4. Aaen P.H., Pla J.A., Wood J. Modeling and characterization of RF and Microwave power FETs. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. P. 183–261.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ КОПЛАНАРНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ-МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ОСНОВЕ GaAs

*И.М. Добуш, аспирант, А.А. Коколов, студент 4-го курса
г. Томск, ТУСУР, igadobush@gmail.com, kokolovaa@gmail.com*

Перспективным направлением радиоэлектроники являются разработка и производство СВЧ-монокристаллических интегральных схем (МИС), в том числе в миллиметровом диапазоне волн. При этом существенный интерес представляет точность моделирования МИС, которая определяется качеством моделей элементов, находящихся в распоряжении разработчика.

В МИС миллиметрового диапазона вместо традиционной микрополосковой линии (МПЛ) в качестве основной линии передачи часто предпочитают использовать копланарную линию (КПЛ), особенно в Ka-, V- и W-диапазонах частот. Использование КПЛ повышает гибкость конструирования, упрощает исполнение при реализации некоторых функциональных устройств, а также имеет ряд других преимуществ. В таблице представлены сравнительные характеристики КПЛ и МПЛ [1].

Сравнение КПЛ и МПЛ

Факторы	МПЛ	КПЛ
гибкость при проектировании	–	+
потери	+	–
дисперсия	–	+
связь между соседними линиями	–	+
размер чипа	+	0
необходимость металлизации подложки с обратной стороны	–	0
отсутствие сквозных отверстий	–	+

П р и м е ч а н и е. + наиболее выгоден; 0 нейтрален; – наименее выгоден.

В настоящей работе представлены результаты исследования моделей неоднородностей копланарных линий из стандартной библиотеки программного пакета Microwave Office (MWO) с целью дальнейшего их использования для проектирования GaAs СВЧ МИС. Проверка выполнялась путем электромагнитного (ЭМ) моделирования неоднородностей и цепей на основе копланарных линий в подпрограмме EM Sight и других пакетах ЭМ.

КПЛ состоит из центрального проводника (шириной W) и отстоящих от него (на расстоянии S) полубесконечных земляных плоскостей, расположенных на одной стороне GaAs подложки [2]. К неоднородностям КПЛ относятся: короткозамкнутый и холостой шлейфы, воздушный мост, изгиб линии, T -соединение, перекрестное соединение и др. (рис. 1).

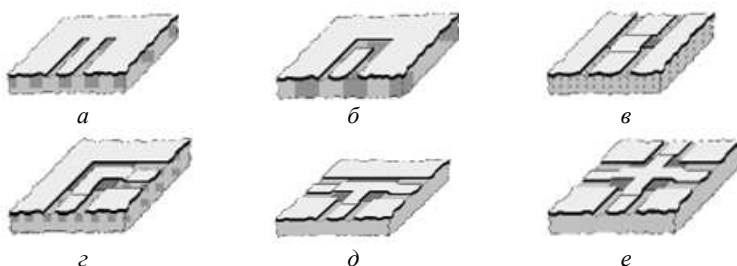


Рис. 1. Неоднородности копланарных линий: короткозамкнутый (а) и холостой (б) шлейфы, воздушный мост (в), изгиб (г), T -соединение (д), перекрестное соединение (е)

В ходе работы был проведен анализ моделей всех неоднородностей, представленных на рис. 1. Ниже приведены результаты моделирования параметров рассеяния некоторых неоднородностей в частотном диапазоне до 60 ГГц.

На рис. 2 представлены модель в MWO и результаты анализа изгиба КПЛ (см. рис. 1, г). Размеры элементов: $W = 10$ мкм, $S = 30$ мкм, $W_{ab} = 20$ мкм (ширина воздушного моста), $H_{ab} = 3$ мкм (высота воздушного моста), длина подводящих линий $L = 75$ мкм. Результаты, полученные при помощи моделей MWO, имеют хорошее согласование с результатами полного ЭМ анализа. В среднем расхождение результатов не превышает 5%.

На рис. 3 представлены модель в MWO и результаты моделирования симметричного T -соединения, при этом один вывод является холостым шлейфом. Геометрические параметры линии такие же, как и в предыдущем примере, длина подводящих линий $L = 195$ мкм, дли-

на холостогодного шлейфа $L_{\text{open}} = 100$ мкм, зазор между концом линии и земляной плоскостью $G = 30$ мкм. В среднем отклонение результатов не превышает 3%.

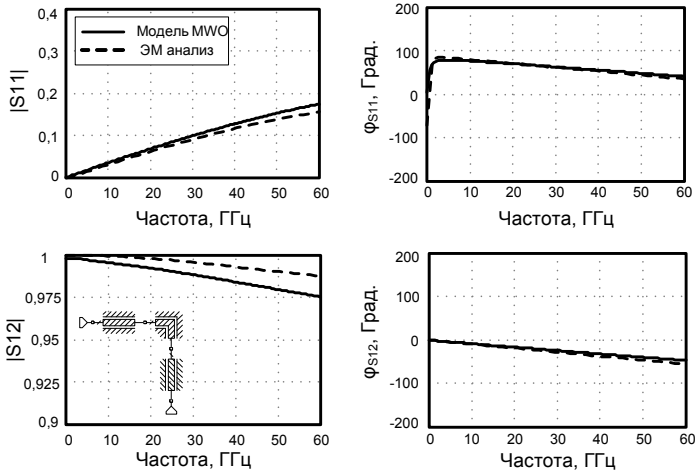


Рис. 2. Частотные зависимости S -параметров изгиба КПЛ

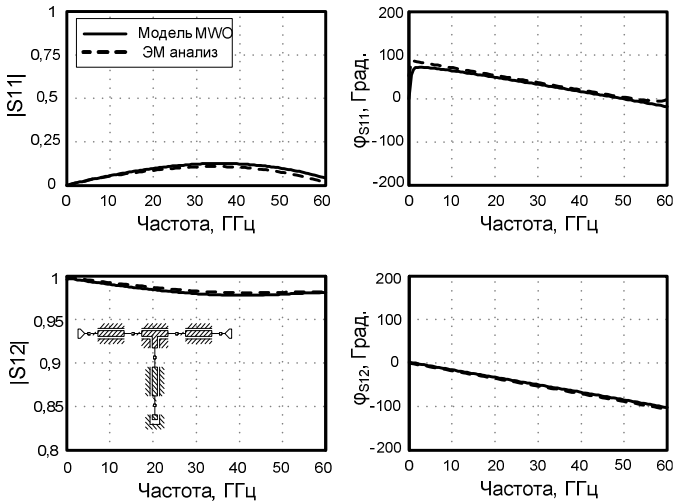


Рис. 3. Частотные зависимости S -параметров T -соединения

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы. Модели неоднородностей КПЛ из стандартной библиотеки MWO

пригодны для проектирования СВЧ МИС до 60 ГГц с погрешностью не более 5%. Для проектирования устройств, работающих на частотах выше 60 ГГц, необходимо провести дальнейшее исследование и уточнение моделей неоднородностей.

В настоящее время с помощью указанной библиотеки ведется проектирование маломощного усилителя Ка-диапазона. Однако для достоверного проектирования результаты моделирования необходимо подтвердить измерениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.imst.com/coplan/manual.html>
2. Simons N. Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems. John Wiley & Sons, 2001. 464 p.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ INDESYS

*С.Ю. Дорофеев, М.А. Песков, С.Е. Кошевой, А.С. Барышников,
аспиранты каф. КСУП, Л.И. Бабак, к.т.н., доцент каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, Dorofeev.Sergey@gmail.com*

В Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем (ЛИКС ТУСУР) был создан комплекс экспериментальных программ синтеза СВЧ РЭУ, основанных на оригинальных авторских методиках. Однако эти программные продукты, несмотря на то, что работают в одной предметной области, практически не имеют общей основы, обладают жесткой внутренней структурой, в связи с чем их поддержка и развитие значительно осложнены.

Для устранения указанных недостатков в настоящее время в ЛИКС разрабатывается единая интеллектуальная система автоматизированного проектирования (синтеза) СВЧ-устройств Indesys (Intelligent Design System) [1]. Данная система обеспечит синтез широкого класса активных СВЧ-устройств, в том числе транзисторных усилителей различных типов, полупроводниковых управляющих устройств (аттенюаторов, фазовращателей, амплитудных и фазовых манипуляторов), а также пассивных согласующих (СЦ), корректирующих цепей (КЦ) и фильтров.

Этапы разработки системы INDESYS. Особенностью создания системы Indesys является возможность использования в качестве базы уже существующих программ-прототипов. Для уменьшения трудоемкости и сокращения временных затрат были использованы специальные инструментальные средства, при проектировании активно исполь-

зовался международный стандарт описания моделей UML (Unified Model Language).

Вначале были проанализированы все возможные варианты использования существующих программ-прототипов, выделены основные проектные процедуры и операции. Всего было создано 12 UML-диаграмм вариантов использования программ, 20 UML-диаграмм деятельности. В результате анализа были выделены общие этапы и требования к функциональным возможностям системы.

После этого началась стадия проектирования, включающая в себя декомпозицию системы на набор модулей, выделение структуры классов с использованием объектно-ориентированного подхода и их последующая детализация до названий свойств и методов. В качестве основы для построения системы был использован шаблон проектирования программных систем (паттерн) Model-View-Controller («Модель-Вид-Контроллер»), активно использовались и другие паттерны. Всего в ходе работы было разработано более 70 UML-диаграмм классов.

После определения состава модулей, а также их структуры классов и детализации по разработанным UML-диаграммам был сгенерирован каркасный код на языке C# платформы .NET Framework. Данный код в дальнейшем наполнялся функциональным кодом в среде разработки Microsoft Visual Studio 2008. После реализации каждого класса и модуля разрабатывался модульный тест с использованием инструмента NUnit. После реализации методов синтеза проводилось комплексное тестирование методом сопоставления решений реальных задач проектирования разработанными методами и полученных при помощи использования других методик.

В процессе разработки активно использовалось средство многопользовательской разработки и контроля версий SVN Tortoise, проводилось регулярное архивирование исходных кодов и UML-диаграмм и документации, использовалась система учета ошибок и пожеланий пользователей Trac, разработан и внедрен внутренний стандарт качества программного кода. Именно такой подход к организации процесса разработки и тщательное проектирование структуры программы позволили разработать сложную программную систему, содержащую на данный момент около 1000 различных классов и интерфейсов (без учета используемых сторонних компонентов).

Структура системы INDESYS. Чтобы обеспечить возможность использования системы в качестве основы для реализации широкого спектра задач в области проектирования (синтеза) и характеристики (измерения параметров) различных СВЧ-устройств, было решено разделить ее на два уровня.

Первый (базовый) уровень Indesys Framework содержит общие механизмы, необходимые для реализации специфики данной предметной области: комплексная арифметика, логическое и геометрическое представление радиоэлектронных цепей, алгоритмы моделирования и расчета характеристик цепей, алгоритмы оптимизации, задание ограничений, расчет целевых функций, управление измерительной аппаратурой через стандартные протоколы VISA и др. Кроме того, этот уровень реализует общий пользовательский интерфейс, построенный на библиотеке пользовательских элементов управления DXperience, а именно – главное окно программы, дерево проекта, средства отображения данных (графические диаграммы), общие диалоговые формы.

Доступ к этому уровню обеспечивается через набор внешних программных интерфейсов Indesys Framework API, позволяющих получить доступ к любой части системы. Для обеспечения возможности автоматизации системы конечным пользователем в нее встроен скриптовый редактор Indesys ScriptEditor, позволяющий разрабатывать программы на языках C# и Visual Basic.NET. Он является особенно удобным инструментом при работе с измерительной аппаратурой – например, можно разработать программный скрипт, который снимает данные с прибора, обрабатывает их и выводит результаты в виде графиков.

Второй уровень системы Indesys является надстройкой над уровнем Indesys Framework и содержит авторские методы синтеза различных типов СВЧ-устройств. Методы реализованы в виде динамических подключаемых модулей (плагинов), которые могут содержать как конкретные алгоритмы методов синтеза, так и собственный пользовательский интерфейс. Кроме того, плагин может встраивать в систему свои панели инструментов, меню и MDI-окно, с помощью которых пользователь управляет процессом синтеза.

В настоящий момент реализован интерактивный визуальный метод синтеза СЦ и КЦ, активно разрабатывается синтез СЦ, фильтров и усилителей на основе генетических алгоритмов. Осуществлена интеграция системы Indesys с одной из самых распространенных САПР СВЧ-устройств – Microwave Office (MWO) фирмы Applied Wave Research. При этом возможен экспорт в среду MWO цепей, синтезированных в системе Indesys, а также импорт результатов, полученных с помощью алгоритмов моделирования MWO, обратно в систему Indesys. Выполненная работа позволит объединить созданные ранее программы на основе единой платформы Indesys Framework и обеспечить возможность синтеза различных типов СВЧ-устройств.

Работа поддержана грантами международной организации INTAS (№ 06-100024-9199) и Российского фонда фундаментальных исследо-

ваний (РФФИ №06-07-96916 и №1608-07-99034), а также грантами «Бизнес-старт с Microsoft», «У.М.Н.И.К.» и «Ползуновские гранты».

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеев С.Ю., Бабак Л.И. Организация универсальной программной системы для синтеза радиоэлектронных устройств на основе генетического алгоритма // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск, 2007. № 2 (16). С. 151–156.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ДИНАМИКИ СЛОЖНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

М.В. Дубаев, студент 4-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, Makc@mail2000.ru

Целью данной работы является разработка таких инструментальных средств, которые позволили бы частично формализовать процедуру качественной интерпретации поступающей информации и визуализировать результаты интерпретации.

Таким образом, задача поддержки работы оператора распадается на две взаимосвязанные: поддержку формирования обобщенных характеристик и на динамическую визуализацию образов, которые отображают состояние, соответствующее характеристикам.

Решая первую из задач, необходимо отдавать себе отчет в том, чтобы построение точных обобщенных характеристик, т.е. сведение описания процесса к какому-либо набору ситуаций, каждой из которых соответствовало бы свое управляющее воздействие, также свидетельствовало о полной формализуемости управляемого процесса и о возможности реализации чисто автоматического управления.

Указанные соображения об ограниченных возможностях формальной интерпретации делают логичной следующую идею визуализации: это должен быть единый рисунок, отдельные части которого изменяются в зависимости от изменений значений обобщенных характеристик, причем характер изменения рисунка должен быть связан с оценкой характера развития процесса (например, тенденция к аварийному изменению параметров должна отображаться такой трансформацией рисунка, которая, естественно, интерпретируется оператором как ухудшение обстановки).

Таким образом, инструментальные средства построения системы отображения динамики сложного технологического процесса должны обеспечивать:

- формальное описание (на основе широкого класса математических функций) совокупного изменения значений произвольных подмножеств параметров;
- качественную интерпретацию, т.е. задание качественных значений обобщенных характеристик, соответствующих формальным описаниям;
- графическое отображение в псевродинамическом режиме указанных обобщенных характеристик, удовлетворяющее условиям цельности рисунка и соответствия оценки характера развития процесса «общепризнанной» оценке типа изменения рисунка (его деталей).

Помимо организации визуализации описываемая система должна обеспечивать прием и хранение параметров процесса, доступ к ним в удобной для пользователя форме, функционирование пакетов первичной обработки, связь с системой принятия решений, помощь пользователю по работе с системой. Разнообразие функций системы, необходимость доступа из различных ее частей к взаимосвязанным параметрам и характеристикам, требование удобства использования накладывают свой отпечаток на выбор подхода к реализации. Для реализации системы был выбран гипертекстовый подход, обеспечивающий доступ к материалу в произвольной последовательности. Система визуализации была реализована с использованием системы LinkWay, которая является гипертекстовой, относящейся к наиболее мощной его разновидности – системам гипермедиа (hypermedia). Принципиальной особенностью систем гипермедиа является дальнейшее развитие идеи ассоциативно связанной текстовой информации: распространение данного толкования на графическую и звуковую, хранящуюся в ЭВМ в цифровой форме.

Назначение системы визуализации заключается не только в том, чтобы предоставить оператору информацию о состоянии процесса, но и вызвать подсистему выработки рекомендаций по принятию решений о действиях в условиях аварии. Такие рекомендации формируются специальной программой анализа ситуации, разрабатываемой для конкретного технологического процесса и подключаемой к системе визуализации. Программа инициализируется либо автоматически, если в процессе работы любая из качественных величин превысила критический порог, либо по запросу оператора. Программе анализа передается информация о значениях входных параметров процесса, обобщенных характеристик, качественных величин и о зависимостях между ними. На основе переданной информации программа должна проанализировать ситуацию и выработать код ситуации, возвращаемый подсистеме визуализации. Используя такой код, подсистема отображает соответствующую ему информацию (рекомендации оператору) на

экране. Возврат в систему для продолжения наблюдения за ходом процесса осуществляется либо по истечении интервала времени, либо после нажатия любой клавиши на клавиатуре.

Технология работы над системой отображения может быть организована следующим образом.

Анализируется предметная область и выявляются обобщенные характеристики, число которых, по-видимому, не должно превышать 7–8. Выявляются диапазоны изменений обобщенных характеристик, для каждой из которых строится шкала оценки качества. В такой шкале, содержащей от 2 до 10–12 делений, указываются диапазоны, внутри которых значения обобщенных характеристик могут считаться постоянными (дискретизация обобщенных характеристик). Кроме того, на шкале указываются «критические точки» (уставки), при переходе через которые состояние обобщенных характеристик меняется качественно. Формируется сюжет сцены и вырабатываются рекомендации художнику по прорисовке состояний элементов и базовой картинке. На базовой картинке выделяются зоны (реализуются прямоугольные и непересекающиеся зоны), в каждой из которых будет представлен свой элемент. Допускается «плавание» элемента внутри отведенной для него зоны.

Далее на основе анализа предметной области прорисовываются базовые картинки и элементы во всех возможных состояниях. Опыт показывает, что удобно рисовать все элементы в сходных по качеству состояниях вместе на одной картинке. Созданные реализации элементов «вырезаются» из картинки и записываются в виде отдельных файлов-спрайтов или файлов-подпрограмм, а также библиотеки файлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журнал САПР и графика – <http://www.sapr.ru/>

АРМ ДЛЯ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ «ВОУ-12»

М.Д. Федоров, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР

Целью данной работы являлось создание автоматизированного рабочего места (АРМ) управления водоочистой станцией, состоящей из пяти гидродинамических установок ГДВУ 03/20. Разрабатываемый АРМ должен удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечивать выполнение процессов очистки воды и промывки установок в автоматическом режиме с соблюдением норм безопасности технологического процесса;

- осуществлять сбор данных с устройств нижних уровней и передавать управляющие команды контроллерам;
- предоставлять оператору значения всех технологических параметров станции, необходимых для мониторинга и управления работой станции;
- вести архивирование данных в виде трендов, таблиц, сменных отчетов, журнала событий;
- обеспечивать контролируемость системы в аварийных ситуациях (обнаружение аварии и экстренный останов).

На первом этапе работы сформирован список технологических параметров, необходимых для управления, составлен перечень сигналов для обмена данными между АРМ и нижним уровнем автоматизированной системы управления (перечень приведен в табл. 1 и 2) и реализован алгоритм управления водоочистой станцией в автоматическом режиме.

Таблица 1

Перечень аналоговых сигналов (для одной установки)

1	Уровень в ЦПЕ
2	Расход исходной воды
3	Расход очищенной воды
4	Расход промывочной воды

Таблица 2

Перечень дискретных сигналов управления (для одной установки)

1	ВТ1 открыт
2	ВТ1 закрыт
3	ВП1 открыт
4	ВП1 закрыт
5	ВП2 открыт
6	ВП2 закрыт
7	ВТ2 открыт

Разработанный АРМ позволяет существенно повысить оперативность управления станцией; увеличить срок службы оборудования за счет использования алгоритмов оптимального управления; повысить производительность за счет уменьшения времени простоя и своевременного предупреждения об авариях.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ МЕСТ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

А.А. Фимин, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-420-07-33, boom27@sibmail.com

Пустые, но ярко освещенные лестничные площадки и приквартирные коридоры – привычная картина для большинства жителей многоэтажных домов. В приквартирных коридорах и лифтовых холлах лампы горят зря более 95% времени [1].

Достойным выходом из ситуации является автоматизация освещения в подъездах, позволяющая оптимизировать работу источников света, существенно экономить электроэнергию, продлевать срок службы осветительных приборов.

Известные способы автоматизации освещения многоэтажных домов [1–3] имеют ряд недостатков:

1) Значительные затраты времени и средств на прокладку информационных кабельных сетей и перекладку силовых сетей под освещение.

2) Блоки управления не интегрированы в единую систему.

3) Изменение регулируемых параметров системы сопряжено со значительными затратами времени.

4) Сложность интеграции с другими системами автоматизации зданий (безопасности, отопления, вентиляции).

5) Отсутствие контроля состояния электроламп.

6) Отсутствие дистанционной диспетчеризации системы.

Решить проблему автоматизации освещения можно с помощью современной беспроводной технологии ZigBee.

Технология ZigBee – это набор протоколов и расширений к международному стандарту IEEE 802.15.4, реализация которых обеспечивает информационную совместимость устройств различных производителей, выполняющих низкоскоростной обмен данными (до 250 кбит/с) по радиоканалу (2,4 ГГц, 915 и 868 МГц) на небольшие расстояния (десятки – сотни метров) [4, 5].

Достоинства технологии ZigBee:

1) низкая стоимость систем вследствие дешевизны составляющих и отсутствия затрат на кабель и его монтаж;

2) малое энергопотребление;

3) поддерживает сложные беспроводные сети с ячеистой топологией с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений;

4) высокая надежность сети, обеспечиваемая возможностью самовосстановления путем поиска новых маршрутов для передачи данных;

- 5) масштабируемость за счет увеличения расстояния посредством ввода дополнительных ячеек;
- 6) простота установки: ZigBee-устройства при включении питания умеют сами находить друг друга и формировать сеть;
- 7) поддерживается шифрование передаваемых данных;
- 8) применение технологии ZigBee на территории России возможно без оформления лицензий на частоту 2,4 ГГц;
- 9) независимость от производителя оборудования.

На базе технологии ZigBee разработана автоматическая система управления освещением мест общего пользования в многоэтажных жилых домах. Система состоит из:

- датчиков движения и освещенности со встроенными ZigBee-модемами;
- диммеров со встроенными ZigBee-модемами. Диммеры плавно включают и выключают лампы, чем значительно продлевают их срок службы, а также регулируют уровень освещения;
- этажных и общедомового контроллеров со встроенными ZigBee-модемами.

На каждом этаже устанавливаются датчики, реагирующие на уровень освещенности и на движение в контролируемой зоне. Они реагируют на открывание двери на этаже а также на движение по лестнице. ZigBee-модем каждого датчика заранее сконфигурирован на работу в качестве узла беспроводной сети.

На лестничной площадке каждого этажа в электрошкафу размещаются этажные контроллеры, которые имеют сетевое питание и выполняют функцию маршрутизаторов сети. Этажные контроллеры используют модемы с дополнительным усилителем мощности, что дает возможность передавать данные на расстояние в 3–5 этажей.

Установка маршрутизаторов на каждом этаже позволяет иметь несколько возможных путей для передачи сообщений. При этом сеть самостоятельно выбирает путь с наименьшим количеством ретрансляций.

Домовой контроллер располагается в подвальном помещении здания. Его встроенный модем заранее программируется на работу в качестве центрального узла сбора данных. По сети Ethernet домовой контроллер сообщает в управляющую компанию о состоянии системы. Например, если на любом этаже перегорела лампочка – в управляющей компании тут же об этом узнают.

Работает система просто. При движении по лестнице либо при открытии двери срабатывает датчик движения, и в случае недостаточной освещенности контролируемой зоны датчик через этажный контроллер либо напрямую посылает радиосигнал соответствующему реле или диммеру, который и включит лампу.

Для передачи сообщения сеть ZigBee автоматически находит наиболее короткий маршрут с удовлетворительным качеством связи в обоих направлениях. Если с течением времени какой-либо из маршрутизаторов выходит из строя, то сеть автоматически осуществляет поиск нового оптимального маршрута.

Разработанная система легко интегрируется с другими автоматизированными системами здания. Например, разместив на этажах беспроводные датчики дыма, газа, разбития стекол, получим дополнительно к системе управления освещением еще и систему безопасности.

По сравнению с известными аналогами разработанный способ автоматизации на базе технологии ZigBee имеет преимущества:

- 1) Высокая скорость развертывания системы.
- 2) Не требуется перекладка силовых сетей под освещение и прокладка информационных кабельных сетей.
- 3) Высокая гибкость системы – легко масштабируется и реконфигурируется.
- 4) Высокая надежность и безопасность.
- 5) Легко интегрируется с другими автоматизированными системами здания.
- 6) Обеспечивает дистанционный контроль состояния элементов системы.
- 7) Позволяет значительно сократить расходы электроэнергии на освещение.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://gkh.rielta.ru/> – Как сэкономить на освещении мест общего пользования в многоквартирных домах.
2. <http://smarthouse.rostov.ru/> – Автоматическое управление освещением в подъезде и контроль инженерных систем.
3. <http://www.kipi.ru/a/writeus/> – АСУ ТП для ЖКХ.
4. <http://www.zigbee.org/> – Беспроводная технология ZigBee.
5. <http://www.gkhprofi.ru/content/604.html> – Технология ZigBee и коммунальный комплекс России.

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ОПЕРАТОРА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

***К.А. Фотин, студент 5-го курса ФВС, Т.В. Зайцева*, управляющий
развлекательным комплексом ООО «Елань-Томск» «Grand Prix»
г. Томск, ТУСУР, dark_raven@sibmail.com
*ООО «Grand Prix» оператор видеонаблюдения***

Цель работы. Разработка программы, являющейся средой работы для оператора видеонаблюдения в казино.

Все операции этого процесса непрерывно записываются с помощью оператора видеонаблюдения, который, используя программные продукты, применяемые в организации, контролирует правильность выполнения данных операций. Также ведется конспект событий в бумажном варианте.

С развитием возможностей усиливается потребность в быстрой и качественной обработке событий происходящих во время работы ССТV, чтобы не отвлекаться от происходящего в данный момент. Для этого создается пользовательский интерфейс для работы с отчетностью.

Есть и другие возможные применения в любых предприятиях, где оператору видеонаблюдения необходимо создавать ежедневную отчетность.

Область применения графических пользовательских интерфейсов пользователя встречается нам на каждом шаге работы с практически любым приложением.

Интерфейс пользователя – совокупность средств, при помощи которых пользователь общается с различными устройствами, чаще всего – с компьютером или бытовой техникой либо иным сложным инструментарием (системой).

Интерфейс пользователя компьютерного приложения включает:

- средства отображения информации, отображаемую информацию, форматы и коды;
- командные режимы, язык «пользователь – интерфейс»;
- устройства и технологии ввода данных;
- диалоги, взаимодействие и транзакции между пользователем и компьютером, обратную связь с пользователем;
- поддержку принятия решений в конкретной предметной области;
- порядок использования программы и документацию на нее.

Существуют различные методы реализации пользовательских интерфейсов.

Большинство из них написаны в соответствии со всеми правилами выполнения графических пользовательских интерфейсов, просто не все они применимы к конкретной области использования.

Есть множество приложений для подобной сферы работы, например «Система управления казино DELTA».

Это одна из наиболее полных и широко используемых систем для ведения отчетности по казино, однако в ней нет модуля для работы оператора видеонаблюдения.

Выбор алгоритма производился по трем критериям:

- 1) качество результата;
- 2) наглядность и простота использования;
- 3) трудоемкость его реализации.

[illegible]

Наиболее подходящий интерфейс по этим критериям основан на построении графических пользовательских интерфейсов, так как он позволяет получить наиболее качественный и наглядный результат по сравнению с другими методами работы с отчетностью.

***В.В. Илющенко, аспирант кафедры электропривода
и электрического транспорта***

2. Иркутск, Иркутский государственный технический университет,
энергетический факультет, т. (3952) 405-124, i03@istu.edu

157

Для обеспечения надежности и увеличения срока службы IGBT разрабатываются для определенного числа циклов коммутации, которые обычно соответствуют определенному числу температурных циклов. Основным определяющим параметром при работе IGBT является температура перехода его полупроводникового элемента $T_j(\max)$. Для обеспечения запаса все статические и динамические характеристики IGBT рассчитываются не для максимальных значений $T_j(\max)$ (например, 150 °C), а для максимальной температуры 125 °C, которая гарантируется производителями. Однако наиболее важные характеристики IGBT ухудшаются с ростом температуры. По этой и другим причинам определению максимальной рабочей температуры уделяется особое внимание [1].

Имитационные программы для расчета режимов работы мощных преобразовательных устройств имеются практически у всех основных производителей силовых модулей. Довольно мощные компьютерные средства разработки доступны, например, на сайтах компаний EUPEC/Infineon и Mitsubishi. Как правило, данные программы предназначены для расчета мощности потерь и температуры перехода, с их помощью разработчик может в дальнейшем с высокой степенью достоверности выбрать силовой ключ или готовую сборку.

Однако на основании этих расчетов в большинстве случаев разработчику необходимо также выбрать способ охлаждения модулей, скорость охлаждающей среды и рассчитать параметры драйвера.

Наиболее широкие возможности для необходимых в этом случае вычислений имеет программа SemiSel v. 3.1, on-line версия которой доступна на сайте компании SEMIKRON. Программа предлагает пользователю несколько режимов работы, включающих тепловой расчет, выбор силового ключа (Devise Proposal) или готовой сборки (StackSel), выбор и расчет режимов работы драйвера (DriverSel).

В первую очередь программа предназначена для решения задач оптимального выбора модуля для заданной конфигурации схемы.

Кроме того, в итоге может быть достигнута оптимальная техническая и экономическая эффективность, а также найдено оптимальное соотношение основных электрических характеристик (частоты переключения, эффективности системы охлаждения, перегрузочной способности и т.п.).

С помощью данной программы разработчик также имеет возможность построения графиков зависимости выходного тока от частоты ШИМ ($I_{\text{out}} = f(f_{\text{sw}})$), зависимости мощности потерь от выходного тока ($P_{\text{tot}} = f(I_{\text{out}})$), зависимости температуры кристалла от выходного тока ($T_j = f(I_{\text{out}})$), а также зависимости мощности потерь от частоты ШИМ ($P_{\text{tot}} = f(f_{\text{sw}})$).

При расчетах программа использует выражения, полученные аналитическими методами, для описания компонентов используются упрощенные функции и аппроксимации. Например, расчет температур переходов основан на упрощенной эквивалентной температурной блок-схеме (рис. 1).

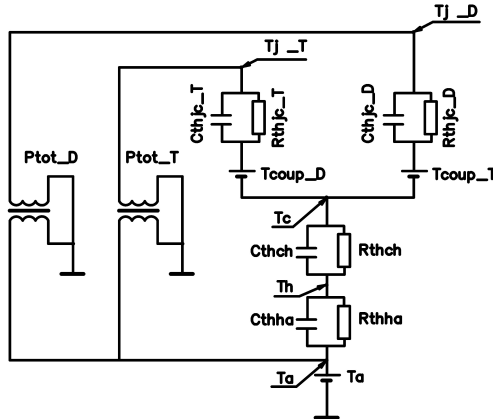


Рис. 1. Эквивалентная температурная блок-схема

Тепловая модель модуля может быть представлена в виде эквивалентной электрической схемы, на которой все тепловые переходы изображены в виде RC -цепочек, где R является тепловым сопротивлением, а C – теплоемкостью определенного элемента конструкции. Источники тепла на электрической схеме заменяются источниками тока, а базовые значения температуры (например, T_a – температура окружающей среды) – источниками напряжения [2].

Эквивалентная блок-схема ограничивается одним транзистором и его коммутирующим диодом в силовом модуле, т.е. теми двумя компонентами, через которые проходит ток нагрузки в течение одной полуволны синусоиды. Далее программа производит вычисления в соответствии с выражением (1) или, если расчет производится в режиме перегрузки, в соответствии с выражением (2), в котором тепловое сопротивление R_{th} заменяется на тепловой импеданс Z_{th} , что позволяет получить мгновенное значение T_j в зависимости от длительности режима:

$$T_j = P_{tot} \times (R_{thjc} + R_{thch} + R_{thha}) + T_a, \quad (1)$$

$$T_j(t) = P_{tot}(t) \times (Z_{thjc}(t) + Z_{thch}(t) + Z_{thha}(t)) + T_a. \quad (2)$$

После расчета начальных значений потерь и температуры тепловых переходов, определяемой относительно температуры окружающей среды T_a , производится коррекция полученных значений с учетом тепловых коэффициентов. Далее расчет повторяется, и новые, более точные результаты снова корректируются, программа позволяет произвести до нескольких десятков итераций. В случае получения неудовлетворительных результатов, о чем программа сообщит пользователю в форме комментария, можно изменить исходные данные и произвести расчет заново.

При всем многообразии имеющихся в распоряжении конструктора программ, включая такое мощное средство проектирования, как MatLab, невозможно представить себе процесс разработки сложного технического устройства, такого как силовой инвертор, без средств автоматизированного расчета его элементов.

Автоматизированный комплекс SemiSel позволяет быстро, а главное, безошибочно решить большинство задач, стоящих перед разработчиком на самом ответственном этапе проектирования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Semikron. Принципы работы мощных полупроводниковых приборов / Semikron // Рынок микроэлектроники.
(http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/transistor/igbt_semi/index.htm)
2. Колпаков А.И. Программа SemiSel – «скорая помощь разработчику» / А.И. Колпаков // Компоненты и технологии. 2006. № 10.
(<http://www.terraelectronica.ru/files/notes/s061215.pdf>)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

П.В. Килипко, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-409-02-07, pkilipko@gmail.com

Основная цель работы – составить проект структурированной кабельной системы. Разрабатываемая СКС должна соответствовать принятым международным стандартам и обеспечить передачу всех видов информации (данные, а также потоковая аудио- и видеoinформация) с учетом перспектив развития современных информационных технологий.

Любая СКС представляет собой древовидную структуру или топологию «иерархической звезды». Узлами такой оригинальной структуры являются специализированные помещения, которые соединяются между собой оптическими или медными кабелями. Для построения СКС используется два типа помещений – аппаратные и так называемые

мые кроссовые комнаты. Последние представляют собой помещения, в которых располагается коммутационное оборудование. Обычно они играют роль распределителя и располагаются в непосредственной близости от стояка. В аппаратных комнатах устанавливается сетевое оборудование общего пользования: серверы, концентраторы, АТС и т.п. Аппаратная может быть соединена с кроссовой комнатой здания. Так, сетевое оборудование может подключаться без дополнительной разводки сразу к коммутационной части. В аппаратную сходятся кабели внешней магистрали, которые подключают к ней кроссовую комнату здания. Непосредственно в нее укладываются внутренние магистральные линии, присоединяющие к ней кроссовые этажа. Розетки рабочих мест подключаются уже к самим кроссовым этажа. Следует отметить, что система обладает только одной кроссовой внешних магистралей. Каждое здание, в свою очередь, располагает только одной кроссовой здания. Кроссовая этажа может обслуживать несколько смежных этажей, если позволяет расстояние. Может быть и несколько кроссовых этажа на одном уровне, тогда каждая кроссовая из них связывается напрямую с кроссовой самого здания.

При построении СКС проводится тестирование всей системы и отдельных ее элементов на качество прохождения сигнала и соответствие требованиям стандарта категории. Сертификация на соответствие требованиям по категории гарантирует работоспособность по крайней мере кабельной части.

Для небольшой фирмы, которая не собирается эксплуатировать строящуюся сеть постоянно, возможно, прокладка кабеля собственными силами будет представлять наиболее дешевое и оптимальное решение. Если сеть необходима для непрерывной работы и ее простой или потеря данных могут повлиять на работоспособность предприятия, то потери от сбоя системы становятся более значительными. Экономия на информационной системе может обернуться большими потерями в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.Б., Стрижаков С.К. Структурированные кабельные системы. М., 2001.
2. The Cabletron Systems Guide to Local Area Networking // Cabletron Systems Ltd. 2000. S. 2. P. 3.
3. Международный стандарт ISO/IEC 11801:1995(E).

РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ № 1, 7, 8 ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ № 3 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ» г. ЧЕРЕПЕОВЕЦ

***В.М. Ключников, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-424-39-34, k_v_m@ms.tusur.ru***

В настоящее время в России остро стоит вопрос замены устаревшего оборудования на современные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Основными причинами этого являются невозможность реализации на существующем оборудовании современных подходов к автоматизации, обусловленных использованием компьютерных технологий, микропроцессорной техники и программных систем; устаревшая элементная база, уже не выпускаемая промышленностью, с небольшими функциональными возможностями и сервисными функциями; кроме того, модернизация с целью усовершенствования устаревших систем обойдется дороже, чем их замена.

Значительное число предприятий на территории России испытывают необходимость в модернизации основного технологического оборудования и систем контроля и управления. Радикальным решением этой проблемы является демонтаж существующих средств систем комплексного управления и замена их полномасштабной АСУТП.

Доменное производство является основной отраслью предприятия ОАО «Северсталь» г. Череповец. Для непрерывного режима работы доменных печей необходимо постоянное нагнетание воздуха, обогащенного кислородом. Существующая система регулирования работы компрессоров не позволяет оптимально использовать оборудование.

Факторы и причины, влияющие на работу компрессоров:

- гидравлическая маслосистема регулирования частоты вращения турбины с поршневым регулятором скорости не обеспечивает высокой точности регулирования из-за трений и пульсаций давления масла за главным маслонасосом;

- работоспособность существующей системы регулирования зависит от качества турбинного масла;

- гидравлический противопомпажный регулятор не обладает быстроедействием, точностью для поддержания необходимого режима дутья;

- неточность контура противопомпажного регулирования приводит к избыточному сбросу в атмосферу обогащенного кислородом дутья в зимний период;

- оборудование КИПиА морально устарело и физически изношено.

Целью настоящей работы является повышение эффективности, надежности, экономичности работы компрессоров, сведение к минимуму количества сбоев в работе путем их реконструкции.

В результате реконструкции предусматривается замена шкафов управления фирмы «Логика-Т» на современное оборудование немецкой компании «Siemens», а также создание верхнего уровня с использованием программного обеспечения этой компании.

Задача разбивается на ряд подзадач, одна из которых – разработка верхнего уровня АСУТП – выполнена в ходе данной работы. Разработка верхнего уровня осуществлялась на программном обеспечении фирмы «Siemens» с использованием Scada-системы «WinCC 6.0», предоставляемой в комплекте с контроллерами фирмы «Siemens».

В соответствии с функциональными схемами, предоставленными заказчиком, и техническим заданием предусмотрены оснащение компрессоров № 1, 7, 8 средствами автоматизации, сбор информации по месту и отображение на АРМ-оператора информации о состоянии компрессоров в объеме, достаточном для диагностики состояния технологического процесса и управления дутьем на доменные печи.

АРМ оператора позволяет управлять работой компрессоров в автоматическом, дистанционном и ручном режимах.

С экономической точки зрения данная реконструкция дает следующие плюсы:

- экономия энергоресурсов;
- увеличение сроков службы технологического оборудования;
- снижение затрат на планово-предупредительные и ремонтные работы;
- обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за ходом технологических процессов.

СИНТЕЗ СВЧ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ

С.Е. Кошевой, С.Ю. Дорофеев, аспиранты каф. КСУП,

Л.И. Бабак, к.т.н., доцент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, sergey.koshevoy@gmail.com

Большинство современных систем автоматизированного проектирования (САПР) радиоэлектронных устройств (РЭУ) позволяют решать только задачу расчета характеристик по уже заданной схеме устройства. Процесс синтеза, то есть определение схемы устройства

и параметров элементов по заданным требованиям к характеристикам, является сложной и актуальной задачей. В настоящее время синтез, как правило, осуществляется на основе эвристического подхода с использованием опыта разработчика, упрощенных инженерных методик, а также методом проб и ошибок.

Приведенные обстоятельства, наряду с быстро возрастающей потребностью современного общества в создании СВЧ РЭУ для применения в различных областях науки и техники, а также явной нехваткой квалифицированных специалистов, указывают на актуальность разработки теории, методов, алгоритмов и программного обеспечения для автоматизированного решения задачи синтеза СВЧ РЭУ. Наибольший интерес с точки зрения коммерческого использования представляет синтез цепей методом генетических алгоритмов (ГА).

В Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ЛИКС ТУСУР) разрабатывается интеллектуальная система Indesys (Intelligent Design System), которая позволяет обеспечить синтез СВЧ РЭУ различными методиками, в том числе с использованием ГА.

ГА – это стохастические, эвристические оптимизационные методы, впервые предложенные Холландом в 1975 г. Они основываются на идее эволюции с помощью естественного отбора, выдвинутой Дарвином.

Одним из отличий ГА по сравнению с классическими (детерминированными) методами оптимизации является то, что они оперируют не с единственным решением, а с целой совокупностью (популяцией) решений. Второй особенностью является использование одновременно стратегий детерминированного и случайного поиска. Это делает ГА более эффективным при поиске глобально-оптимальных решений в задачах высокой размерности, а также менее подверженными сходимости к локальным оптимумам, чем традиционные оптимизационные методы.

ГА имитируют эволюционные процессы в природе, такие как генетическое наследование, мутация и естественный отбор. В задаче синтеза цепи представляются в виде «особей», совокупность которых образует «популяцию». В каждой особи специальным образом закодирована информация о структуре и параметрах элементов цепи, которой они обмениваются в результате процесса синтеза.

ГА манипулируют популяцией хромосом на основе механизма натуральной эволюции. Таким образом, из поколения в поколение хорошие характеристики распространяются по всей популяции. Скрещивание наиболее приспособленных особей приводит к тому, что исследуются наиболее перспективные участки пространства поиска.

После окончания процесса синтеза проектировщик имеет не одно, а целый ряд решений, из которых он может выбирать наиболее подходящее с точки зрения формальных и неформальных критериев (опыта). Реализация описания РЭУ в системе Indesys позволяет накладывать ограничения не только на диапазоны варьирования параметров всех элементов, но и полностью управлять структурой синтезируемой цепи, что позволяет ограничить пространство поиска цепей до структур, удобных с точки зрения подачи тока смещения на транзистор и т.п.

С недавнего времени в задачах синтеза цепей с использованием ГА все более частое применение находят так называемые морфологические методы описания структуры синтезируемых устройств.

Суть морфологических методов заключается в следующем: сначала определяется пространство поиска, которое обязательно должно включать в себя искомое решение (схему устройства), а затем это пространство сужается, осуществляя поиск этого решения. Морфологический подход является формальным и допускает компьютерную реализацию.

Цепи в системе Indesys описываются в виде иерархической структуры топологических шаблонов. Шаблоны обеспечивают высокую скорость моделирования за счет использования прямых формул, что очень важно с точки зрения итерационных алгоритмов синтеза. Для описания всех возможных вариантов структур (обобщенных моделей различных типов РЭУ) используется морфологическое И/ИЛИ дерево. Морфологические деревья позволяют описать обобщенную структуру любого типа устройств в виде иерархии наборов топологических соединений компонентов.

Связью ИЛИ описываются альтернативные варианты топологий в том или ином шаблоне, связью И описываются соединения шаблонов. Благодаря такому подходу можно обеспечить полный контроль структуры цепи и номиналов элементов в любом месте синтезируемого РЭУ, что очень важно с точки зрения реализации цепей на практике.

В упрощенном виде процесс синтеза устройств, структура которых описана в морфологическом дереве, с помощью ГА имеет следующие основные этапы:

- 1) путем рекурсивного обхода морфологического дерева формируется максимальный набор параметров, описывающих структуру, а также параметров, описывающих номиналы элементов устройства;
- 2) по набору этих параметров (кол-во параметров, минимумы, максимумы) настраивается ГА и генерируется случайным образом начальное поколение;
- 3) выполняются операторы скрещивания и мутации особей, таким образом, формируется новая популяция;

4) происходит декодирование особей и вычисление оценочной функции для каждой из них;

5) происходит сортировка и отбор наиболее приспособленных особей по значению оценочной функции;

6) проверяется условие останова – если пользователя удовлетворяет полученное решение и он нажал кнопку «стоп», то синтез останавливается, в обратном случае происходит переход на пункт 3.

Работа поддержана грантами «Бизнес-старт с Microsoft» международной организации INTAS-CNES (№ 06-1000024-9199) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ № 06-07-96916 и № 1608-07-99034), «У.М.Н.И.К.», «Ползуновские гранты», рядом целевых программ финансирования и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеев С.Ю., Бабак Л.И. Организация универсальной программной системы для синтеза радиоэлектронных устройств на основе генетического алгоритма // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск, 2007. № 2 (16). С. 151–156.

АДАПТАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Д.Д. Лапшин, аспирант каф. систем автоматизированного проектирования и информационных систем

г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет, т. 8-(4732) 437-704, dlapshin@mail.ru

В настоящее время для повышения оперативности и своевременного информационного обеспечения решения задач в процессе управления развитием сложными техническими системами реализованы автоматизированные информационные системы, ориентированные на оперативную и аналитическую обработку информации.

Системы оперативной обработки данных – это средства ведения баз данных и формирования регламентированных отчетов; эти системы удовлетворяют требованиям пользователей и значительно облегчают процессы повседневной обработки информации, поступающей из различных источников [1].

А. Сложность использования моделей поддержки принятия решений в процессе управления развитием сложных систем непрограммируемым пользователем. В данных системах реализовывать методы с использованием типовых видов рассуждений и анализа, характерных для данной предметной области.

Б. Ориентация моделей поддержки принятия решений на исследовательские задачи.

Системы поддержки принятия решений (СППР) изначально разрабатывались для выполнения исследовательских задач. Характеристика систем, ориентированных на аналитическую обработку в организациях управления, представлена в таблице.

Характеристики данных в системах, ориентированных на оперативную и аналитическую обработку информации

Характеристики	Аналитическая обработка в научно-исследовательских организациях	Аналитическая обработка в организациях управления
Источник данных	Внешние (по отношению к аналитической системе)	Внешние и внутренние
Частота обновления	Низкая частота, большими порциями	Высокая частота, большими порциями
Возраст данных	Исторические (за период в несколько лет, десятки лет) и прогнозируемые	Исторические (ретроспективные), текущие и прогнозируемые данные
Уровень агрегации	Агрегированные данные	Детализированные и агрегированные данные

Анализ таблицы показывает, что при использовании моделей СППР в практической работе органов управления основная часть усилий и большая часть времени пользователями тратится на процесс подготовки и уточнения исходной информации, необходимой для функционирования соответствующих моделей поддержки принятия решений.

В. Ориентация моделей СППР на решение «прямых» задач в процессе управления развитием сложных технических систем (СТС).

Результаты моделирования представляются в виде типового отчета, и, как правило, после просмотра такого отчета появляется не готовый ответ, а возникает новая серия вопросов, требующих оперативно-го решения как прямых, так и обратных задач [2]. Для адаптации к реальным условиям систем поддержки принятия решений в процессе управления развитием СТС необходимо:

а) получить возможность решать прикладные задачи анализа, используя их содержательное описание и определения значений исходных данных без программирования процесса решения задач в реальном масштабе времени;

б) создать инструментальные средства с «дружественным» интерфейсом;

в) повысить гибкость функциональных возможностей системы.

В реализованных информационных системах базы данных (БД) представляют собой либо локальные, разрозненные, отличающиеся различными формами представления данных, либо единую базу данных, размещенную на одном узле вычислительной сети. Для ускорения доступа и повышения оперативности формирования соответствующих решений необходимо:

- а) разделить функциональные компоненты единой БД на оперативную и аналитическую части; аналитическая БД должна работать только в режиме чтения и содержать только агрегированные данные; уровень агрегации определяется уровнем организационной иерархии – запроса и временем, располагаемым для принятия решений;
- б) разместить функциональные компоненты единой БД на отдельных узлах вычислительной сети;
- в) разработать механизм автоматического наполнения и верификации информации в аналитическую БД из оперативной БД и других внешних источников.

Для того чтобы обеспечить гибкость информационных систем, ориентированных на анализ данных и поддержку принятия решений в процессе управления развитием СТС, и сократить расходы на разработку, целесообразно использовать пакетный подход при проектировании. Цель данного подхода – сформировать набор модулей, охватывающих предметную область. Это означает, что для любой задачи может быть построена расчетная схема, ее решающая: подмножество модулей из сформированного набора, надлежащим образом организованное.

Отличие пакетного подхода от библиотеки модулей состоит в том, что при построении библиотеки не ставится цель «покрытия» предметной области, т.е. формирования конкретных конфигурационных программ исключительно из модулей, хранящихся в библиотеке. Как правило, программа состоит из модулей, разработанных и хранящихся вне библиотеки. Они, помимо основной, функциональной нагрузки, должны обеспечивать межмодульный интерфейс (взаимодействие по данным и управлению). В пакете программ любая конкретная конфигурация программы целиком состоит из модулей пакета, что позволяет работать с ним любому пользователю, не знакомому с программированием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахаров А.А. Концепции построения и реализации информационных систем, ориентированных на анализ данных // СУБД. 1996. № 4. С. 111–119.
2. Каменова М.С. Корпоративные информационные системы: технологии и решения // СУБД. 1995. № 3. С. 56–62.

**РАЗРАБОТКА АСУ ТП ДОБЫЧИ НЕФТИ ТПП
«ЛАНГЕПАСНЕФТЕГАЗ» НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НПО «ИНТРОТЕСТ»**

В.В. Леонов, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-409-02-03, cartmani@mail.ru

Объектом исследования является кустовые площадки с насосным оборудованием для непрерывной перекачки нефти из скважин на узел учета нефти, с последующей транспортировкой ее в систему магистральных нефтепроводов.

Цель работы – автоматизация кустовых площадок.

В результате изучения площадок был усвоен технологический процесс добычи нефти, подготовки и перекачки нефти.

Добыча нефти на сегодняшний момент является едва ли не самой главной из отраслей промышленности не только для Российской Федерации, но мира в целом. Пока не разработаны альтернативные источники энергии, трудно переоценить роль нефти в современном мире.

Была изучена работа КИПиА в цехе добычи нефти и газа (ЦДНГ-6), а также его объектов, таких как кустовые площадки, блок кустовой насосной станции (БКНС), дожимной насосной станции (ДНС).

В качестве индивидуального задания следовало автоматизировать систему управления технологическим процессом по добычи нефти и газа.

Целью автоматизации технологических и производственных процессов является более полное использование потенциальных возможностей, заложенных в технологии и управлении и, прежде всего:

- наиболее полное извлечение нефти из продуктивных пластов с установленными технико-экономическими показателями;
- повышение производительности оборудования;
- сокращение обслуживающего персонала;
- сокращение потерь всех видов ресурсов;
- улучшение качества подготовки нефти, газа, воды, которые позволяют получить экономический эффект по сравнению с базовыми вариантами автоматизированного технологического комплекса или неавтоматизированным производством.

Разработка новых систем автоматизации объектов нефтегазодобычи является в наше время актуальной задачей в связи с возросшими требованиями к безопасности технологического процесса и качеству выходного продукта.

Особенность нефтедобычи – постоянная работа с опасными веществами, подчас в огромных количествах, поэтому необходима система,

позволяющая полностью контролировать технологический процесс и предупреждать аварийные ситуации.

Типичная АСУ предприятия последних лет имеет многоуровневую иерархию. Нижний уровень – ПЛК (PLC), PCY (DCS) и системы ввода/вывода (I/O) соединены сетью (например, Ethernet) с уровнем управления предприятием. В зависимости от размера объекта, сложности технологического процесса и других индивидуальных особенностей система может иметь и средний уровень.

Все это, конечно, хорошо, вроде бы так и нужно, но не было учтено одно, несомненно, важное требование: технологический процесс добычи нефти неразрывно связан с процессами предварительной подготовки и перекачки, так как эти установки непосредственно относятся к цехам добычи. Следовательно, необходимо создание АСУ ТП, которая бы совмещала в себе все эти компоненты. То есть такой системы, которая позволяет в одном пакете собирать данные, управлять и контролировать процессом не только добычи, но и всеми сопутствующими процессами.

Рассмотрим систему, распространенную в Западной Сибири, на базе которой построена АСУ ТП «Покачевнефтегаз» – «АДКУ-Мир».

Обзор аналогов. Контроллер ДП-У, Станция телемеханики кустовая СТК-ZK02, счетчик нефти тахометрический TOP-1-80, датчики температуры ТСМ-0193-01, датчик давления МИДА-13П, счетчик воды вихревой ультразвуковой СВУ.

Анализируя все вышесказанное, можно прийти к такому выводу: совершенных АСУ ТП добычи нефти пока нет. Хотя применительно к этому процессу об АСУ можно говорить с большой натяжкой, скорее это система телемеханики, так как управление как таковое отсутствует, тем более автоматическое. Все вопросы решаются при непосредственном участии человека.

Проблема модернизации СПО и ППО касается и уровня АСУ предприятий, в частности систем уровня SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) и HMI (HMI, human-machine interface).

В начале 2008 г. вышла в свет SCADA – система «Юниор-Интротест III», разработанная НПО «Интротест».

Автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом добычи нефти «Юниор-Интротест III» предназначена для дистанционного контроля и управления комплексом технологических объектов цеха добычи нефти и газа, а также сбора, хранения, обработки и выдачи технологической информации. Ставилась задача о контроле следующих объектов технологии: куст скважин, ДНС, КНС, водозабор, УПСВ, УПН, УУН, КОС 7000. Из объектов электрохозяйства – ПС 35/6 кВ.

При проектировании новой системы АСУ ТП необходимо учитывать современный уровень развития автоматизации и базы технических средств. Необходимо также отметить, что независимо от выбранного подхода обязательным требованием является обеспечение совместимости применяемого оборудования на уровне требований протоколов обмена данными с верхним уровнем SCADA, АСУТП, АСКУЭ, ИУС и т.п.

Главная цель, которую преследует концепция, – повышение эффективности нефтегазодобывающего производства.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

***И.Г. Лоцилов¹, студент 5-го курса ФВС, Marc Schoenauer²,
Editor in Chief of MIT Press Evolutionary Computation Journal***

г. Томск, ТУСУР, Ilya.Loshchilov@gmail.com

*²Centre de recherche INRIA Saclay-Ile-de-France,
Marc.Schoenauer@inria.fr*

В статье приводится сравнительный анализ эволюционных алгоритмов многоцелевой оптимизации. Представлены результаты для разработанного гибридного алгоритма.

Решение многих задач реального мира сопряжено с оптимизацией набора целей, которые часто противоположны. В отличие от одноцелевой проблемы, решением многоцелевой является *Парето-оптимальное множество* кандидатов, представляющих компромисс между целями, например, между качеством решения и стоимостью его исполнения.

В силу того, что многоцелевая задача требует параллельной оптимизации всех критерий одновременно, алгоритмы на основе популяционного подхода наиболее эффективны. Последние два десятилетия Эволюционные алгоритмы широкого используется для решения задач многоцелевой оптимизации.

Исследуемые алгоритмы. Для сравнения взяты наиболее популярные алгоритмы: NSGA-2, SPEA-2, IBEA, Epsilon-MOEA, а также наиболее современные S-NSGA-2, MO-CMA-ES. Краткие характеристики алгоритмов будут приведены ниже.

Генетический алгоритм *деноминирующей сортировки* (NSGA-2) – наиболее популярный и широко используемый для задач реального мира эволюционный алгоритм многоцелевой оптимизации [1]. NSGA-2 оперирует *архивом* для сохранения недоминантных особей и *популяцией* для создания новых. Каждая итерация при создании новых по-

томков – конкурс потенциальных кандидатов на место в архиве выше единицы, следовательно, селекция лучших должна быть проведена. Так, *селекция среды (environmental selection)* сортирует и отбирает наиболее перспективных особей с точки зрения критерия доминантности. В случае если весь недоминантный фронт не входит в архив, сортировка второго уровня применяется. В NSGA-2 это сортировка по критерию *дистанции скученности (crowding distance)*, так, особи более пустых регионов недоминантного фронта предпочтительнее [1].

Эволюционный алгоритм на основе силы Парето (Strength Pareto Evolution Algorithm 2 – SPEA2) популярен благодаря способности хорошо аппроксимировать Парето-оптимальный фронт [2]. Использование критерия расстояния до ближайшего соседа как ориентир дополнительной штрафной функции позволяет SPEA2 достигать хорошего разнообразия Парето-фронта.

Концепция ϵ -доминантности, реализованная в Epsilon-MOEA, дает алгоритму некоторые преимущества в исследовании пространства целей на первых этапах оптимизации [3].

Последние несколько лет использование селекции на основе индикатора *Гиперобъема (Hypervolume)* и *эпсилон* (далее Epsilon) становится все более популярным [4]. Так, эволюционный алгоритм на основе индикатора (Indicator-Based Evolutionary Algorithm – IBEA) epsilon быстро сходится к Парето-оптимальному фронту, однако часто не позволяет добиться разнообразия.

Мы также используем многоцелевой алгоритм эволюционных стратегий на основе адаптации матрицы ковариации (Multi-objective Covariance Matrix Evolutionary Strategies – MO-CMA-ES). Поскольку оригинальный алгоритм CMA-ES инвариантен к трансформации пространства переменных, MO-CMA-ES также наследует это свойство [5].

Алгоритм NSGA-2, использующий Hypervolume как критерий сортировки второго уровня, был предложен в [6]. Индикатор Hypervolume измеряет гиперобъем между указательной точкой и множеством оцениваемых решений.

В качестве гибридного алгоритма мы предлагаем использовать CMA-ES в начале процесса оптимизации (10–20% от бюджета вычислений), и далее – S-NSGA2 для лучшей аппроксимаций оптимального Парето-фронта. Чтобы CMA-ES мог локализоваться на одном из оптимальных решений, следует агрегировать нашу k -целевую проблему в одноцелевую:

$$g(x) = w_1 f_1(x) + \dots + w_k f_k(x), \quad (1)$$

где
$$\sum_{i=1}^k w_i = 1. \quad (2)$$

Значение индикатора Hypervolume выступает критерием качества соответствия найденного набора решений и оптимального Парето-фронта на двухцелевых проблемах ZDT и IHR [7, 5].

Так, формула (1) сводится к формуле (3) в случае двух целей оптимизации:

$$g(x) = \alpha f_1(x) + (1 - \alpha) f_2(x). \quad (3)$$

Параметры тестирования. Для всех алгоритмов заданы параметры, соответствующие оригинальным. Тестирование проводится по 50 запускам алгоритма на проблемах ZDT1, ZDT2, ZDT3, ZDT4, ZDT6 и их трансформированных вариантах IHR1, IHR2, IHR3, IHR4, IHR6. Для каждого запуска отводится 50000 вычислений функции оценки.

Для CMA-ES + S-NSGA2, работа алгоритма локального поиска CMA-ES ограничена 7000 вычислениями целевой функции, значение $\alpha = 0,01$. Число родителей и потомков для CMA-ES определено как 30 и 10 соответственно.

Результаты и дискуссия. Рисунок 1 иллюстрирует процесс многоцелевой оптимизации в смысле сокращения гипербъема между измеряемым набором решений и оптимальным Парето-фронтом. Значения гипербъема нормированы так, что значение 1 соответствует минимальному найденному, а максимальное значение – максимальному среди измеренных.

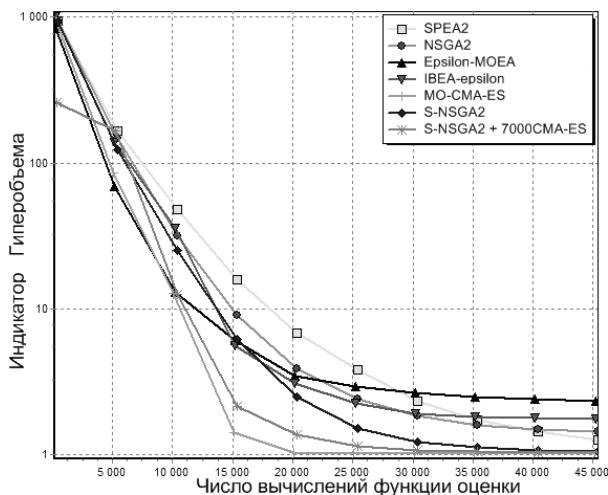


Рис. 1. Эволюционные алгоритмы на задачах ZDT

Интересно, что S-NSGA2 превосходит оригинальный вариант, что нельзя с уверенностью сказать про IBEA относительно своего историче-

ского предка SPEA2. Очевидно, что алгоритмы использующие индикатор гиперобъема в качестве второго критерия сортировки, наиболее успешны, поскольку только индикатор гиперобъема чувствителен к любым улучшениям множества решений, кроме того он является Парето-совместимым индикатором.

Проблемы IHR значительно сложнее для алгоритмов с «классическими» процедурами рекомбинации (рис. 2). Однако CMA-ES инвариантен к трансформации пространства переменных, что позволяет MO-CMA-ES получать лучшие конечные результаты.

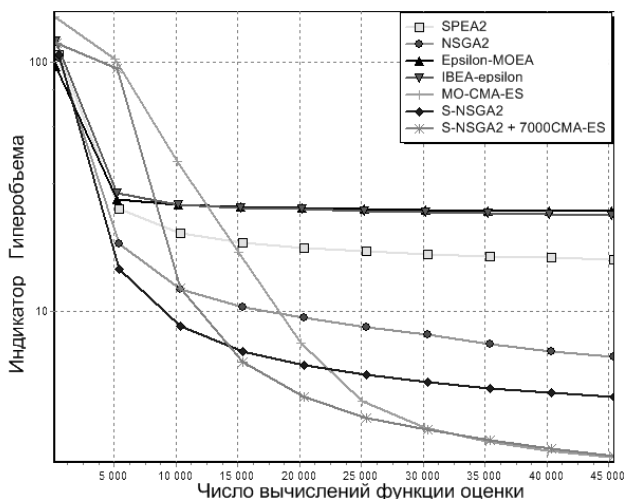


Рис. 2. Эволюционные алгоритмы на задачах IHR

Первое приближение CMA-ES позволяет S-NSGA2+CMAES быстро локализоваться в области оптимальных решений и получать лучшую аппроксимацию Парето-оптимального фронта. Алгоритм S-NSGA2 превосходит NSGA2 на всех проблемах IHR, кроме проблемы IHR1. Остальные алгоритмы существенно хуже, что может свидетельствовать об их неэффективности на данном наборе проблем.

Выводы. Проведен сравнительный анализ современных эволюционных алгоритмов многоцелевой оптимизации на классических задачах ZDT и их трансформированных вариантах – проблемах IHR.

Сравнение выделило MO-CMA-ES как наиболее эффективный алгоритм для данных задач. Предложенный гибридный алгоритм показывает вторые результаты, но быстрее сходится на проблемах IHR. Алгоритм NSGA2 на основе сортировки второго уровня по гиперобъему лучше, чем NSGA2 с сортировкой по дистанции скученности.

Выявлен ряд недостатков проведенного сравнительного тестирования:

1. Несмотря на то, что проблемы ZDT являются эталонными для многоцелевых эволюционных вычислений, линейность Парето-оптимального фронта в пространстве переменных ведет к неадекватности в анализе результатов. Так, линейность позволяет СМА-ES + S-NSGA2 быстро находить весь фронт после первого приближения к одной из его точек. Этот недостаток, вероятно, можно будет обнаружить на других задачах.

2. Не дано объяснения отсутствия действительной инвариантности МО-СМА-ES на проблемах IHR.

3. Сведение результатов нескольких проблем (по гиперобъему) в единственный усредненный результат ведет к потере информации и может исказить реальную картину эффективности алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deb K., Pratap A., Agrawal S., Meyrivan T. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2002. № 6(2). P. 182–197.

2. Zitzler E., Laumanns M., Thiele L. SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm // Proceeding of Evolutionary Methods for Design, Optimization and Control with Application to Industril Problems (EUROGEN 2001). 2001. P. 95–100.

3. Deb K., Mohan M., Mishra S. A fast Multiobjective Evolutionary Algorithm for Finding Well-Spread Pareto-Optimal Solutions. KanGAL Report Number 2003002. 2003. P. 4–7.

4. Zitzler E., Künzli S. Indicator-based selection in multiobjective search // Proceedings of the Eighth International Conference on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN VIII). 2004. P. 832–842.

5. Igel C., Hansen N., Roth S. Covariance matrix adaptation for multiobjective optimization // Evolutionary Computation. 2006. № 15(1).

6. Voss T. A comparison of Second Level Sorting Criteria Used During Environmental Selection in Evolutionary Multiobjective Optimization. Student research project, The University of Dortmund. 2007. P. 46.

7. Zitzler E., Deb K., Thiele L. Comparison of multiobjective evolutionary algorithms: Empirical results // Evolutionary Computation. 2000. № 8(2). P. 173–195.

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

С.Н. Макаров, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-409-02-08, makarov.86@mail.ru

Работа посвящена изучению БДПТ и разработке системы регулирования скорости вращения этих двигателей.

Бесконтактные двигатели постоянного тока состоят из трех элементов:

1) бесконтактного двигателя с m -фазной обмоткой на статоре возбужденным ротором обычно в виде постоянного магнита;

2) датчика положения ротора (ДПР), выполненного в одном корпусе с двигателем и предназначенного для выработки сигналов управления моментами времени и последовательностью коммутации токов в обмотках статора;

3) коммутатора, как правило, транзисторного, осуществляющего по сигналам ДПР коммутацию токов в обмотках статора.

Принцип действия бесконтактного двигателя рассмотрим на примере упрощенной схемы. В ее состав входят двигатель с тремя обмотками на статоре, сдвинутыми в пространстве на 120° и соединенными в звезду, ДПР с одним сигнальным элементом (СЭ) и тремя чувствительными элементами (ЧЭ) (их число равно числу обмоток статора), коммутатор, выполненный на трех транзисторах, работающих в ключевом режиме, т.е. в режиме «закрыт» или «открыт».

Сигнальный элемент через чувствительный элемент «А» открывает транзистор ТА. По обмотке А протекает ток I_A . Намагничивающая сила обмотки FA взаимодействует с потоком постоянного магнита ротора. Возникает вращающий момент, и двигатель приходит во вращение.

Вместе с ротором поворачивается и СЭ ДПР. При повороте ротора на угол, чуть больший 30° , СЭ будет воздействовать сразу на два ЧЭ: на «А» и на «В». Это значит, что будут открыты сразу два транзистора: ТА и ТВ. Ток будет протекать по обеим обмоткам А и В. Появится результирующая НС статора FAV, которая повернется на 60° по сравнению с первым положением. Эта НС продолжает взаимодействовать с полем постоянного магнита; двигатель продолжает развивать вращающий момент.

Когда угол поворота станет чуть больше 90° , транзистор ТА закроется, ток будет проходить только по обмотке В. Поле ротора будет взаимодействовать только с НС этой обмотки, однако вращающий момент по-прежнему будет воздействовать на ротор двигателя и вращать его в том же направлении. В конечном итоге двигатель разовьет такую скорость, при которой его момент будет уравниваться моментом нагрузки.

Полупроводниковый коммутатор (инвертор) выполнен на шести транзисторных ключах. Датчик положения ротора двигателя состоит из шести чувствительных элементов (ЧЭ) 1–3, 1'–3', каждый из которых соответственно управляет своим транзистором, и управляющего сектора с углом 120° (эл.) Поскольку угловой сдвиг между соседними ЧЭ составляет 60° (эл.), то в возбужденном состоянии всегда находят-

ся два ЧЭ и открытыми два транзистора. Следовательно, к источнику питания всегда оказываются подключенными две секции двигателя.

В положении, когда возбуждены ЧЭ 3' и 2, через соответствующие нумерации открытые транзисторы, ток протекает по секциям А и С. Через 60° (эл.) возбуждается ЧЭ 1. Элемент 2 и секция А отключаются, а включаются ЧЭ 1 и секция В, и т.д. Реверс БДПТ осуществляется изменением последовательности включения ЧЭ.

По функциональному назначению БДПТ разделяются на:

- силовые;
- управляемые;
- со стабилизацией частоты вращения.

Для регулирования частоты вращения в БДПТ применяются в основном методы широтно-импульсной модуляции напряжения питания через маломощные цепи коммутатора. Этот метод реализуется на основе разомкнутых и замкнутых систем управления частотой вращения [3].

Инвертор состоит из трех одинаковых стоек, включающих в себя по два транзистора и два обратных диода. Транзисторы каждой стойки управляются от схемы управления через импульсные усилители 1–6 парафазными сигналами, таким образом, что когда один (например, верхний) транзистор открыт, другой (нижний) – закрыт, т.е., как и в случае однофазного мостового преобразователя. Работа стоек во времени сдвинута на 120°. Таким образом, система управления формирует трехфазную систему напряжений ключами инвертора [3].

Рассмотрение работы инвертора начнем с момента времени, когда ток и напряжение в фазе А максимальны. В этот момент открыты ключи VT1, VT4 и VT6. После значения текущего угла $\omega t = 2\pi/3$ вместо ключа VT4 включается ключ VT3 и фаза В оказывается подключенной к «плюсу» источника питания. Однако ток в фазе В резко изменить направление ввиду запасенной электромагнитной энергии не может и некоторое время протекает через обратный диод VD3, замыкаясь через фазу А. Таким образом, нагрузка фаз А и В оказывается на время протекания реактивного тока закороченной. После спада этого реактивного тока до нуля ток в фазе В меняет направление на противоположное и протекает уже через транзистор VT3. В момент значения текущего угла $\omega t = 2\pi$ выключается, а ключ VT2 включается. В этом случае реактивный ток фазы А продолжает протекать через обратный диод VD2 и транзистор VT6, так что теперь нагрузка фаз А и С на время оказывается закороченной.

После спада реактивного тока фазы А ток начинает протекать в противоположном направлении уже через открывшийся транзистор VT2 и т.д. Таким образом, возврата реактивной энергии в источник

постоянного тока нет, а поскольку энергопотребление меняется каждую шестую часть периода выходного напряжения, то ток в цепи источника питания имеет характерную форму с огибающей, которая повторяет форму фазного тока на интервале $\pi/3 - 2\pi/3$.

Исходя из вышесказанного, была разработана функциональная и принципиальная схемы системы регулирования скорости БДПТ.

Микроконтроллер через усилитель (У) управляет работой 6 ключей автономного инвертора напряжения (АИН).

Для регулирования частоты вращения БДПТ применяется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) напряжения питания $U_{\text{п}}$.

Обратная связь по частоте вращения осуществляется с помощью датчика положения ротора (ДПР). По сигналам с него осуществляется коммутация ключей АИН.

Для связи с компьютером используется интерфейс, встроенный в микроконтроллер. Управляет системой микроконтроллер PIC16F876 (на схеме DD1) [4].

В схеме для управления трехфазным мостом использована специализированная микросхема драйвер IR (DD2) фирмы INTERNATIONAL RECTIFIER [5].

Микросхема представляет собой драйвер 6 ключей MOSFET (ключи на схеме обозначены VT2-VT7), имеющий три выхода для управления нижними ключами моста и три выхода для ключей с плавающим потенциалом управления. В ней предусмотрена защита по току, которая выключает все ключи и выдает сигнал ошибки FAULT, когда сигнал на выводе ITRIP превышает 0,5 В. Это удобно для разработчика, поскольку организация такой защиты требует от него лишь правильного определения величины резистивного датчика. Входы драйвера согласуются с ТТЛ логикой, что позволяет управлять им с помощью микроконтроллеров с 5-вольтовым питанием без дополнительных преобразователей уровня. Кроме того, у IR2130 имеется встроенный усилитель тока нагрузки, и сброс триггера ошибки осуществляется при подаче на все входы управления неактивного уровня.

Транзисторы VT2-VT7 MOSFET (Metal-Oxid-Semiconductor-Field-Effect-Transistor) образуют трехфазный мост. Шунтирование затворных резисторов R13 – R18 обратными диодами VD7– VD12 позволяет значительно снизить динамические потери на выключении. Сформированное напряжение подается на двигатель БДПТ через разъем X2→X3.

Бутстреповые емкости C7–C9 заряжаются через диоды VD4–VD6 при включении соответствующего нижнего ключа. Напряжение питания DD2 выбирается в зависимости от желаемой степени насыщения силового транзистора. Рекомендуемая величина 15–20 В. Уменьшение

питающего напряжения какого-нибудь из каналов ниже 8 В вызывает немедленное записание ключа.

Величина резистивного датчика тока R10 выбирается в зависимости от номинальной мощности электропривода и допустимой перегрузки по току ($R10 = 0,5 \text{ В/Адоп.}$). Интегрирующее звено R11–C10 предотвращает ложное срабатывание токовой защиты в моменты коммутаций, достаточная величина постоянной времени – 0,5 мкс. При превышении сигналом на входе ITRIP уровня 0,5 В все ключи запираются и выдается сигнал ошибки FAULT (выход с открытым коллектором).

Обработкой сигнала ошибки и общим управлением занимается микроконтроллер DD1. На это место удачно подходят PIC-микроконтроллеры фирмы Microchip. Это RISC-контроллеры с гарвардской архитектурой, они просты в изучении и имеют значительные преимущества перед другими контроллерами в подобных схемах.

Диапазон рабочих напряжений питания PIC процессоров 4–6 В, максимальный потребляемый ток при тактировании от RC-генератора 5 мА, ток в режиме пониженного энергопотребления 20 мкА.

Большое удобство создает повышенная нагрузочная способность портов – 25 мА, что позволяет напрямую управлять светодиодами (включая светодиоды оптронов).

Наличие разнообразной периферии (АЦП, компараторы, последовательные порты, таймеры, модуль ШИМ и пр.) предоставляет разработчику широкие возможности для построения гибких и дешевых систем управления.

Все микроконтроллеры PIC16/17 имеют встроенную схему сброса, сторожевой таймер и защиту кода от считывания, интерфейс для соединения с ПК. Microchip свободно распространяет ассемблер MPASM, симулятор MPSIM, интегрированную систему отладки для Windows MPLAB. Имеющиеся для этих контроллеров Си-компиляторы (например, компилятор фирмы HI-TECH) ускоряют процесс написания и отладки программ.

В схеме процессор PIC16C62 питается от стабилизатора VD3. При несложных задачах управления электроприводом можно тактировать микроконтроллер от RC генератора (R6-C1). Максимально допустимая частота при этом 4 МГц. Поскольку почти все команды выполняются этим процессором за один такт (в данном случае за 1 мкс), то этого оказывается достаточным для выдачи на двигатель синусоидально-центрированной ШИМ с частотой несущей 3 кГц. В качестве датчика углового положения ротора БДПТ используются фотоимпульсный преобразователь углового положения – энкодер [6]. В большинстве современных систем регулируемого привода для позиционирования

и контроля углового положения используются инкрементные и абсолютные энкодеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы управления электродвигателями на микроконтроллерах фирмы MOTOROLA [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.chipnews.ru/html.cgi/rubrikator/index.htm>
2. Электрические микромашины [Электронный ресурс] / Под ред. В.П. Шишкина. Электрон. дан. Режим доступа: <http://elib.ispu.ru/library/lessons/index.htm>
3. Гарганеев А.Г. Технические средства автоматизации и управления: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Томск: ТУСУР, 2006. 255 с.
4. Техническая документация на микроконтроллеры PIC16F87X компании Microchip [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.microchip.ru>
5. Особенности применения драйверов MOSFET и IGBT [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/index.htm>
6. Датчики углового положения [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа : <http://www.skbis.ru>

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЧ МИС

А.С. Сальников, магистрант каф. ФЭ

г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-866-44-65, andriel@ms.tusur.ru

Активное использование диапазона сверхвысоких частот (СВЧ) для передачи информации, радиолокации, научных исследований и других целей началось еще в XX в. В настоящее время достижения полупроводниковой электроники позволили перейти к использованию монолитных интегральных схем (МИС) для реализации приборов СВЧ-диапазона. Это дало такие существенные преимущества как повышение воспроизводимости размеров элементов, снижение массогабаритных параметров, ослабление паразитных эффектов, улучшение рабочих параметров (дальность действия, пропускная способность), уменьшение стоимости одного изделия. МИС находят широкое применение в таких областях, как радиолокация, интеллектуальное вооружение, беспроводные технологии передачи данных (беспроводные ЛВС, сотовая и спутниковая связь и др.), научные исследования, в т.ч. в астрономии, системы безопасности (например, использование RFID), медицина и др. [1].

Для создания МИС высокого уровня требуются качественная технология и квалифицированное проектирование. Ряд отечественных фирм и научных институтов ведут разработки технологии МИС, например Институт СВЧ полупроводниковой электроники (ИСВЧПЭ), г. Москва, имеющий лабораторную технологию. Разработка ИС в СВЧ-диапазоне является трудоемкой задачей, а с учетом сложности современных систем практически невыполнима без использования систем автоматизированного проектирования (САПР). Основой работы САПР являются частичная автоматизация проектирования и моделирование работы устройства до его реализации, предсказание его характеристик, что существенно снижает временные и стоимостные затраты. Однако успешное проектирование СВЧ-устройств возможно только при создании библиотеки элементов, учитывающих особенности технологии конкретного изготовителя для конфигурирования САПР [2]. Зарубежные фирмы-производители целенаправленно разрабатывают подобные библиотеки, но об отечественных разработках в данном направлении данных нет.

Одной из современных САПР является Microwave Office фирмы Applied Wave Research. Эта среда позволяет обеспечить весь цикл проектирования МИС: составление принципиальной электрической схемы, ее моделирование, электромагнитное моделирование структур, построение топологии устройства по его принципиальной схеме. Для учета технологических особенностей в данной программе и ряде других используется термин PDK (Process Design Kit), что можно перевести как комплект разработчика для конкретной технологии. Этот инструмент позволяет интегрировать в САПР библиотеку элементов, а именно: модели и топологии отдельных компонентов МИС, правила проверки топологии на соблюдение технологических ограничений, типичные значения параметров (например, ширины проводящей линии). Информацию о разработке PDK для системы AWR MWO можно найти в справке программного продукта [3].

Топология отдельных элементов хранится в иерархическом графическом формате GDS в виде топологических ячеек GDS-библиотеки. Для редактирования ячеек используется встроенный редактор. Модели элементов могут быть заданы в виде параметров четырехполюсника (S -, H -, Y - или Z -параметров), схемы замещения (электрической схемы во внутреннем формате.sch). Кроме того, можно использовать инструмент Source Development Kit (SDK) для создания более гибких топологических ячеек и моделей; методика состоит в том, что исходный код на языке программирования C++, описывающий топологическую ячейку или модель, компилируется в динамические библиотеки DLL, используемые программой AWR MWO. Также

PDK может содержать информацию о технологическом процессе, различные расчетные формулы, графические изображения нестандартных элементов для схем. Для создания взаимосвязей в PDK используется язык XML.

В ходе работы были изучены возможности создания PDK в среде AWR MWO и применены на практике для создания первоначального варианта библиотеки элементов для технологии ИСВЧПЭ. В качестве примеров реализации пассивных сосредоточенных элементов можно привести резистор и конденсатор, топология которых представлена на рис. 1. Элементы имеют регулируемые длину и ширину. В качестве моделей были взяты встроенные модели среды AWR.

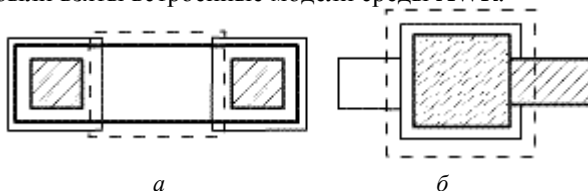


Рис. 1. Топология резистора (а) и конденсатора (б)

Также был реализован активный прибор – транзистор (НЕМТ, high electron mobility transistor). Для его изготовления используется гетероструктура AlGaAs–GaAs на полуизолирующей подложке арсенида галлия. Топология транзистора с четырьмя затворами представлена на рис. 2, а. Моделирование прибора в СВЧ-диапазоне реализовано на основе измеренных *S*-параметров транзистора, изготовленного по технологии ИСВЧПЭ.

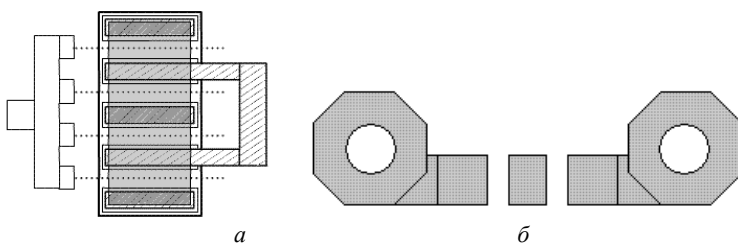


Рис. 2. Топология транзистора (а) и ВЧ-порта (б)

Кроме указанных выше, в первой версии библиотеки реализованы элементы: заземляющее отверстие, ВЧ-порт (вывод схемы), представленный на рис. 2, б, контактные площадки, квадратная спиральная индуктивность постоянной длины. Модели взяты из [2, 4]. Также учтены особенности технологического процесса, особенности отдельных эле-

ментов изготовления проводящих линий, последовательности операций и др.

Таким образом, конечным результатом работы видится создание работоспособной библиотеки и внедрение ее в процесс разработки и производства МИС. Для этого необходимо реализовать сложные топологические ячейки, такие как квадратная спиральная индуктивность, а также составить описание библиотеки для ее пользователей. При этом в режиме тестового использования планируется выявление ошибок и неточностей. Основным итогом работы должна стать методика составления библиотеки топологических элементов, которую можно применить для различных технологий производства МИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. RFIC and MMIC design and technology / Ed. I.D. Robertson. London: Institute of Electrical Engineers, 2001. 562 p.
2. Шеерман Ф.И. Проектирование СВЧ монолитных интегральных устройств на основе преобразования моделей элементов: Автореф. дис. ... к.т.н. Томск: ТУСУР, 2007. 26 с.
3. Электронный ресурс: Справочная система программы AWR MWO. Режим доступа: mwo_help.chm, 25,1 КБ.
4. Bahl I.J. Lumped elements for RF and microwave circuits. London; Boston: Artech House, 2003. 492 p.

ШАБЛОН УСИЛИТЕЛЯ

А.А. Самуилов, студент 4-го курса, каф. КСУП,

М.А. Песков, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, necro@sibmail.com

В Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ЛИКС ТУСУР) был создан комплекс экспериментальных программ, основанных на оригинальных авторских методиках синтеза СВЧ РЭУ, получивших высокую оценку ряда зарубежных и отечественных организаций [1].

Однако эти программные продукты, несмотря на то, что работают в одной предметной области, практически не имеют общей базы – ни в расчетной части, ни в пользовательском интерфейсе. Поэтому в настоящее время на основе этих разработок реализуется единая интеллектуальная система Indesys (Intelligent Design System), обеспечивающая синтез СВЧ РЭУ методиками, реализованными в программах-прототипах.

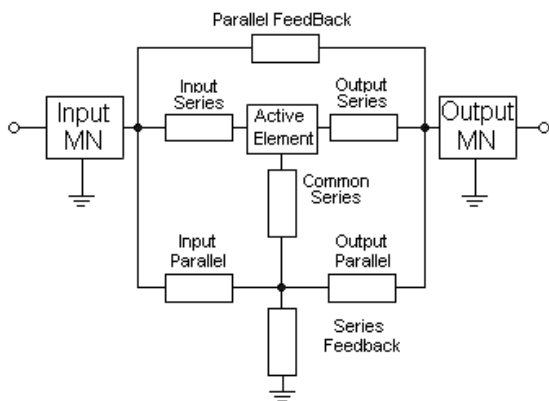
Все программы-прототипы, функциональные возможности которых необходимо повторить, предназначены для структурно-

параметрического синтеза того или иного класса устройств. Для того чтобы объединить эти программы в единую программную среду проектирования устройств, необходимо определиться со способом представления радиоэлектронных цепей. Это представление должно обеспечивать возможность структурно-параметрического синтеза, а также обеспечивать высокую скорость моделирования цепей для эффективной реализации итеративных методов синтеза.

Любое РЭУ можно представить в виде определенного соединения компонентов (функциональных блоков), каждый из которых, в свою очередь, можно разложить на соединение более примитивных компонентов, и так далее, пока не будет достигнут уровень конечных элементов. Назовем каждый возможный способ соединения компонентов на любом из уровней «шаблоном» [2]. Таким образом, любое РЭУ можно описать в виде иерархической структуры шаблонов, причем шаблон самого верхнего уровня будет представлять РЭУ как объединение функциональных блоков, шаблоны самого нижнего уровня будут описывать способы соединения конечных элементов, а все промежуточные шаблоны – соединения других шаблонов.

Одной из задач системы Indesys является синтез усилителей. Для реализации этой задачи необходимо обеспечить моделирование усилителя при помощи его шаблона.

Однокаскадный усилитель можно представить в виде шаблона «Лестничная цепь». Для этого на место звеньев трехзвенной лестничной цепи необходимо вставить шаблон входной и выходной согласующих цепей, а также шаблон каскада усилителя. В свою очередь, шаблон каскада усилителя будет содержать шаблон активного элемента



и шаблоны корректирующих двухполюсников (КД). Общая схема однокаскадного усилителя представлена на рис. 1 [3].

Рис. 1. Схема однокаскадного усилителя

Таким образом, для описания усилителя необходимо установить следующие шаблоны:

- последовательный КД на входе (Input Series);

- последовательный КД на выходе (Output Series);
- общий последовательный КД (Common Series);
- параллельный КД на входе (Input Parallel);
- параллельный КД на выходе (Output Parallel);
- двухполюсник последовательной ОС (Series Feedback);
- двухполюсник параллельной ОС (Parallel Feedback).

Каждая подсхема, в свою очередь, может содержать сколь угодно сложное топологическое соединение других компонентов.

Данные активного элемента задаются либо с помощью s2p-файла, который содержит данные измерений сигнальных и шумовых параметров транзистора, либо могут представляться в виде модели активного элемента.

Моделирование усилителя заключается в нахождении сигнальной S-матрицы и шумовой σ -матрицы, по которым можно рассчитать любую характеристику цепи. Расчет сигнальных и шумовых матриц усилителя происходит на основе сигнальных и шумовых матриц подсхем. Этот расчет реализуется при помощи формулы, которая содержится в классе шаблона. Расчет такой оптимизированной формулы происходит быстрее, чем какой-либо универсальный механизм моделирования.

Верификация данных, полученных в результате расчета модели усилителя, происходила с помощью программы модульного тестирования NUnit и системы проектирования СВЧ-устройств AWR Microwave Office 7.5 путем синтеза аналогичной схемы и сравнения результирующих параметров (S- и σ -матриц) усилителя на одних и тех же рабочих частотах.

Таким образом, все схемы, используемые в задачах системы Indesys, описываются с помощью всего лишь девяти шаблонных формул. Благодаря тому, что для каждой топологии реализована прооптимизированная формула, моделирование происходит быстрее, чем при использовании универсальных алгоритмов моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеев С.Ю., Бабак Л.И. Реализация программы синтеза согласующих цепей с использованием генетического алгоритма и шаблонной архитектуры // Сб. докладов межд. научн.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития». Томск: В-Спектр, 2007. Ч. 2. С. 124.
2. Песков М.А., Дорофеев С.Ю., Бабак Л.И. Организация модуля моделирования в системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств Indesys.
3. Манченко Л.В. Метод расчета шумовых характеристик линейных усилителей СВЧ произвольной топологии // Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ. 1988. Вып. 9. С. 35–38.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИ С ПОМОЩЬЮ ИК-ПУЛЬТА

Д.Р. Сафиуллин, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-960-973-51-91, tequilaaa@sibmail.com

В настоящее время для управления различной аппаратурой очень широко используется дистанционное управление (ДУ) на ИК-лучах. Пожалуй, первым видом бытовой аппаратуры, где использовалось ИК ДУ, были телевизоры. Сейчас ДУ имеется в большинстве видов бытовой аудио- и видеотехники. Но бытовая техника – это не единственная сфера применения ДУ. Довольно широко распространены приборы с ДУ и на производстве, и в научных лабораториях.

В данном проекте будет разработано устройство управления жалюзи (раздвижка ламелей) с помощью пульта дистанционного управления (ДУ).

Задачей данной работы является разработка блоков для устройства управления жалюзи при помощи пульта ДУ.

Тип жалюзи – вертикальные, следовательно, управление может осуществляться вращением ламелей вокруг своей оси и раздвижением их влево, вправо. В данной работе будет рассматриваться только первый способ.

Входное напряжение устройства – 220 В $\pm 15\%$ при частоте питающей сети 50 Гц.

В проектируемом устройстве используется готовый пульт ДУ от серийного аппарата. Кодировка пульта ДУ RC-5.

Система инфракрасного дистанционного управления RC-5 была разработана фирмой Philips для нужд управления бытовой аппаратурой. Когда мы нажимаем кнопку пульта, микросхема передатчика активизируется и генерирует последовательность импульсов, которые имеют заполнение частотой 36 КГц. Светодиоды преобразуют эти сигналы в ИК-излучение. Излученный сигнал принимается фотодиодом, который снова преобразует ИК-излучение в электрические импульсы. Эти импульсы усиливаются и демодулируются микросхемой приемника. Затем они подаются на декодер. Декодирование обычно осуществляется программно с помощью микроконтроллера. Код RC5 поддерживает 2048 команд. Эти команды составляют 32 группы (системы) по 64 команды в каждой. Каждая система используется для управления определенным устройством, таким как телевизор, видеомагнитофон и т.д.

Первым устройством в обзоре будут автоматические жалюзи российской фирмы «Somfy».

Особенностью данного устройства является то, что привод устанавливается прямо в карниз жалюзи и монтируется в процессе изго-

товления. Однако с помощью этого привода осуществляется только плавный поворот ламелей, второй способ управления – раздвижение ламелей влево, вправо – не предусмотрен. Данное устройство удобно использовать в горизонтальных жалюзи, поднимая и опуская их. Также данная фирма предоставляет несколько вариантов монтажа – с электропроводкой и без. В варианте с электропроводкой необходимо проводное соединение привода с управлением. При использовании технологии Radio Technology Somfy™ электропроводка необходима только для самого привода независимо от расположения блока управления. Благодаря этому можно использовать дистанционное управление.

Функциональную схему устройства можно разделить на два блока. Первый – блок управления ДПТ, второй – блок ДУ.

В качестве приемника используется микросхема TSOP1736, импульсы с которой подаются на ногу внешнего прерывания микроконтроллера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолин Н.П. Электрические машины: Учебник для вузов. М.: Высш. школа, 1975. 295 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы «Atmel». М.: Додэка-XXI, 2004. 560 с.
3. Арменский Е.В., Фалк Г.Б. Электрические микромашины: Учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1975.
4. Штеллинг Г., Байсе А. Электрические микромашины: Пер. с нем. М.: Энергоатомиздат, 1991. 229 с.
5. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1987. 200 с.

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЛЕВОГО СВЧ-ТРАНЗИСТОРА

***Ю.Ю. Щеникова, аспирантка каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР***

Полевые транзисторы, выполненные по различным технологиям (MESFET, НЕМТ, рНЕМТ, mНЕМТ и пр.), широко используются при разработке различных радиоэлектронных устройств СВЧ-диапазона, таких как, например, маломощные и мощные усилители, генераторы, смесители, аттенюаторы и пр. Особенно широко эти приборы используются при создании твердотельных (монокристаллических) СВЧ-устройств. При этом при проектировании необходимо использовать специализи-

рованные системы проектирования (САПР), которые позволяют выполнить расчет и построение топологии монолитной интегральной схемы с учетом распределенного характера и паразитных параметров отдельных ее элементов. При этом успех применения САПР во многом определяется моделями элементов, из которых разрабатывается устройство в целом.

В диапазоне СВЧ чаще всего используются модели активных элементов (АЭ) в виде четырехполюсника, заданного, как правило, параметрами рассеяния (S -параметрами), которые имеют ясный физический смысл и могут быть легко измерены. При этом S -параметры измеряются при определенных напряжениях на зажимах транзистора на ограниченном числе частотных точек и представлены в виде файла S2Pформата TouchStone.

Однако для решения задач проектирования СВЧ-устройств с помощью САПР удобнее использовать модель АЭ в виде физической эквивалентной схемы (ФЭС), которая позволяет выполнить расчет параметров транзистора более точно в любой частотной точке [1–3]. Кроме того, расчет параметров ФЭС по S -параметрам, измеренным при различных смещениях на зажимах транзистора, является важным элементом при построении нелинейной модели АЭ, которая описывает не только его частотные свойства, но и воспроизводит зависимости токов при нулевой частоте [4].

Общий вид расширенной малосигнальной ФЭС полевого транзистора представлен на рис. 1. При этом можно выделить две части схемы: 1) внутренняя часть (Intrinsic device), которая описывает поведение канала транзистора. Элементы этой части схемы зависят от напряжений смещения, приложенных на зажимах транзистора; 2) внешняя часть (Extrinsic elements), которая описывает параметры АЭ, которые не зависят от режима по постоянному току. Это так называемые «паразитные» элементы, которые описывают потери в полупроводнике, индуктивности выводов и емкости слоев. Внешние элементы транзистора зависят от его топологии (размера).

К сожалению, не существует подхода, который позволяет выполнить расчет элементов всей ФЭС по одному заданному набору параметров рассеяния [3]. Для определения внутренних и внешних элементов ФЭС необходимо выполнить измерения S -параметров в различных режимах по постоянному току. Расчет внешних элементов обычно выполняют на основе измерений «холодного» транзистора (при $V_{DS} = 0$), когда ток канала мал и влияние внутренних элементов ФЭС незначительно. Кроме того, для выделения влияния паразитных индуктивностей (L_g, L_d, L_s) и емкостей (C_{pg}, C_{pd}) необходимо выполнить измерение

параметров рассеяния в различных частотных диапазонах при напряжениях V_{GS} , меньших напряжения отсечки.

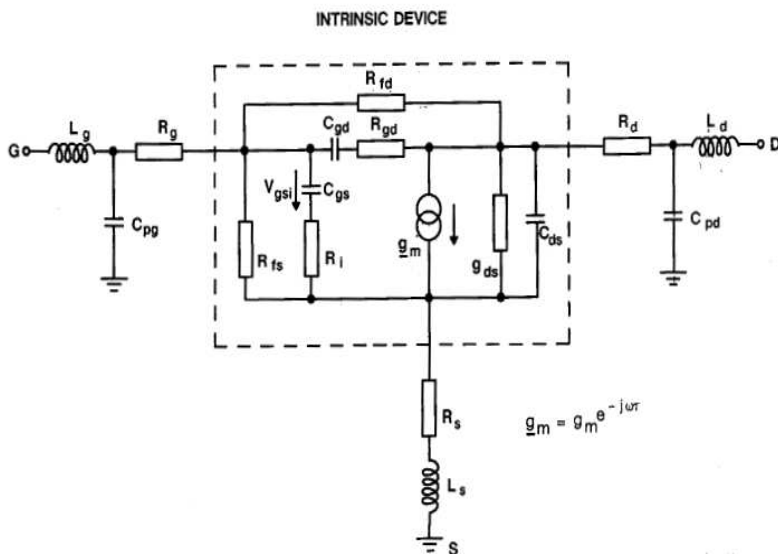


Рис. 1. Физическая эквивалентная схема полевого транзистора (HEMT)

Внутренние параметры ФЭС определяются на основе S -параметров, измеренных при $V_{DS} > 0$. Формулы для расчета внутренних элементов ФЭС можно найти, например в [1–4].

Таким образом, разрабатываемая программа должна выполнить расчет элементов ФЭС монолитного полевого транзистора по S -параметрам, измеренным в различных режимах по постоянному току и представленных в виде файлов S2P.

Программа выполняет следующие функции: ввод информации из файлов S2P, расчет паразитных параметров ФЭС (внешних элементов), расчет внутренних параметров ФЭС для выбранного режима по постоянному току, выполнение (при необходимости) дополнительной параметрической оптимизации всей схемы, расчет и оптимизацию шумовых параметров эквивалентной схемы, вывод результатов работы в виде таблиц и графиков, сохранение полученной схемы в текстовый файл формата CKT, передачу данных о полученной модели в систему AWR Microwave Office.

В качестве среды разработки на первом этапе реализации программы была выбрана система для инженерных и научных расчетов MATLAB [5]. MATLAB представляет собой высокоуровневый язык

и среду программирования, ориентированную на выполнение сложных математических вычислений и научную графику. Главное достоинство MATLAB – это наличие большого числа различных функций и подпрограмм, выполняющих численные расчеты и графическое представление данных. Это дает возможность разработчику сосредоточить свои усилия на отладке самого алгоритма. Кроме того, наличие среды для создания интерфейса пользователя GUIDE позволяет в сжатые сроки реализовать достаточно дружелюбный интерфейс программы.

Таким образом, разрабатываемая программа позволит автоматизировать процесс построения малосигнальных моделей полевых транзисторов, выполненных по монолитной технологии. В дальнейшем данная программа войдет в состав аппаратно-программного комплекса, предназначенного для автоматизированного построения нелинейных моделей СВЧ-транзисторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dambrine G., Cappy A. et al. A new method for determining the FET small-signal equivalent circuit // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. 1988. Vol. 36. № 7.
2. Jeon M.Y., Kim B.G. et al. A technique for extracting small-signal equivalent-circuit elements of HEMTs // IEICE Trans. Electron. 1999. Vol. E82-C. № 11.
3. Grebennikov A. RF and Microwave power amplifier design. Artech House, 2004.
4. Berroth M., Bosch R. High frequency equivalent circuit of GaAs FETs for large-signal applications // IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech. 1991. Vol. 39. № 2.
5. Официальный сайт фирмы Mathworks [Электронный ресурс] – режим доступа: www.mathworks.com

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРА

В.А. Ступников, студент 5-го курса, каф. КСУП, А.В. Аврунин*

г. Томск, ТУСУР, т. 8-903-915-89-82, valst@mail.ru

**г. Санкт-Петербург, ООО «СпбЭК», avrunin@energyspb.ru*

Данная работа посвящена вопросу реконструкции системы регулирования компрессоров № 1, 7, 8 для доменной печи № 3 ООО «Северсталь» г. Череповец. Выполняется комплектация оборудованием «Siemens».

НПО «Санкт-Петербургская электротехническая компания» («СПбЭК») является ведущим, динамично развивающимся инженеринговым предприятием, специализирующимся на решении задач

в области промышленной автоматизации, энергосберегающих технологий и теплотехники, которые включают в себя разработку проекта, внедрение системных решений и сервисные услуги в различных отраслях промышленности:

Технологический процесс работы установок компрессоров № 1, 7, 8 представляет собой разветвленную функциональную структуру, характеризующуюся потоком информации, поступающей в шкафы управления системы. Эти потоки могут идти от следующих устройств:

- аналоговые датчики состояния теплотехнических параметров;
- дискретные датчики состояния теплотехнических параметров;
- датчики положения исполнительных механизмов.

Нынешнее оборудование было установлено в 80-е годы и уже частично не соответствует современным стандартам качества.

Данная реконструкция является актуальной, так как будут улучшены основные показатели производства:

- отказоустойчивость;
- эффективность;
- экономичность работы компрессоров;
- информативность оператора о ходе технологического процесса.

Улучшение этих показателей позволит сэкономить огромное количество энергетических и материальных ресурсов, сократить нагрузку на обслуживающий персонал.

Компрессор К-5500-41-1 с приводной паровой турбиной ВКВ-22-11, двухсекционный с промежуточным охлаждением.

Антипомпажное регулирование и антипомпажная защита компрессора производится антипомпажным клапаном, установленным на линии сброса с трубопровода нагнетания компрессора, а также перепусковыми клапанами.

Регулирование рабочей точки компрессора производится путем изменения частоты вращения турбины, текущего положения антипомпажного клапана и перепускных клапанов. Регулирование частоты вращения турбины производится с помощью гидравлической масло-системы, оказывающей свое воздействие на систему цилиндров, установленных на подаче острого пара в турбину, приводящего турбину в рабочее состояние (вращение).

Доменное производство является основным ОАО «Северсталь». Для непрерывного режима работы доменных печей необходимо постоянное нагнетание воздуха, обогащенного кислородом. Существующая система регулирования не позволяет оптимально использовать существующее оборудование.

Причины, влияющие на работу компрессоров:

- работоспособность существующей системы регулирования зависит от качества используемого в турбинах масла;

- гидравлический противопомпажный регулятор не обладает необходимым быстродействием для поддержания необходимого режима «дутья»;

- неточность контура противопомпажного регулирования приводит к избыточному сбросу в атмосферу обогащенного кислородом дутья в зимний период;

- оборудование КИПиА морально устарело и физически изношено.

Проектом предусматривается установка:

- электрооборудования системы регулирования компрессоров № 1, 7, 8;

- шкафов управления;

- приборов КИП (температура, давление, вибрация);

- МЭО регулирующих клапанов;

- распределительных коробок,

а также прокладка новых кабельных соединений между шкафами управления, датчиками и исполнительными механизмами, МЭО и распределительными коробками.

Шкафы управления реализуются на современной базе компонентов, что позволяет повысить надежность работы системы, помехозащищенность, скорость обработки информации, оперативность контроля.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ООО «ТОМСКАЯ ТРАНКОВАЯ КОМПАНИЯ»

***С.В. Трусильников, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-403-35-19, ivor@sibmail.com***

Технология WiFi – одна из самых перспективных на сегодняшний момент в области компьютерной беспроводной связи. WiFi (Wireless Fidelity) – в переводе с английского – «высокая точность беспроводной передачи данных». Технологией Wi-Fi называют один из форматов передачи цифровых данных по радиоканалам. Изначально устройства WiFi были предназначены для корпоративных пользователей, чтобы заменить традиционные кабельные сети. Для проводной сети требуются тщательная разработка топологии сети и прокладка вручную многих сотен метров кабеля.

Сеть WLAN (Wireless Local Area Network – беспроводная локальная сеть) – вид локальной вычислительной сети (LAN), использующей для связи и передачи данных между узлами высокочастотные радио-

волны, а не кабельные соединения. Это гибкая система передачи данных, которая применяется как расширение – или альтернатива – кабельной локальной сети внутри одного офиса, здания или в пределах определенной территории. Данная технология позволяет экономить средства за счет отсутствия необходимости прокладывать метры кабеля, а простота установки не отнимает время на сложные технические работы. Расширение и реконфигурация сети для WLAN не является сложной задачей: пользовательские устройства можно интегрировать в сеть, установив на них беспроводные сетевые адаптеры.

Беспроводные сети используют радиочастоты, поскольку радиоволны внутри помещения проникают через стены и перекрытия. Диапазон или область охвата большинства систем WLAN достигает 160 м, в зависимости от количества и вида встреченных препятствий. Скорость работы сравнима со скоростью кабельной сети. Точно так же, как и в обычной сети, пропускная способность сети WLAN зависит от ее топологии, загрузки, расстояния до точки доступа и т.д. Количество пользователей практически неограниченно. Его можно увеличивать, просто устанавливая новые точки доступа. С помощью перекрывающихся точек доступа, настроенных на разные частоты (каналы), беспроводную сеть можно расширить за счет увеличения числа пользователей в одной зоне.

Беспроводная сеть строится по таким же законам как и проводная сеть, где есть своя определенная топология.

Виды соединений:

1. Соединение Ad-Нос (точка-точка).
2. Инфраструктурное соединение.
3. Соединение типа мост.
4. Репитер.

Безопасность играет очень важную роль в беспроводном канале. Для защиты сетей 802.11 предусмотрен комплекс мер безопасности передачи данных.

На раннем этапе использования Wi-Fi сетей таковым являлся пароль SSID (Server Set ID) для доступа в локальную сеть, но со временем оказалось, что данная технология не может обеспечить надежную защиту.

Главной же защитой долгое время являлось использование цифровых ключей шифрования потоков данных с помощью функции Wired Equivalent Privacy (WEP). Как показало время, WEP тоже оказалась не самой надежной технологией защиты. В конце 2003 г. был внедрен стандарт Wi-Fi Protected Access (WPA), который совмещает преимущества динамического обновления ключей IEEE 802.1X с кодированием протокола интеграции временного ключа TKIP, протоко-

лом расширенной аутентификации (EAP) и технологией проверки целостности сообщений MIC. WPA – это временный стандарт, о котором договорились производители оборудования, пока не вступил в силу IEEE 802.11i. По сути WPA = 802.1X + EAP + TKIP + MIC. Все перечисленные технологии были использованы в работе.

МОДУЛЬ ЛОГИЧЕСКОГО И ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СХЕМ СВЧ-ДИАПАЗОНА

*А.С. Цой, студент, М.А. Песков аспирант каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-408-36-82, altsoi@mail.ru*

Существующие САПР, предназначенные для проектирования радиоэлектронных устройств (РЭУ), обычно решают только задачу моделирования, т.е. расчета характеристик по уже заданной схеме. Обратный же процесс – синтез, т.е. определение структуры цепи и параметров составляющих ее элементов по заданным характеристикам – является сложной и пока не до конца решенной задачей.

В Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем (ЛИКС) ведется разработка программ интеллектуального синтеза РЭУ с применением новаторских методов искусственного интеллекта. В настоящий момент выполняется их объединение в единый программный комплекс Indesys [1], построенный на платформе Indesys Framework [2]. Данная платформа реализует набор общих механизмов, необходимых для проектирования (синтеза) РЭУ различными методами. В ходе реализации платформы была поставлена задача хранения, расчета и отображения электрических цепей.

Структурный синтез РЭУ предполагает возможность сборки различных топологических решений в рамках некоторого «обобщенного шаблона» проектируемого устройства. Этот шаблон должен, с одной стороны, описывать целый класс возможных топологических решений, характеризующий тот или иной тип устройства, с другой стороны – ограничить топологии, только рациональными структурами. Кроме того, для обеспечения возможности реализации декомпозиционного подхода к проектированию РЭУ необходимо обеспечить возможность включения одних устройств в другие в качестве компонентов. Любое сколь угодно сложное устройство можно разложить на иерархическую структуру компонентов, каждое из которых будет являться лишь топологическим соединением других компонентов.

Таким образом, при решении задачи описания схемы имеется необходимость описывать модели топологий цепей. В этом случае моделирование цепи выполняется путем иерархического моделирования

элементов цепи и топологий, в состав которых включены элементы. Причем сами рассчитанные топологии могут служить элементами других топологий. Подобная архитектура представления цепи называется шаблонной, а объект, описывающий модель топологии, – шаблоном.

Среди аналогов разрабатываемого проекта хотелось бы отметить:

- microwave Office компании Applied Wave Research;
- программу APLAC одноименной фирмы;
- genesyn, разработанный в Лаборатории интеллектуальных компьютерных систем.

Из всех аналогов наиболее мощной по своим функциональным возможностям является программа моделирования Microwave Office. Однако основная проблема в корнях – первоначально система создавалась для обучения [3]. Создатели постоянно ее улучшают, дорабатывают, подгоняют под требования разработчиков оборудования, но в реальной жизни условия диктует потребитель, а ему, кроме анализа, часто требуется решать еще множество других задач, которые далеко не однозначно или совсем не решены разработчиками AWR. Одной из таких нерешенных задач является задача синтеза.

При реализации вышеописанной шаблонной архитектуры возникает задача графического отображения цепи и экспорта ее в MWO. Структурная схема модулей, решающих эту задачу, представлена на рис. 1.

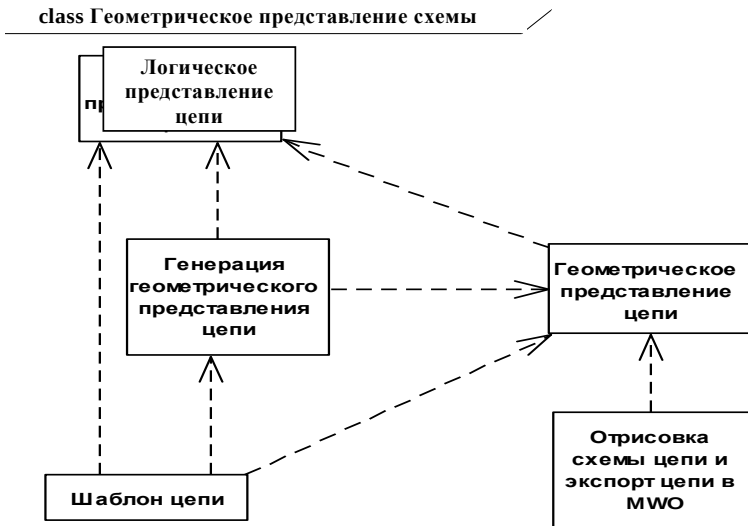


Рис. 1. Структурная схема модулей, решающих задачу графического отображения цепи и экспорта в MWO

На рис. 1:

- Логическое представление цепи – информация о том, из каких элементов и подцепей состоит цепь, и каким образом рассчитываются параметры цепи.

- Геометрическое представление цепи – информация о координатах элементов и соединений, информация о начертании элементов.

- Генерация геометрического представления цепи – информация о том, как из логического представления цепи получить ее геометрическое представление.

- Представление цепи – совокупность логического и графического представления цепи.

- Отрисовка схемы цепи и экспорт цепи в MWO – модуль, решающий задачу вывода на устройство рисования графического представления схемы и экспорта схемы в MWO. Так как эти задачи имеют алгоритмически очень похожее решение, то наиболее целесообразно вынести решение этих задач в один модуль.

- Шаблон цепи – совокупность логического, геометрического представления цепи и генератора геометрического представления цепи. Особенностью шаблонного представления схемы является то, что цепь может состоять из подцепей, и на месте этих подцепей может находиться любая цепь. Такая шаблонная структура должна быть синхронно отражена во всех трех составляющих шаблона цепи.

Для решения задачи работы с элементами цепей, топологиями и характеристиками было решено применить типовое решение для проектирования (паттерн) «Декоратор» [4], структурная схема которого отображена на рис. 2.

Моделью в данной архитектуре является модуль, содержащий формулу или алгоритм. В Indesys – это:

- расчет S , Z , Y , A – параметров элементов;

- расчет S , Z , Y , A – параметров топологий цепей (например, расчет Y -матрицы параллельного соединения при условии, что соответствующие матрицы составляющих параллельного соединения уже рассчитаны). Подобная модель является моделью шаблона цепи.

Расчет характеристик цепи. Опишем все составляющие схемы, изображенной на рис. 2.

Интерфейс модели – не требует от объекта необходимости хранения изменяемых данных (состояния объекта), что позволяет создать всего лишь по одному экземпляру модели на всю систему и значительно упростить реализацию. Для создания новой модели достаточно лишь ввести новую формулу и заполнить описательную структуру данных модели, что значительно сокращает время, необходимое на реализацию модели.

Библиотека моделей – набор из dll-файлов, каждый из которых содержит множество классов, реализующих интерфейс модели. Такой подход обеспечивает возможность гибкого наращивания и модификации модельной базы без необходимости перекомпиляции системы и реализуется с помощью полиморфизма в ООП (т.н. «плагины»).

Декоратор модели – класс, содержащий ссылку на модель (агрегирующий модель) и отвечающий за интеграцию модели с остальными составляющими системы. Декоратор позволяет реализовывать общие функциональные возможности для конкретной библиотеки моделей, обеспечивает наиболее удобный способ использования моделей со стороны системы Indesys.

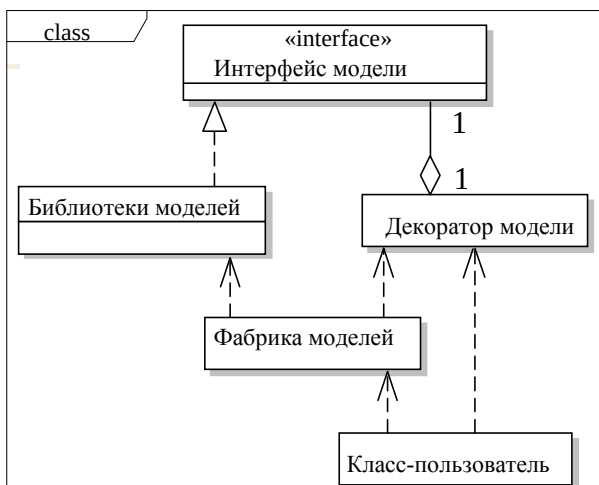


Рис. 2. UML-диаграмма структуры классов библиотек моделей

Фабрика моделей – класс, содержащий информацию о зарегистрированных в системе моделях и создающий объект Декоратора модели по ее имени или другому идентификатору (порядковому номеру, и т.п.). Фабрика моделей также обеспечивает реализацию механизма плагинов – опрос папок и динамическое подключение новых библиотек.

Класс-пользователь – класс, использующий Indesys framework (например, алгоритм синтеза цепи или программа-скрипт снятия результатов измерений прибора).

Описанный способ организации системы моделирования электронных цепей имеет следующие основные преимущества:

– благодаря использованию шаблонов и прямых формул расчета обеспечивается высокое быстродействие системы моделирования, что очень важно с точки зрения итерационных оптимизаторов;

– легко добавлять новые модели и адаптировать существующие под новые требования;

– декоратор позволяет реализовывать сколь угодно сложные функциональные возможности для работы с моделями, удобные с точки зрения системы, не накладывая при этом лишних требований на реализацию самих моделей, – достаточно ввести новую формулу и заполнить описательную структуру;

В результате проделанной работы был спроектирован и реализован модуль логического и геометрического представления цепей СВЧ-диапазона. Рассмотрены аналоги с выявлением существующих недостатков: большинство систем решают задачу оптимизации, но не решают задачу синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элликс – Indesys [электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.ellics.com>
2. Дорофеев С.Ю., Песков М.А., Барышников А.С., Кошевой С.Е. Indesys – интеллектуальная система автоматизированного проектирования СВЧ-устройств // Наст. сб.
3. Сравнение Microwave Office и Genesyn, форум разработчиков электроники ELECTRONIX. [Электрон. дан.] – Режим доступа: <http://www.electronix.ru>
4. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2007. 366 с.

КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОПРЕОБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ СЭП КА

М.Н. Цветков, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, mxim@niiadem.tomsk.ru

Наземное тестирование систем энергоснабжения космических аппаратов (СЭП КА) требует наличия специальных стендовых устройств (имитаторы нагрузок, батарей, коммутаторы, устройства измерения и др.) для обеспечения заданных условий работы, проверки корректности параметров и автоматизации труда операторов.

Поэтому для исследований и экспериментальной отработки СЭП КА с целью существенного снижения материальных и временных затрат разрабатываются специализированные автоматизированные системы, включающим в себя:

- имитаторы солнечных батарей;
- блоки имитации нагрузок;
- блоки имитации аккумуляторных батарей;
- системные коммутаторы;
- контрольно-испытательные станции (КИС);
- устройства мониторинга;
- другие элементы силовой электроники.

Перечисленные устройства образуют достаточно сложную техническую систему для мониторинга энергопреобразующей аппаратуры во всех предполагаемых режимах и по всем ключевым параметрам.

Особое место в комплексе занимает КИС [1] из-за множества измеряемых параметров, различных формирователей, генераторов, анализаторов, имитаторов и по мониторингу этих параметров и управлением в целом.

Контрольно-испытательная станция предназначена для:

- контроля состояния контактов реле и электронных коммутаторов (транзисторных ключей);
- контроля временных и амплитудных параметров импульсов напряжения;
- формирования команд управления в виде импульсов напряжения или незапитанным контактом;
- формирования внешних команд управления при непосредственном доступе оператора к включению и отключению объекта контроля;
- имитации резистивных датчиков и сопротивлений в диапазоне от 10 Ом до 150 кОм;
- измерения сопротивлений, прямых падений напряжения на диодах и токов утечки диодов при обратном напряжении.

Обобщенная структурная схема КИС представлена на рис. 1.

Контрольно-испытательная станция автоматизированной системы контроля энергопреобразующей аппаратуры включает в себя [2]:

– *Измеритель параметров импульсов напряжения (ИПИИ)* – предназначен для контроля временных и амплитудных параметров импульсов напряжения: диапазон изменения амплитуды контролируемых импульсов от минус 20 до 50 В, диапазон изменения длительности контролируемых импульсов от 1 мс до 2,5 ч.

– *Анализатор состояния релейных датчиков (АРД)* – осуществляет контроль состояния контактов реле, может измерять длительность временного интервала от заданного времени (события) до срабатывания контактов реле, пределы измерения от 5 мс до 1000 с.

– *Анализатор состояния электронных датчиков (АЭД)* – осуществляет контроль состояния электронных коммутаторов (транзисторных ключей); возможно измерение временного интервала от заданного

времени (события) до срабатывания самого АЭД, длительность временного интервала может изменяться от 1 мс до 1000 с.

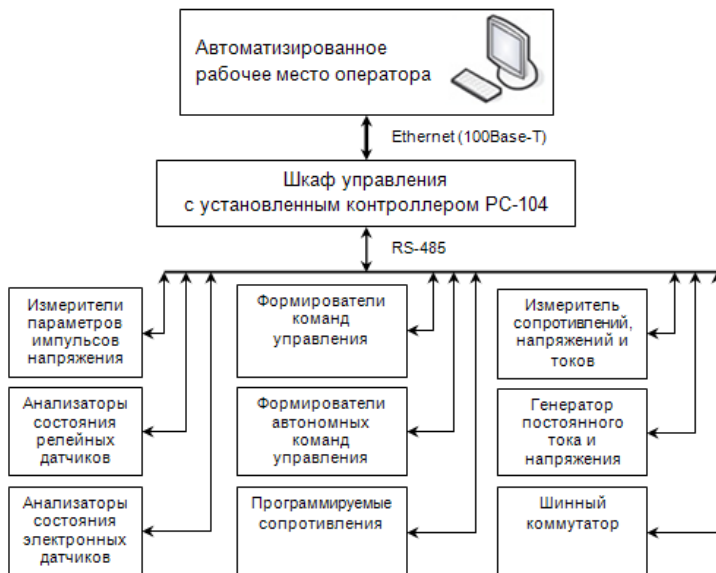


Рис. 1. Структурная схема КИС АСК ЭПА

– *Формирователь команд управления (ФКУ)* – команды могут выдаваться либо в виде импульсов напряжения, либо незапитанным контактом; диапазон напряжения (5–34) В или минус (5–34) В, длительность команд, формируемых импульсами напряжения, от 10 мс до 1 с.

– *Формирователь автономных команд управления (ФАКУ)* – предназначен для непосредственного доступа оператора к включению и отключению объекта контроля (ОК).

– *Программируемое сопротивление (ПС)* назначение – имитация резистивных датчиков и сопротивлений в диапазоне от 10 Ом до 150 кОм.

– *Измеритель сопротивлений, прямых падений напряжения на диодах и токов утечки диодов при обратном напряжении (ИСНТ)* – предназначен для измерения сопротивлений, прямых падений напряжения и токов утечки диодов; режимы измерения: измерение сопротивления резистивных датчиков по четырехпроводной схеме измерений, измерение сопротивления резисторов по двухпроводной схеме измерений, измерение сопротивления соединенных цепей по двухпроводной схеме измерений, измерение сопротивления электрически разобщенных цепей, измерение сопротивления изоляции, измерение

прямого падения напряжения на диодах и токов утечки диодов при обратном напряжении.

- *Генератор постоянного тока и напряжения (ГПТН)*, назначение – формирование аналоговых стимулов.

- *Шинный коммутатор (ШК)* – предназначен как для подсоединения объекта контроля, так и для коммутации различных блоков.

Ряд блоков дублируются для обеспечения одновременного запуска и/или измерения. В случае выхода из строя одного из приборов (или возникновении аварии) об этом извещается оператор. Если случившаяся авария может повлиять на работоспособность других устройств, система останавливается, иначе – работа продолжается, а управление аварийным прибором блокируется [3].

КИС включает в себя 9 устройств, содержащих счетчики времени (СВ): АРД1...АРДЗ, АЭД1...АЭДЗ, ИПИН1...ИПИНЗ. Каждый СВ запускается командой «Пуск» (начало интервала) и останавливается командой «Стоп» (окончание интервала). Одновременно в КИС может быть включен только один СВ какого-либо блока. В качестве сигнала «Пуск» возможен выбор из следующих устройств:

- моменты начала или окончания подачи команды одним из формирователей ФКУ1...ФКУЗ, ФАКУ(Вкл ОК), ФАКУ(Откл ОК);

- моменты срабатывания (по замыканию или по размыканию испытываемых реле) АРД1...АРДЗ;

- моменты срабатывания (по отпиранию или по запираню испытываемых электронных ключей) АЭД1...АЭДЗ;

- моменты срабатывания реле (замыкание или размыкание) системного коммутатора, входящего в состав АСК ЭПА;

- любой из двух программно заданных моментов времени.

Команда «Стоп» для СВ будет сформирована самим выбранным устройством:

- для АРД1...АРДЗ и АЭД1...АЭДЗ – по любому срабатыванию;

- для ИПИН1...ИПИНЗ – по предустановленному оператором фронту или срезу измеряемого ИПИН импульса.

КИС разрабатывается как универсальный инструмент, и ее использование позволит в дальнейшем расширить область исследования и настройки СЭП, сэкономить рабочее время и увеличить надежность. Применение КИС позволит обеспечить необходимый уровень автоматизации в сфере производства и тестирования КА, что является одним из немаловажных факторов на современном рынке автоматизированных систем управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишин В.Н. Автоматизированная система контроля энергопреобразующей аппаратуры СЭП КА / В.Н. Мишин, В.А. Пчельников, Г.А. Ракитин и др. // Материалы международной конференции «Перспективы использования

новых технологий и научно-технических решений в ракетно-космической и авиационной промышленности», 20–24 августа 2008 г. М.: Институт проблем управления РАН, 2008. С. 31–32.

2. Мишин В.Н., Ракитин Г.А., Пчельников В.А. и др. Автоматизированный комплекс наземного контроля и испытаний систем электроснабжения космических аппаратов: заявка № 2008136495/22(046700) Рос. Федерация: МПК⁷ G 05 В 23/02 (2008.04.01) / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное научное учреждение Научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики, RU; патент на полезную модель, поверенный Абрамовой И.П.; заявл. 10.09.2008; опубл. 29.10.2008.

3. Мишин В.Н., Пчельников В.А., Ракитин Г.А. и др. Программное обеспечение автоматизированной системы контроля энергопреобразующей аппаратуры СЭП КА // Материалы международной конференции «Перспективы использования новых технологий и научно-технических решений в ракетно-космической и авиационной промышленности», 20–24 августа 2008 г. М.: Институт проблем управления РАН, 2008. С. 33–34.

ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПОС. ЗОНАЛЬНЫЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*А.А. Тюньков, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-402-22-47, szs7@mail.ru*

По уровню автоматизации теплоэнергетика должна занимать одно из ведущих мест среди отраслей промышленности, т.к. теплоэнергетические установки характеризуются непрерывностью протекающих в них процессов. При этом в любой момент времени выработка тепловой энергии должна соответствовать потреблению (нагрузке). Поэтому современные котельные являются высокоавтоматизированными установками.

Автоматизация котельных – одно из основных направлений повышения их коэффициента полезного действия, снижения удельного расхода топлива, обеспечения безаварийности работы.

Объект автоматизации представляет собой котельную, основу которой составляют 2 котла водогрейных с газовой горелкой 3,15 и 2 МВт соответственно. Объект обеспечивает горячей водой пос. Зональный Алтайского края. Мнемосхема технологического процесса представлена на рис. 1.

Котельная разделена на 2 основных контура: сетевой и котловой.

Котловой контур состоит из двух насосов котлового контура Н1 и Н2, двух насосов подпитки котлового контура Н9 и Н10, трехходового клапана Д, калорифера и трубопровода прямой и обратной воды котлового контура. Калорифер, изображенный на мнемосхеме, представ-

ляет собой собственно сам калорифер, а также насос калорифера НЗ и трехходовой клапан калорифера.

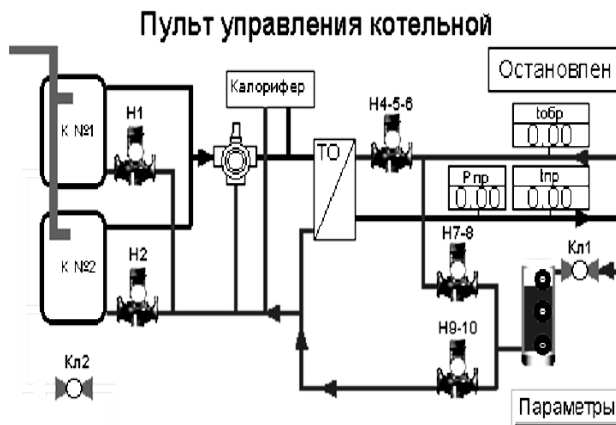


Рис. 1. Мнемосхема технологического процесса

Сетевой контур состоит из трех насосов сетевого контура Н4, Н5 и Н6, 2 насосов подпитки котлового контура Н7 и Н8.

Газ к котлам подается через клапан Кл2, а необходимый уровень воды в баке подпитки поддерживается через клапан Кл1.

В результате автоматизации предусматривается установка комплекса АСУ ТП, в состав которых входит 7 шкафов управления. Комплекс обеспечивает управление и мониторинг состояния котельной, а также сигнализирует о происходящих авариях. Главная задача проекта сводится к разработке головного шкафа управления котельной.

ПЛК шкафа управления осуществляет автоматическое управление оборудованием котельной, контролирует и отображает на мнемосхеме котельной в первом (главном) окне сенсорной панели оператора аварийные ситуации, состояние и режимы работы технологического оборудования.

Целью настоящей работы является повышение эффективности, надежности, экономичности работы котельной, сведение к минимуму количества сбоев в работе путем ее автоматизации.

С экономической точки зрения данная реконструкция дает следующие плюсы:

- экономия энергоресурсов;
- увеличение сроков службы технологического оборудования;
- снижение затрат на планово-предупредительные и ремонтные работы;
- обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за ходом технологических процессов.

**АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ ИМИТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Председатель – Коцубинский В.П., к.т.н., доцент каф. КСУП

**СТРУКТУРА МОДУЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ
СВЧ-КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА VERILOG-AMS**

А.О. Абрамов, студент 5-го курса,

Ф.И. Шеерман, к.т.н., доцент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, lincol@mail.ru, Feodor.Sheyerman@kcup.tusur.ru

Проектирование монолитных интегральных схем (МИС) сверхвысоких частот (СВЧ) является сложной задачей и невозможно без применения систем автоматизированного проектирования (САПР). В [1] предложен эффективный подход к проектированию СВЧ МИС, основанный на методике преобразования моделей.

Согласно методике преобразования моделей вначале выбирается или синтезируется исходная цепь на идеальных элементах. Затем по электрическим параметрам идеальных элементов автоматически определяются конструктивные параметры (обычно геометрические размеры) соответствующих монолитных интегральных (МИ) элементов. После этого идеальные элементы в цепи заменяются сложными моделями полученных МИ-элементов (например, в виде эквивалентных схем или электромагнитных моделей) и выполняется моделирование всей цепи. При отклонении рассчитанных характеристик от требуемых можно изменить структуру исходной цепи и/или номиналы ее элементов.

Для реализации описанной методики необходим быстродействующий алгоритм перехода от идеального элемента к МИ-элементу. Составной частью алгоритма является процедура автоматического расчета геометрических размеров МИ-элемента по значениям электрических параметров (емкость, индуктивность, сопротивление) идеальных элементов. Для решения этой задачи было предложено две процедуры преобразования моделей [1]. Для обеспечения возможности использования предложенных процедур в современных САПР СВЧ МИС необходимо разработать специальный программный модуль преобразования моделей СВЧ-компонентов.

Данный модуль должен обеспечивать создание моделей МИ-элементов и расчет их геометрических размеров по электрическим параметрам идеальных элементов. Основными требованиями, предъ-

являемыми к модулю, являются гибкость и расширяемость, использование современных подходов, применение стандартных и универсальных методов описания моделей. Расширяемость позволит постепенно увеличивать функциональность без изменения общей структуры модуля, а гибкость – использовать модуль как в качестве отдельной программы, так и в качестве составной части более сложных САПР.

Более подробно работа модуля представлена на рис. 1. Вначале выбирается идеальный элемент (R, L, C), затем из имеющихся в составе модуля физических моделей формируется список моделей, соответствующих выбранному идеальному элементу, из списка выбирается необходимая модель. Среди множества геометрических параметров МИ-элемента $d_1, \dots, d_n$ необходимо выбрать один варьируемый параметр, например d_1 (это может быть длина или ширина резистора, конденсатора, спиральной катушки индуктивности и др.). Значения остальных параметров $d_2, \dots, d_n$ либо фиксируются, либо задаются при помощи «коэффициентов формы»: $k_n = d_n / d_1$ ($n = 2, N$).

Функция преобразования устанавливает зависимость варьируемого параметра d_1 от значения идеального элемента e и значений фиксированных параметров: $d_1 = F(e, d_2, \dots, d_n)$. В качестве функции преобразования используются, как правило, полиномиальные функции, получаемые при помощи алгоритмов аппроксимации и интерполяции [1]. На основе полученной формулы преобразования и имеющейся физической модели на заключительном этапе работы модуля формируется описание новой модели на каком-либо универсальном языке.

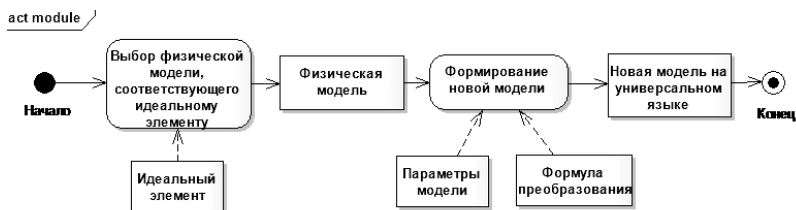


Рис. 1. Диаграмма действий модуля преобразования

На рис. 2 приведена подробная функциональная схема модуля в соответствии с нотацией IDEF0. В качестве входных данных в модуль поступает значение параметра идеального элемента. В блоке A1 проектировщик из списка выбирает физическую модель, соответствующую идеальному элементу. Список формируется на основе базы данных моделей, где каждая модель описана на универсальном языке. Следующим шагом работы модуля является формирование моделей (блок A2). На данном этапе устанавливается связь между электрическими и геометрическими параметрами при помощи формул преобра-

зования. Результатом является сформированная модель на универсальном языке.

В качестве универсального языка описания моделей в современных САПР широкое распространение получил язык Verilog.

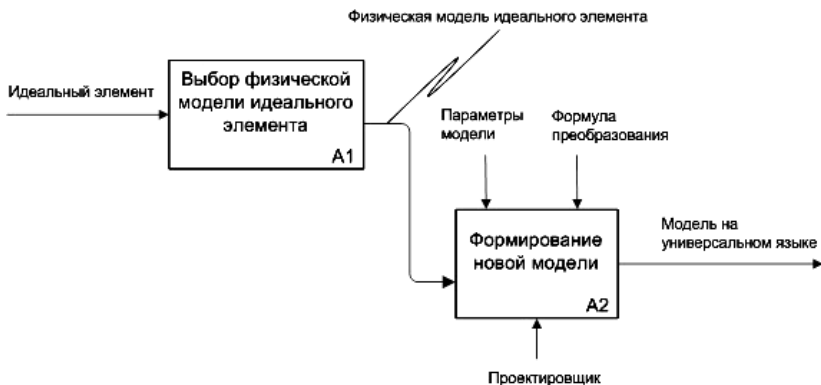


Рис. 2. Диаграмма второго уровня модуля преобразования

Verilog – это язык, используемый для описания и моделирования сложной аппаратуры и систем. Для использования в создаваемом модуле преобразования моделей наиболее подходящей является разновидность языка Verilog-AMS, т.к. она является универсальной и в настоящее время поддерживается специальным комитетом [2].

В дальнейшем будет спроектирован и реализован графический пользовательский интерфейс модуля преобразования, а также специализированный редактор языка Verilog.

Модуль преобразования будет реализован на языке C# платформы.NET Framework. В качестве среды разработки выбрана среда Microsoft Visual Studio 2008. В результате будет получена динамическая библиотека, что позволит подключать ее к программам анализа и синтеза СВЧ устройств.

Модуль преобразования планируется использовать в интеллектуальной системе автоматизированного проектирования (синтеза) СВЧ-устройств INDESYS (Intelligent Design System) [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеерман Ф.И. Проектирование СВЧ монолитных интегральных устройств на основе преобразования моделей элементов: дис. ... канд. техн. наук / Ф.И. Шеерман. Томск: ТУСУР, 2007. С. 250.
2. Verilog-AMS [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.verilog-ams.com>.
3. Элликс – Indesys [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ellics.com>.

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

А.В. Димаки, доц. каф. ИИТ
г. Томск, ТУСУР, dav18@yandex.ru

Проблема обнаружения изменения свойств стохастических сигналов и динамических систем была поставлена в 50-х гг. и к настоящему времени превратилась в интенсивно развивающуюся область математической статистики. Это обусловлено тем, что задача обнаружения изменения свойств динамической системы возникает в ряде практических приложений геофизики, медицины, диагностики технических объектов и технологических процессов, обработки сигналов и т.д. [1].

Несмотря на многообразие и сложность математического аппарата, применяемого для решения указанной проблемы, существуют достаточно простые алгоритмы, позволяющие получать удовлетворительные результаты. Такие алгоритмы имеют место в тех случаях, когда задача обнаружения изменения свойств системы может быть сведена к задаче обнаружения изменения математического ожидания стохастического сигнала, значения которого подчиняются гауссовскому распределению [2].

Одним из таких алгоритмов является алгоритм, называемый алгоритмом Пейджа–Хинкли, суть которого заключается в следующем.

Пусть имеется последовательность измеренных значений y_k некоторой величины Y , математическое ожидание которой равно μ_0 , а дисперсия – σ^2 . Требуется определить момент времени, в который величина математического ожидания изменяется на величину $v = \mu_1 - \mu_0$, где μ_1 – новое значение математического ожидания величины Y .

Определим кумулятивную сумму S_i^j следующим образом:

$$S_i^j(\mu, v) = v \sum_{k=i}^j \left(y_k - \mu_0 - \frac{v}{2} \right). \quad (1)$$

Тогда детектор-функцию Пейджа–Хинкли (называемую еще критерием Пейджа–Хинкли) можно определить следующим образом:

$$g_n = S_1^n(\mu_0, v) - \min_{1 \leq k \leq n} S_1^k(\mu_0, v) > \lambda. \quad (2)$$

Принцип действия данного критерия заключается в том, что оценка момента скачка математического ожидания величины Y совпадает с последним моментом времени, при котором достигается минимальное значение S_1^n [1].

Известно, что функция-детектор изменения свойств сигнала характеризуется следующими двумя показателями качества: а) малое

число ложных тревог; б) малое запаздывание в обнаружении изменения. Очевидно, что эти требования противоречат друг другу: способность быстро обнаруживать изменения повышает вероятность появления ложных тревог. В зависимости от решаемой задачи указанное противоречие может разрешаться различными способами. В настоящее время принято тот или иной детектор называть оптимальным, если при некотором наперед заданном среднем времени между ложными тревогами запаздывание в обнаружении минимально. В ряде работ [3, 4] показано, что критерий Пейджа–Хинкли является оптимальным при решении задачи обнаружения изменения математического ожидания гауссовского случайного процесса.

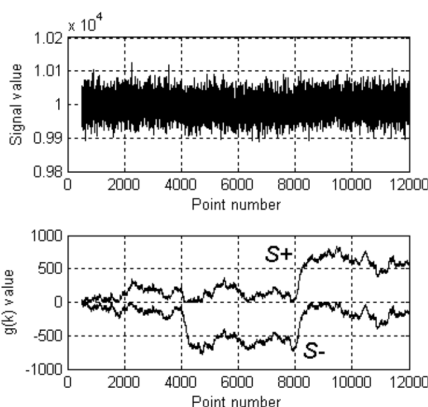
При решении ряда практических задач, связанных с обнаружением разладок в работе того или иного объекта, представляет интерес установление нижнего порога срабатывания используемого алгоритма детектирования разладки. Отметим, что обнаружение разладки может быть осложнено присутствующими в результатах измерений шумами, дисперсия которых может превышать величину скачка математического ожидания, которую необходимо обнаружить.

В рамках данной работы был реализован детектор Пейджа–Хинкли и исследована его способность обнаруживать скачки, величина которых сопоставима со среднеквадратическим отклонением шума измерений.

Исследования проводились в среде математического моделирования MatLab. В качестве тестового сигнала была реализована выборка из 12000 нормально распределенных случайных чисел с математическим ожиданием $\mu_0 = 10000$ и среднеквадратическим отклонением $\sigma = 10$. Разладка и восстановление наблюдаемого процесса имитировались изменением математического ожидания на величину $v_0 = 10$. Соответственно, средний размах шума превышал величину разладки примерно в три раза. Разладка происходила в момент времени $t_1 = 4000$, восстановление происходило в момент $t_2 = 8000$. Детектор Пейджа–Хинкли был настроен на обнаружение изменения математического ожидания как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения путем использования положительного и отрицательного значения порога v в выражении (1).

На рис. 1 показаны результаты работы реализованного алгоритма. Видно, что данный алгоритм позволяет успешно обнаруживать как разладку, так и восстановление наблюдаемого процесса.

В заключение заметим, что такой простой детектор демонстрирует успешные результаты работы лишь в случае простейшего тестового сигнала, в котором отсутствуют тренды, а также длиннопериодические изменения математического ожидания. Для обнаружения изменения



параметров таких сигналов необходимо применение более сложных алгоритмов.

Рис. 1. Результаты работы детектора Пейджа–Хинкли

ЛИТЕРАТУРА

1. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем: Пер. с англ. / М. Бассвиль, А. Вилски, А. Банвенист и др.; Под ред. М. Бассвиль, А. Банвениста. М.: Мир, 1989. 278 с.
2. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов. М.: Наука, 1983. 199 с.
3. Ширяев А.Н. Задача скорейшего обнаружения нарушения стационарного режима // Докл. АН СССР. 1961. Т. 138. № 5. С. 1039–1042.
4. Lorden G. Procedures for Reacting to a Changes in Distribution // Annals of Mathematical Statistics. 1971. Vol. 42. № 6. P. 1897–1908.

СЛОВЕСНЫЙ ПОРТРЕТ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЕШЛАМА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.С. Иванов, А.С. Иванов, студенты 3-го курса, каф. КСУП,

Т.В. Ганджа доцент ВКИЭМ

г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-609-46-85, 516egorca@gmail.com

т. +7-923-406-62-42, white_tema@mail.ru

taras@toe.tusur.ru

Добываемая на промыслах нефть, помимо растворенных в ней газов, содержит некоторое количество примесей – частицы песка, глины, кристаллы солей и воду. Содержание твердых частиц в неочищенной нефти обычно не превышает 1,5%, а количество воды может изменяться в широких пределах. С увеличением продолжительности эксплуатации месторождения возрастают обводнение нефтяного пласта и содержание воды в добываемой нефти. В некоторых старых скважинах жидкость, получаемая из пласта, содержит 90% воды. В нефти, посту-

пающей на переработку, должно быть не более 0,3% воды. Присутствие в нефти механических примесей затрудняет ее транспортирование по трубопроводам и переработку, вызывает эрозию внутренних поверхностей труб нефтепроводов и образование отложений в теплообменниках, печах и холодильниках, что приводит к снижению коэффициента теплопередачи, повышает зольность остатков от перегонки нефти (мазатов и гудронов), содействует образованию стойких эмульсий.

С целью понижения затрат на переработку нефти, вызванных потерей легких компонентов и чрезмерным износом нефтепроводов и аппаратов переработки, добываемая нефть подвергается предварительной обработке. Основной задачей моделирования данного физико-химического процесса в системе МАРС являются прогнозирование и анализ процессов предварительной обработки нефти.

Среда моделирования МАРС позволяет производить компьютерное моделирование технических объектов, в том числе и физико-химических систем с многофракционными потоками в связях, такими как нефтегазовые смеси. Ее математической основой является универсальный вычислитель, основанный на методе компонентных цепей.

Под руководством к.т.н. Т.В. Ганджи разрабатывается библиотека моделей компонентов среды моделирования МАРС, предназначенная для автоматизированного моделирования многофракционных физико-химических систем, к которым относятся системы предварительной обработки и осушки нефти при ее добыче: очистка заэмульгированной нефти и нефтепродуктов с разделением их на нефтяную фазу, воду и концентрат механических примесей.

Словесный портрет схемы очистки заэмульгированной нефти и нефтепродуктов с разделением их на нефтяную фазу, воду и концентрат механических примесей, предназначенный для компьютерного моделирования: заэмульгированная нефть (нефтепродукты) или нефтешлам поступает из исходной емкости через тепловое поле ($T = 50-60^\circ\text{C}$), с добавлением диэмульгатора, на переменное магнитное поле и возвращается в исходную емкость. Отделенная таким образом вода удаляется из резервуара, а жидкий нефтешлам направляется на обработку флокулянтном при тепловом поле ($T = 80-90^\circ\text{C}$), проходит ультразвуковое поле, где производится грубая очистка в самоочищающемся фильтре, и поступает на двухфазную центрифугу. Очищенный фугат (жидкая фракция) из центрифуги поступает в самоочищающийся фильтр, оборудованный акустическим полем, и далее направляется на трехфазный саморазгружающийся центробежный сепаратор. Под воздействием центробежных сил нефтешлам разделяется на две жидкие



Рис. 1. Предварительная обработка нефти

фазы: нефть (нефтепродукты) и воду, а также осуществляется отделение и выгрузка тонких механических частиц. Очищенная нефть (нефтепродукты) подается из сепаратора в резервуар для приема очищенной нефти (нефтепродуктов). Осадок из центрифуги выгружается на транспортер и поступает в емкость, в которую периодически происходит сброс грязного нефтешлама с фильтров, концентрата стабилизаторов эмульсий с сепаратора, воды с сепаратора. Принимаемые сбросы в емкости разделяются на три фазы: нефть, воду, концентрат стабилизаторов эмульсий. Данный метод предварительной обработки нефти схематично показан на рис. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-ресурс: www.bestreferat.ru
2. Интернет-ресурс: www.strojburservis.ru
3. Дмитриев В.М., Шутенков А.В., Зайченко Т.Н. и др. Среда Моделирования MAPS. Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2007. 297 с.

УПРАВЛЕНИЕ ПОСТАВКАМИ ТОВАРОВ НА СКЛАД С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ

В.Д. Кокунова, студентка 5-го курса, ФПМК

г. Томск, Томский государственный университет, kok.vera@gmail.com

При описании экономических процессов достаточно часто используют линейные математические модели, которые можно представить следующим образом:

$$\dot{x}(t) = \bar{A}(t)x(t) + \bar{B}(t)u(t) + \bar{F}(t)q(t), \quad x(t_0) = x_0, \quad (1)$$

где $x(t)$, $u(t)$, $q(t)$ – векторы состояния, управления и внешних возмущений; $\bar{A}(t)$, $\bar{B}(t)$, $\bar{F}(t)$ – матрицы динамических свойств, влияния управления и внешних возмущений в модели.

Используя идею, предложенную в [1] при построении математической модели процесса поставок хранения и сбыта одного вида товара, введем вектор состояния $x(t) = (z(t), v(t), w(t))^T$, компоненты которого описывают объем товара на рынке, у потребителя и прибыль от реализации товара. Управление $u(t)$ задает объем поставок товара, а $q(t)$ – вектор описывающий действие случайных факторов, компоненты которого являются независимыми нормальными гауссовскими случайными величинами с характеристиками:

$$M\{q(t)\} = \bar{q}(t); \quad M\{(q(t) - \bar{q}(t))(q(\tau) - \bar{q}(\tau))^T\} = Q(t)\delta(t - \tau).$$

Матрицы $\bar{A}(t)$ и $\bar{B}(t)$ имеют вид:

$$\bar{A}(t) = \begin{bmatrix} -nc \cdot (\phi_Y(t) - \phi_V(t)) & nc \cdot \phi_Z(t) & 0 \\ nc \cdot (\phi_Y(t) - \phi_V(t)) & -nc \cdot \phi_Z(t) - k_1 & 0 \\ C \cdot nc \cdot (\phi_Y(t) - \phi_V(t)) - k_2 & -C \cdot nc \cdot \phi_Z(t) & 0 \end{bmatrix},$$

$$\bar{B}(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{-1}{C} \end{bmatrix}^T,$$

где $\phi_Y(t), \phi_V(t), \phi_Z(t)$ – функции, описывающие, соответственно, потенциальный спрос, объем товара у потребителя и ситуацию на рынке; k_1, k_2 , nc , C – коэффициенты, характеризующие темп отгрузки товара, плату за хранение, скорость продаж товара и накрутку поставщика; $\bar{F}(t)$ – матрица влияния случайных факторов.

Объем поставок будем формировать на основе минимизации математического ожидания классического квадратичного функционала:

$$J = \frac{1}{2} M \left\{ \int_{t_0}^T \left[(x(t) - x_z(t))^T C (x(t) - x_z(t)) + u^T(t) D u(t) \right] dt \right\},$$

где $x_z(t)$ – вектор, задающий желаемое состояние прибыли на существующем рынке, за которым осуществляется слежение в каждый момент t на интервале моделирования $[t_0, T]$, а $C \geq 0$ и $D > 0$ – весовые матрицы функционала.

Тогда управление для модели вида (1) запишется с помощью вектора рассогласования

$$u(t) = -D^{-1} \bar{B}(t) S(x(t) - x_z(t)),$$

где матрица S является решением уравнения Риккати в прямом времени

$$\begin{aligned} \dot{S}(\tau) &= -S(\tau) \bar{A}(\tau) - \bar{A}^T(\tau) S(\tau) + S(\tau) \bar{B}(\tau) D^{-1} \bar{B}^T(\tau) S(\tau) - C, \\ S(t) &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Если для моделирования использовать метод Эйлера, то уравнение (1) запишется в виде

$$x(k+1) = A(k)x(k) + B(k)u(k) + F(k)q(k), \quad x(0) = x_0,$$

где $A(k) = I_3 + \Delta t \bar{A}(t_k)$, $B(k) = \Delta t \bar{B}(t_k)$, $F(k) = \sqrt{\Delta t} F(t)$;

I_3 – единичная матрица 3-го порядка; $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ – шаг моделирования; $q(k)$ – последовательность гауссовских случайных величин с характеристиками

$$M\{q(k)\} = \bar{q}(k); \quad M\{(q(k) - \bar{q}(k))(q(j) - \bar{q}(j))^T\} = Q(k) \delta_{k,j}.$$

Для формирования управления в момент k используем соотношение

$$u(k) = -D_d^{-1} \cdot B(k)^T S(x(k) - x_z(k)),$$

где S – установившееся решение уравнения Риккати (2), которое определяется по итерационному алгоритму:

$$\begin{aligned} S(i+1) &= A^T(k) \cdot S(i) + S(i) A(k) - S(i) B(k) D_d^{-1} B(k)^T S(i) - C_d, \\ S(0) &= 0, \end{aligned}$$

и при выполнении условия

$$\frac{\|S(i+1) - S(i)\|}{\|S(i+1)\|} < \varepsilon$$

матрица S полагается равной $S(i+1)$. Здесь $C_d = \Delta t C$, $D_d = \Delta t D$.

Пусть для формирования объема поставок используется информационная система, математическая модель которой имеет вид

$$y(k) = Hx(k) + r(k),$$

где $y(k)$ – вектор, содержащий информацию о состоянии системы; H – матрица, состоящая из нулей и единиц, характеризующая полноту информации; $r(k)$ – погрешности информационной системы, которые будем описывать дискретными гауссовскими случайными величинами с характеристиками

$$M\{r(k)\} = 0; \quad M\{r(k)r^T(j)\} = R\delta_{kj}.$$

Учитывая, что информация о состоянии системы достаточно часто бывает неполной и содержит погрешности, при формировании управления будем использовать оценку состояния $\hat{x}(k)$, которая определяется с помощью фильтра Калмана [2].

При управлении поставками товара на склад следует учитывать как особенности склада, так и способы доставки и обработки товара. В связи с этим возникает необходимость в формировании различных ограничений.

1. Ограничения на емкость склада.

Для каждого вида товара на складе выделяется определенная площадь. В соответствии с этим определяются ограничения на емкость склада в виде

$$u_{\min} \leq u(k) \leq u_{\max},$$

где $u_{\max}$ – количество мест, выделенных на складе для данного вида товара; $u_{\min} = 0$.

2. Ограничения на трудовые ресурсы.

Товар, который приходит на склад, подвергается обработке, включающей определенный состав операций. Поставка осуществляется каждый день, но рабочие склада могут не успеть обработать поставленное количество товара. В соответствии с этим можно ввести ограничения на трудовые ресурсы. Пусть процесс приема товара на склад включает n типов операций, которые осуществляет складской персонал, состоящий из l категорий рабочих. Каждая категория включает в себя определенное количество рабочих. Операции приема товара на склад включают выгрузку (ручную либо механизированную), сортировку, юнитирование и формирование однородных паллет. Отгрузка товара со склада включает погрузку (ручную или механизированную) и различные виды сборки.

Пусть $\mathbf{r}$ – вектор, содержащий l элементов, каждый элемент которого учитывает количество рабочих в определенной категории; $\boldsymbol{\tau}$ – матрица среднего времени выполнения каждого вида работ. Каждый

элемент матрицы τ_{ij} указывает среднее время занятости j -го рабочего на i -й операции, где $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, l}$.

Тогда ограничения на трудовые ресурсы можно записать в виде:

$$u(k) = \begin{cases} u(k), & \text{если } f(u(k)) > \tau^T \phi d(k), \\ f^{-1} \left[f(u(k)) - \tau^T \phi d(k) \right], & \text{если } f(u(k)) \leq \tau^T \phi d(k), \end{cases}$$

где $f(\cdot)$ – функция, задающая отображение множества упаковок поставляемого товара на множество человеко-часов, потраченных на обработку заданного объема товара; $\phi d(k)$ – функция, задающая количество товара, обрабатываемого на складе в момент k .

3. Ограничения на грузоподъемность и транспортные расходы.

Пусть товар доставляется на склад тремя видами транспорта, которые отличаются грузоподъемностью. Тогда ограничения зададим в виде

$$u(k) = \begin{cases} u_{T1}, & \text{если } u(k) > u_{T1} - p \cdot u_{T1}, \\ u(k), & \text{если } u_{T2} - p u_{T2} \leq u(k) < u_{T1} - p \cdot u_{T1}, \\ u_{T3}, & \text{если } u_{T3} \leq u(k) < u_{T2} - p \cdot u_{T2}, \end{cases}$$

где u_{T1}, u_{T2}, u_{T3} – грузоподъемности трех видов транспорта; $0 < p \leq 1$ – коэффициент, определяющий минимально допустимый объем товара, перевозка которого на данном виде транспорта является экономически рентабельной.

Для численного моделирования использовались данные о деятельности складского комплекса «Сибирский грузовой терминал», расположенного в г. Новосибирске. В качестве исходных данных были взяты объемы поставок на склад водки омского завода по декадам за первые 10 мес 2008 г., а также данные о загрузенности склада ежемесячно. При управлении объемы поставок будем формировать с целью увеличения прибыли на 5%.

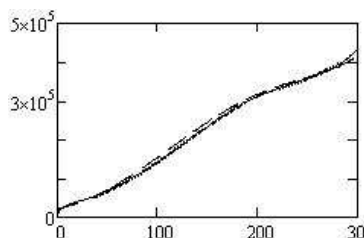


Рис. 1

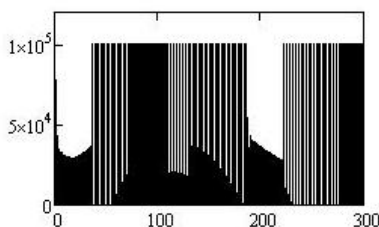


Рис. 2

На рис. 1 сплошной линией обозначена величина желаемой прибыли, а пунктирной – прибыль, полученная в результате моделирова-

ния. На рис. 2 приведены ежедневные объемы поставок товара с учетом ограничений.

Полученные результаты показали, что следящие системы управления можно применять для формирования объема поставок, если стратегию управления определять на основе слежения за желаемой прибылью.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горский А.А., Колпакова И.Г., Локшин Б.Я. Динамическая модель процесса производства, хранения и сбыта товара повседневного спроса // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1998, № 1. С. 144–148.

2. Решетникова Г.Н. Моделирование систем: учеб. пособие / Г.Н. Решетникова. 2-е изд., перераб. и доп. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. 441 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

***А.П. Лысак, Е.А. Чернова, А.Н. Калентьев, Е.П. Каратаев,
Е.А. Пуха, студенты, В.Н. Щербаков, аспирант каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, Ant-Xp@sibmail.com, kitiakt@sibmail.com,
akalentii@sibmail.com, kzheka@sibmail.com, ws_jane@sibmail.com,
S_V_N@ms.tusur.ru***

Применение современных технологий и электронной техники в медицине в настоящее время стало уже правилом. Введение во врачебную практику электронных устройств повышает точность анализов, позволяет врачу получить своевременную обратную связь при различных методах лечения. Список медицинской электроники начинается с простых устройств измерения давления и пульса, продолжается устройствами для определения силы зрения и для искусственного поддержания сердца и легких в рабочем состоянии. Развитие БОС-методики для речевой реабилитации онкологических больных после операции полного удаления гортани и усовершенствование методики оценки качества пищеводного голоса с исключением субъективности оценки являются на сегодня актуальными задачами.

Особой статьей в медицине всегда стоит онкология. Учитывая то, что заболеть онкологическим заболеванием может каждый независимо от возраста и условий жизни, приобретает особую важность задача вылечить этих людей. Иногда единственным способом лечения является хирургическое вмешательство. После успешной операции больной зачастую становится инвалидом. В этом случае требуются реабили-

литационные мероприятия, которые вернут человека к нормальной жизни.

Как гортани представляет собой сравнительно частое заболевание среди злокачественных опухолей. Устраняя новообразование, операция полного удаления гортани вместе с тем нарушает функцию дыхания (трахея разобщается с глоткой, а дыхание происходит через трахеостому) и лишает больного голоса при сохранении артикуляционного аппарата и нейрофизиологических механизмов речи. Таким образом, больной после полного удаления гортани представляет собой инвалида, не способного к трудовой деятельности. Вопрос о возможности восстановления голоса у лиц, перенесших ларингэктомию, обсуждался в конце XIX в. Дж. Перелло. А.Ф. Иванов в 1910 г. отмечал, что завершающим этапом после полного удаления гортани является «проведение специального обучения в раннем послеоперационном периоде», так как «речь ларингэктомированных может быть доведена до высокой степени совершенства и близко приближаться к нормальной». В настоящее время процесс речевой реабилитации является обязательным этапом лечения онкологических больных.

Следует отметить, что создание пищевого голоса является не единственным способом восстановления речи. Кроме создания пищевого голоса используют голосовые протезы и голосообразующие аппараты. Во время фонации при помощи протеза пациенты вынуждены закрывать трахеостому платком или марлей, что неизбежно ведет к обнаружению хирургического вмешательства посторонними лицами. Другими недостатками этого способа являются медицинские противопоказания для установки шунта, высокая стоимость, быстрая (около 3 лет) изнашиваемость протеза, а также слабая степень управления частотой основного тона.

Наряду с анатомическими отличиями при формировании пищевого речи, врачам приходится иметь дело с неработающими рефлексам и психологическими проблемами. Особо важны психологические последствия операции, так как потеря речи и наличие трахеостомы являются сильнейшими психотравмирующими факторами.

Актуальность совершенствования методики реабилитации объясняется несколькими факторами, с которыми сталкивается больной:

- фактор, травмирующий психику: факт самого заболевания, потеря речи, инвалидность;
- социальный фактор: потеря привычного способа общения, смена круга общения;
- экономический фактор: потеря трудоспособности и, как следствие, возможности нормального материального обеспечения.

Успешная реабилитация позволяет больному вернуться в привычную социальную среду и к нормальной трудовой деятельности.

За последнее пятидесятилетие начал развиваться особый метод лечения различных заболеваний, имеющий существенные отличия от классической схемы «пациент–измерительный прибор–врач–лечебная процедура–пациент». В данном методе фактически отсутствует элемент «врач» и частично отсутствует элемент «лечебная процедура». Это метод биоуправления с использованием биологической обратной связи (БОС).

Биологическая обратная связь – это метод прямого обучения нервной системы с целью нормализации ее деятельности. БОС-метод реализует обратные связи, которые замыкаются непосредственно на человека. В этом случае человек в буквальном смысле получает возможность видеть и слышать такие свои физиологические процессы, как электрическая активность мышц, электрическая активность мозга, температура и электропроводность кожи, частота сердечных сокращений, величина кровотока в различных органах и др.

Восстановление голосовой функции после полного удаления гортани отмечается в 91% случаев в сроки от 2 недель до 2 месяцев, причем 68% пациентов овладели пищеводной речью в полном объеме на 3 балла. Несмотря на инвалидность, большинство больных сохранили трудовую активность или продолжают работать в более легких условиях. Голосообразующая функция гортани после резекции гортани восстанавливается за счет компенсации оставшейся части органа.

Целью нашей работы являются автоматизация процесса обработки медицинской информации при различных условиях; управление в условиях недостаточной определенности и при условиях выполнения ограничений на медицинские системы; прогнозирование и формирование управляющих воздействий на человеческий организм с учетом лечебного эффекта; определение структуры технических и программных средств для организации автоматизированного исследования характеристик биологических систем и реализация автоматизированного реабилитационного комплекса на основе БОС-методов и методики оценки качества пищеводного голоса.

Исследования, проведенные д.т.н. проф. В.П. Бондаренко и к.т.н. В.П. Коцубинским при участии д.б.н. Л.Н. Балацкой, д.м.н. З.Д. Кицманюк в области математического моделирования пищеводного голоса позволили выработать новые подходы к речевой реабилитации. По данным этих исследований речевая реабилитация дает возможность вернуть к прежнему социальному статусу 67,6% пациентов после ларингэктомии, 78,2% – после резекции гортани, 86,9% после органосохранных операций органов полости и ротового отдела глотки,

98% – с парезами и параличами гортани. На основании математического моделирования, проведенного В.П. Коцубинским, стало ясно, какими параметрами мы можем управлять и как это управление отразится на формируемом голосе.

В рамках тематики нашей работы были проанализированы несколько различных моделей анализа звукового сигнала [1, 2]. Задача выбора наиболее полной и приближенной к современной действительности системы распознавания звука является основной в процессе разработки программного обеспечения. Несмотря на то, что современные компьютеры являются мощными вычислительными машинами, выбор алгоритма должен осуществляться с учетом ресурсоемкости, относительной простоты его реализации и наиболее приближенного к восприятию звука человеком. Модель, представленную в статье [1], используют при профессиональном редактировании звуковых дорожек, а систему, представленную в статье [2], можно использовать при более сложных задачах (в медицине, при создании реабилитационных комплексов по коррекции речи). Использование метода [2] в наиболее легких задачах не имеет смысла из-за его ресурсоемкости.

Метод, представленный в статье [1], позволяет:

- получить спектрограмму входного сигнала;
- определить высоту тона и стандартные характеристики звука.

Данный метод:

– ресурсоемок так как в дополнение к аппаратным средствам, затраченным самим методом, добавляются ресурсы, затрачиваемые фильтрами;

– приближен к системе восприятия звука человеком, но значительно уступает методу, описанному в статье [2].

Метод, представленный в статье [2], позволяет:

– входной сигнал, состоящий из множества сигналов и шумов, созданных теми или иными объектами, разложить на элементарные сигналы и отфильтровать ненужные шумы;

– дать более детальную информацию о составляющих входного сигнала, чем спектрограммы и waveform, т.е. становится возможным более детальное изменение звука.

Данная система наиболее ресурсоемка, так как в ней применяются линейные преобразования, включая Gabor, квадратные преобразования (известные как класс Коэна), включающие Wigner-Ville и Choi-Williams распределения, мультисуженные спектральные оценки, распределение Hilbert-Huang и повторно назначенные спектрограммы.

Несмотря на свою ресурсоемкость, данный метод наиболее приближен к реальному анализу звука человеческой слуховой системой, чем остальные методы.

Применение биоуправления и компьютерных технологий дает возможность осуществлять количественный мониторинг параметров голосовой функции в процессе голосовосстановительной терапии; способствует скорейшему включению компенсаторных возможностей и ускоряет процесс формирования звучной речи благодаря тому, что пациент может сознательно контролировать деятельность голосовой функции и управлять ее параметрами; позволяет повысить эффективность формирования пищевого голоса; сократить сроки реабилитационных мероприятий и значительно улучшить качество жизни больных после полного удаления гортани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алдошина И. Основы психоакустики (подборка статей с www.625-net.ru).
2. Timothy J.G, Marcelo O. Magnasco. Sparse time-frequency representations.
3. Коцубинский В.П. Математические модели образования звучной речи: дис.... канд. техн. наук. Томск: ТУСУР, 2004. 131с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

А.Ю. Марков, студент 4-го курса, каф. КСУП;

М.А. Песков, аспирант каф. КСУП ТУСУР

г. Томск, ТУСУР, т. 8-903-951-11-86, Zepo4@inbox.ru,

т. 8-913-803-39-86, peskovma@sibmail.com

Как известно, оптимизационные задачи заключаются в нахождении минимума (максимума) заданной функции. Существует целый класс оптимизационных методов. Условно все их можно разделить на методы, использующие понятие производной (градиентные методы), и стохастические методы (например, методы группы Монте-Карло). Предложенные сравнительно недавно – в 1975 г. – Джоном Голландом, генетические алгоритмы, относящиеся к стохастическим методам, основаны на принципах естественного отбора Чарльза Дарвина. Рассмотреть, как работают генетические алгоритмы, – цель данной статьи.

Генетические алгоритмы (ГА) – адаптивные методы поиска, которые в последнее время часто используются для решения задач функциональной оптимизации. Они основаны на генетических процессах биологических организмов: биологические популяции развиваются в течение нескольких поколений, подчиняясь законам естественного отбора, и по принципу «выживает наиболее приспособленный», открытому Чарльзом Дарвином. Подражая этому процессу, генетические алгоритмы способны «развивать» решения реальных задач, если те соответствующим образом закодированы. Например, ГА могут ис-

пользоваться, чтобы проектировать структуры моста, для синтеза электрических цепей или определять наименее расточительное размещение для нарезки форм из ткани. Они могут также использоваться для интерактивного управления процессом, например на химическом заводе, или балансирования загрузки на многопроцессорном компьютере. Вполне реальный пример: израильская компания Schema разработала программный продукт Channeling для оптимизации работы сотовой связи путем выбора оптимальной частоты, на которой будет вестись разговор. В основе этого программного продукта и используются генетические алгоритмы.

Основные принципы ГА были сформулированы Голландом (Holland, 1975) и хорошо описаны во многих работах. В отличие от эволюции, происходящей в природе, ГА только моделируют те процессы в популяциях, которые являются существенными для развития. Точный ответ на вопрос, какие биологические процессы существенны для развития, и какие нет, все еще открыт для исследователей.

В природе особи в популяции конкурируют друг с другом за различные ресурсы, такие, например, как пища или вода. Кроме того, члены популяции одного вида часто конкурируют за привлечение брачного партнера. Те особи, которые наиболее приспособлены к окружающим условиям, будут иметь относительно больше шансов воспроизвести потомков. Слабо приспособленные особи либо совсем не произведут потомства, либо их потомство будет очень немногочисленным. Это означает, что гены от высокоадаптированных или приспособленных особей будут распространяться в увеличивающемся количестве потомков в каждом последующем поколении. Комбинация хороших характеристик от различных родителей иногда может приводить к появлению «суперприспособленного» потомка, чья приспособленность больше, чем приспособленность любого из его родителей. Таким образом, вид развивается, лучше и лучше приспособляясь к среде обитания.

ГА используют прямую аналогию с таким механизмом. Они работают с совокупностью «особей» – популяцией, каждая из которых представляет возможное решение данной проблемы. Каждая особь оценивается мерой ее «приспособленности» согласно тому, насколько «хорошо» соответствующее ей решение задачи. Например, мерой приспособленности могло бы быть отношение силы/веса для данного проекта моста. (В природе это эквивалентно оценке того, насколько эффективен организм при конкуренции за ресурсы.) Наиболее приспособленные особи получают возможность «воспроизводить» потомство с помощью «перекрестного скрещивания» с другими особями популяции. Это приводит к появлению новых особей, которые сочетают

в себе некоторые характеристики, наследуемые ими от родителей. Наименее приспособленные особи с меньшей вероятностью смогут воспроизвести потомков, так что те свойства, которыми они обладали, будут постепенно исчезать из популяции в процессе эволюции.

Так и воспроизводится вся новая популяция допустимых решений, выбирая лучших представителей предыдущего поколения, скрещивая их и получая множество новых особей. Это новое поколение содержит более высокое соотношение характеристик, которыми обладают хорошие члены предыдущего поколения. Таким образом, из поколения в поколение, хорошие характеристики распространяются по всей популяции. Скрещивание наиболее приспособленных особей приводит к тому, что исследуются наиболее перспективные участки пространства поиска. В конечном итоге популяция будет сходиться к оптимальному решению задачи.

Имеется много способов реализации идеи биологической эволюции в рамках ГА. Традиционным считается ГА, представленный на рис. 1.



Рис. 1. Традиционный ГА

В последние годы реализовано много генетических алгоритмов, и в большинстве случаев они мало похожи на этот ГА. По этой причине в настоящее время под термином «генетические алгоритмы» скрывается не одна модель, а достаточно широкий класс алгоритмов, подчас мало похожих друг на друга. Исследователи экспериментировали с различными типами представлений, операторов кроссовера и мутации, специальных операторов и различных подходов к воспроизводству и отбору.

Хотя модель эволюционного развития, применяемая в ГА, сильно упрощена по сравнению со своим природным аналогом, тем не менее ГА является достаточно мощным средством и может с успехом применяться для широкого класса прикладных задач, включая те, которые трудно, а иногда и вовсе невозможно решить другими методами. Однако ГА, как и другие методы эволюционных вычислений, не гарантируют обнаружения глобального решения за полиномиальное время. ГА не гарантируют и того, что глобальное решение будет найдено, но они хороши для поиска «достаточно хорошего» решения задачи «достаточно быстро». Там, где задача может быть решена специальными методами, почти всегда такие методы будут эффективнее ГА и в быстродействии, и в точности найденных решений. Главным же преимуществом ГА является то, что они могут применяться даже на сложных задачах, там, где не существует никаких специальных методов. Даже там, где хорошо работают существующие методики, можно достигнуть улучшения сочетанием их с ГА.

КОМПИЛЯТИВНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА РЕЧИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕЧЕОБРАЗОВАНИЯ

*Е.В. Мурзин, С.С. Сергеев, С.М. Стручков, И.В. Сухих,
Е.А. Хитриневич, С.С. Якунин, студенты 3-го курса, каф. КСУП,
В.П. Коцубинский, к.т.н., доцент каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-107-79-99, gpo0801@gmail.com*

Стремительный рост вычислительной техники и высокотехнологический прорыв в середине 80-х годов XX в. (появление теории цифровой обработки сигналов, методов анализа естественных языков) позволил сформировать огромный научный потенциал для создания высококачественных систем синтеза речи, для разработки инновационного проекта на кафедре КСУП «Синтез речи по правилам». Наша работа не претендует на доскональное рассмотрение данного вопроса, но является попыткой пропустить прочитанную информацию через себя, чтобы выявить «новые» закономерности.

На сегодняшний момент одной из перспективных разработок является Microsoft SAPI. Microsoft SAPI – это программный продукт, созданный фирмой Microsoft специально для работы с речью. SAPI – это сокращение английского словосочетания speech application programming interface, которое подразумевает, что указанный программный продукт предоставляет интерфейсные функции (в данном случае для речевого ввода и вывода) другим приложениям. Следуя

своим правилам, Microsoft оформила SAPI в виде набора COM интерфейсов. Однако наличие на компьютере одного только Microsoft SAPI (в операционную систему Microsoft Windows Xp этот компонент входит как элемент операционной системы) является необходимым, но недостаточным условием того, чтобы компьютер начал синтезировать или распознавать речь.

Фундаментальным элементом речевой системы являются так называемые речевые «движки» (speech engine), которые отвечают за то, насколько естественно будет звучать речь или насколько правильно будут распознаваться слова при диктовке.

«Движки» по своему назначению подразделяются на две большие группы:

- для синтеза речи по тексту (Text-To-Speech или TTS Engine);
- для распознавания речи (Speech Recognition).

Что же позволяет делать SAPI SDK и кому он может быть полезен? В первую очередь разработчикам все тех же «движков», так как снабжает их необходимым инструментарием, позволяющим не ломать голову над совместимостью программ, а заниматься лишь улучшением качества синтеза и распознавания речи. Во-вторых, разработчикам приложений, которые используют речь как средство общения с пользователем, так как в этом случае разработчик может не задумываться о том, как реализовать ввод и вывод речи на низком уровне (так как это уже решено в «движках»), а целиком заняться обработкой полученных речевых данных, преобразованных в текстовый формат, или формированием текстовых сообщений, которые будут преобразованы в речь средствами SAPI. В версии SAPI 5.1 декларируется поддержка таких языков программирования, как Visual C++, Visual Basic, Microsoft C#, Jscript.

На начальном этапе были рассмотрены четыре типа синтеза речи: артикуляторный, форматный, компиляционный и корпусный методы. Артикуляторный метод не подходит по причине отсутствия решения теоретических проблем моделирования речеобразования, форматным методом невозможно передать индивидуальные характеристики диктора, которые будут необходимы для анализа отклонений. Близки между собой компиляционный и корпусный методы. В результате их сравнения был выбран компиляционный метод как наиболее подходящий для решения нашей задачи.

Компиляционный метод использует при синтезе речи элементарные отрезки речевой волны, он требует минимальный объем дополнительной обработки информации, полученной из базы данных. Важно, чтобы голос человека с отклонениями от нормы не терпел изменений, иначе возможен неправильный анализ причины отклонения речи, при синтезе речи компиляционным методом это условие соблюдается.

Также, по сравнению с корпусным методом, компиляционный не требует огромной базы данных для работы.

Рассмотрим отдельно компиляционный метод, главная идея которого заключается в соединении готовых, заранее подготовленных минимальных речевых единиц, которые хранятся в базе данных.

С общей точки зрения такой метод является наиболее простым решением для достижения натуральности и естественности звучания, однако при реализации и непосредственном конструировании подобного рода систем возникает ряд трудностей. Выбор минимальной единицы, пожалуй, является одной из наиболее труднопреодолимых преград. Также возникает проблема – объемы памяти для хранения базы данных. В этой связи используются разнообразные методы сжатия/кодирования речевого сигнала.

Обычно выбор является компромиссным вариантом между более длинными и более короткими сегментами. Естественно, что чем больше длина сегмента (например, слово), чем меньше точек соединения, тем более естественней и натуральней звучит синтетическая речь, однако в этом случае словарь возможных сообщений сводится к возможному семантически осмысленному сочетанию данных сегментов, следовательно, о неограниченном словаре говорить не приходится.

С коротким сегментом требуется значительно меньше памяти, однако затруднен этап сборки синтезированного сигнала и его обработки. По разным источникам выделяют следующие основные минимальные единицы: аллофоны, дифоны, трифоны, полуслоги, слоги и их различные интерпретации. В разработанной системе синтеза русской речи в качестве минимальной акустической единицы используется смешанный тип сегментов, а именно аллофоны и дифоны.

Определившись с базовыми элементами, сформулируем цель изысканий, которой является разработка базы данных для компиляционного метода синтеза речи. Для реализации базы данных не требуется использования специализированных сред программирования, достаточно использования стандартных возможностей любого языка высшего уровня. База данных должна быть наиболее полной и мобильной для согласования ее с любым методом синтеза речи.

Базу данных предлагается строить по корпусному принципу, из которых вследствие и будет компилироваться речь, и из элементарных звуковых единиц: аллофонов и диаллофонов, для соединения корпусов в слово. Корпуса, в свою очередь, строятся из аллофонов и диаллофонов, после чего они заносятся в БД для упрощения синтеза. Изначально производится парсинг слов для нахождения частей, которые имеются в базе, то есть выполняется поиск корпуса, схожего с частью слова. Если поиск дал негативный результат, то часть делится на более мелкие, и опять выполняется поиск ее звуковой составляющей в БД,

после чего эти куски могут быть соединены в корпус и занесены в базу. При позитивном результате выделяется следующая часть. После того, как все корпуса для данного слова выявлены, они соединяются в единое слово, при необходимости используются аллофоны и диаллофоны (рис. 1).

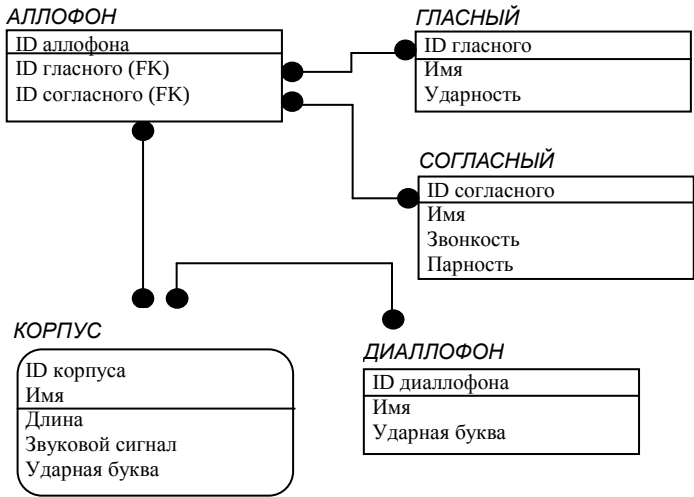


Рис. 1. Корпусная модель

В заключение хотелось бы отметить, что данная работа выполняется в рамках проекта ГПО-КСУП 801 и является первым этапом разработки системы синтеза речи, который будет использован в качестве элемента системы восстановления речи после парезов и параличей, а также при заикании.

**СОВМЕЩЕННЫЙ СИНТЕЗ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОСТАВКАМИ И РЕКЛАМОЙ ТОВАРА**

*Е.М. Ющенко, студентка 5-го курса,
кафедра прикладной математики
г. Томск, Томский государственный университет,
UshenkoK@vtomske.ru*

В настоящей работе рассматривается задача адаптивного управления объемом поставок и затрат на рекламу с целью получения планируемой прибыли. Для решения этой задачи построена математиче-

ская модель экономической системы, описывающей процесс поставок, хранения и сбыта товара, в которой темп продаж линейно зависит от затрат на рекламу. При этом, в отличие от [1], считается, что затраты на рекламу покрываются внутренними активами.

Математическая модель экономической системы задается в виде системы линейных стохастических дифференциальных уравнений:

$$\dot{x}(t) = \bar{A}(t)x(t) + \bar{B}(t)u(t) + \bar{F}(t)q(t), \quad x(t_0) = x_0, \quad (1)$$

где $x(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t))^T$ – вектор состояния, компоненты которого характеризуют соответственно: объем товара на рынке, у потребителя и доход от реализации; $u(t) = (u_1(t), u_2(t))^T$ – вектор управления, задающий темп поставок и объем затрат на рекламу.

Матрицы динамических свойств $\bar{A}(t)$ и влияния управляющих воздействий $\bar{B}(t)$ в модели (1) имеют следующий вид:

$$\bar{A}(t) = \begin{pmatrix} -k_4(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t))\varphi_Z(t) & k_4\varphi_R(t)\varphi_Z(t) & 0 \\ k_4\varphi_R(t)(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t)) & k_4\varphi_R(t)\varphi_Z(t) - k_1 & 0 \\ ck_4\varphi_R(t)(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t)) - k_2 & -ck_4\varphi_R(t)\varphi_Z(t) & 0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$\bar{B}(t) = \begin{pmatrix} 1 & -k_4(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t))\varphi_Z(t) \\ 0 & k_4(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t))\varphi_Z(t) \\ -1 & ck_4(\varphi_Y(t) - \varphi_V(t))\varphi_Z(t) - 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Случайные факторы в модели описываются вектором нормальных гауссовских шумов с матрицей влияния $\bar{F}(t)$.

В (2), (3) $\varphi_Y(t)$, $\varphi_Z(t)$, $\varphi_V(t)$, $\varphi_R(t)$ – функции, которые являются математическими моделями потенциального спроса, ситуации на рынке, поведения потребителя относительно рассматриваемого товара и затрат на его рекламу; c , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 – коэффициенты, характеризующие соответственно превышение цены над себестоимостью, темп потребления и порчи, плату за хранение товара и влияния рекламы на темп продаж. Предполагается, что математическая модель информационной системы допускает отсутствие части информации при наличии погрешностей, которые описываются последовательностью гауссовских случайных величин. Кроме того, предполагается, что в модели (1) есть неизвестные параметры.

Для определения объемов поставок и рекламы строится следящая система адаптивного управления на основе минимизации математического ожидания локального критерия вида

$$J^{(S)}(k) = 0,5M\{(Sx(k+1) - w_z(k))^T C^{(S)}(Sx(k+1) - w_z(k)) + u^T(k)Du(k)\}, \quad (4)$$

где $S=(0,0,1)$ – вектор-строка, определяющая объем информации, используемой для формирования управляющих воздействий; $C^{(S)}>0$ и $D>0$ – весовые коэффициент и матрица второго порядка; $w_z(t)$ – величина планируемой прибыли, за которой осуществляется слежение; k – дискрет времени, соответствующий моменту $t_k=t_0+\Delta t$; Δt – период дискретизации.

Управляющие воздействия, построенные на основе критерия (4), имеют вид:

$$u(k) = -(\hat{B}^T(k)S^T C^{(S)}\hat{S}\hat{B}(k) + D)^{-1} \hat{B}^T(k)\hat{S}C^{(S)} \times \\ \times (\hat{S}\hat{A}(k)\hat{x}(k) + SF(k)\bar{q}(k) - w_z(k)), \quad (5)$$

где $\hat{A}(k)=A(k,\hat{\theta}(k))$, $\hat{B}(k)=B(k,\hat{\theta}(k))$, $\hat{x}(k)$, $\hat{\theta}(k)$ – оценки состояния и параметров системы, которые определяются фильтрами Калмана.

Наличие ограничений является характерным свойством экономических систем. При этом различаются ограничения, налагаемые на компоненты векторов состояния и управления. Исходя из экономического смысла, на первые две компоненты вектора состояния, характеризующие объемы товара на рынке и у потребителя, налагаются ограничения вида

$$x_i(k) = \begin{cases} x_i(k), & \text{если } x_i(k) \geq 0, \\ 0, & \text{если } x_i(k) < 0, \end{cases} i=1,2.$$

Ограничения на компоненты вектора управления $u_i(k)$, $i=1,2$ задаются следующим образом:

$$u_i(k) = \begin{cases} U_i^-(k), & \text{если } u_i(k) < U_i^-(k), \\ u_i(k), & \text{если } U_i^-(k) \leq u_i(k) < U_i^+(k), \\ U_i^+(k), & \text{если } u_i(k) > U_i^+(k). \end{cases}$$

Значения $U_1^-(k)$, $U_1^+(k)$ для объема поставок задаются, например, исходя из грузоподъемности транспортных средств, участвующих в поставках товаров. Для затрат на рекламу значение $U_2^-(k)$ достаточно часто полагается равным нулю, а $U_2^+(k)$ может, например, не превышать планируемых затрат на рекламу.

Численное моделирование по данным конкретного поставщика продемонстрировало работоспособность и качество предлагаемых алгоритмов. При моделировании рассматривался случай, когда отсутствует информация об объеме товара у потребителя и неизвестным па-

раметром в модели является коэффициент k_4 , характеризующий влияние рекламы на темп продаж.

Полученные результаты показали, что следящие системы управления можно применять для формирования объема поставок и затрат на рекламу, если стратегию управления определять на основе слежения за величиной желаемой прибыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ющенко Е.М. Адаптивное управление поставками и рекламой товара // Наука. Технологии. Инновации: Материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых: В 6 ч. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. Ч. 5. С. 101–103.

СЖАТИЕ ТОПОЛОГИИ СБИС С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА

Е.И. Воронин, студент 5-го курса,

каф. систем автоматизированного проектирования

*г. Таганрог, Технологический институт Южного федерального
университета, errepb@mail.ru*

Постановка задачи сжатия. В большинстве случаев по завершении этапа детальной трассировки топология имеет свободные места. Необходимо исключить как можно большую площадь подобных мест. Такое исключение и является задачей сжатия топологии. Следовательно, входными данными для задачи сжатия будут готовая топология и некоторые ограничения. Основная цель задачи – минимизировать площадь топологии за счет перемещения объектов и изменения их формы.

Часто в алгоритмах сжатия, например [1, 2], используется следующая модель топологии:

$$\text{Layout} = (R, L, D),$$

где $\mathbf{R} = \{R_i\}$ – множество прямоугольников; $\mathbf{L} = \{L_i\}$ – множество слов; $\mathbf{D} = \{D_i\}$ – множество приборов. В нашем случае решается упрощенная задача: используется один слой и предполагается, что топология не будет содержать приборов. Следовательно, модель топологии примет вид

$$\text{Layout} = \mathbf{R}, \mathbf{R} = \{R_i\}.$$

Множество прямоугольников $\mathbf{R}$ разобьем на 2 непересекающихся подмножества

$$\mathbf{R} = \mathbf{T} \cup \mathbf{W},$$

где $\mathbf{T} = \{T_i\}$ – множество терминалов; $\mathbf{W} = \{W_i\}$ – множество проводов. Каждый из терминалов T_i представим как четверку (X, Y, W, H) ,

где X , Y – координаты точки привязки терминала (в нашем случае нижний левый угол); W – ширина терминала; H – высота терминала. Каждый из проводов W_i представим четверкой (T_1, T_2, W, D) , где T_1, T_2 – терминалы, между которыми проходит провод; W – ширина провода; D – направление (горизонтальное, вертикальное).

Построение графа ограничений. Граф ограничений для задачи сжатия – это направленный, взвешенный граф $G = (V, E)$, где $V = \{V_i\}$ – множество вершин; $E = \{E_i\}$ – множество ребер. Каждая из вершин V графа представляет некоторый объект топологии R_i и характеризуется его координатой C_i , которая равна X или Y координате объекта в зависимости от направления графа. Граф также содержит две дополнительные вершины: $Begin$ и End . Эти вершины будут «границами» топологии. Каждое ребро имеет длину L_j , равную величине максимального ограничения между объектами.

Используем 2 типа ограничений: на минимальное расстояние между объектами и ограничение по связности. Рассмотрим ограничение первого типа: пусть от объекта M к объекту N есть ограничение на минимальное расстояние l_{MN} в направлении X , тогда

$$X_N \geq X_M + l_{MN}. \quad (1)$$

Рассмотрим ограничение второго типа: пусть провод W не должен смещаться от терминала T дальше чем на l_{WT} , тогда:

$$|X_W - X_T| \leq l_{WT} \rightarrow \begin{cases} X_W - X_T \leq l_{WT} \\ X_W - X_T \geq -l_{WT} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} X_T \geq X_W - l_{WT} \\ X_W \geq X_T - l_{WT} \end{cases}. \quad (2)$$

Построение графа ограничений разделим на два этапа: построение вершин и построение ребер. При построении вершин для одного из направлений (X или Y) будем рассматривать только объекты, имеющие фиксированный размер в этом направлении. Каждому из объектов в графе будет соответствовать вершина (ее координата равна координате точки привязки объекта). При построении ребер будем исходить из правила, что сначала строятся ребра для ограничений связности, используя (2), а затем – для ограничений минимального расстояния, используя (1). Существует несколько различных алгоритмов для построения ребер, в частности теневой алгоритм [3] и алгоритм сканирующей линии [4]. В данном случае используем теневой алгоритм. Его средняя сложность $O(n^{1.5})$.

Анализ критического пути и модификация классического алгоритма 1D сжатия. После построения графа ограничений необходимо найти критический путь в графе (путь максимальной длины от вершины $Begin$ до вершины End). Существует несколько алгоритмов

для нахождения критического пути [5, 6], для данной работы был выбран алгоритм из [5].

После выполнения сжатия топологии в выбранном направлении в данной работе используется процедура просмотра избыточных ребер в графе (на рис. 1 ребро E_{1i} является избыточным, так как не влияет на длину критического пути). Выясняется, возможно ли улучшение топологии за счет расталкивания терминалов в направлении, ортогональном направлению сжатия. На рисунке таким терминалом, который может быть вытолкнут, является терминал R_2 .

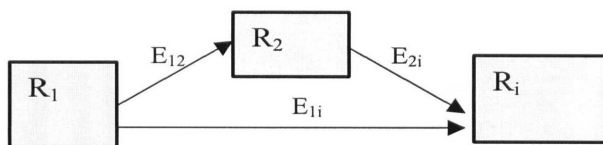


Рис. 1. Пример возможного выталкивания объекта

При этом выталкивание терминала происходит только в том случае, если ему не препятствует другой терминал или провод.

В результате выполнения работы на основе классического алгоритма 1D сжатия был разработан новый алгоритм, который можно определить как модификацию 1.5D сжатия. Разработано программное обеспечение (язык C++, среда разработки MS Visual C++), проведены контрольные тестирования, которые показали, что такой подход позволил получить улучшение решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sherwani N. Algorithm for the VLSI Physical Design Automation, Second Edition. Kluwer Academic Publishers, 1995.
2. Lengauer T. Combinatorial Algorithms for Integrated Circuit Layout. Wiley, 1990.
3. Hsueh M.Y., Pederson D.O. Computer-Aided Layout of LSI Circuit Building-Block // Ph. D. thesis, University of California at Berkeley. December 1979.
4. Carpenter C.W., Horowitz M. Generating Incremental VLSI Compaction Spacing Constraints // Proceedings of the 24th ACM/IEEE Design Automation Conference. IEEE Computer Society Press. June, 1987. P. 291–297.
5. Liao Y.-Z., Wong C.K. An Algorithm to Compact a VLSI Symbolic Layout with Mixed Constraints // IEEE Transaction on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. 1983. Vol. CAD-2. № 2. P. 62–69. April.
6. Tarian R.E. Data structures and network algorithms, SIAM, 1983.

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ
СЛОЖНОГО ПРОЦЕССА**

Председатель – Хабибулина Н.Ю., к.т.н., доцент каф. КСУП

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАФОВ**

И.А. Баталин, студент 5-го курса ФВС

г. Томск, ТУСУР

Интерес к теории графов объясняется достаточно большой областью ее прикладного применения в локальных сетях, электронике, ГИС-системах, системах медицинской и технической диагностики, управленческих системах, искусственном интеллекте и даже химии.

Теория графов нашла широкое применение во многих областях науки, однако большинство вычислений с использованием теории графов проводится либо с помощью специализированных дорогостоящих программ, либо вручную. На настоящий момент просто не существует универсальной среды моделирования графов с возможностью задания им различных физических характеристик и последующей произвольной обработкой. Под произвольной обработкой понимается не применение над графом некоторого набора жестко прописанных в программе функций, а использование гибкого инструментария программирования с возможностью использовать «программирование на графах», то есть программировать события для каждой вершины в отдельности. Такой подход может быть использован не только для моделирования атомных ядер и молекул, но и для моделирования сложных локальных вычислительных систем или гибридных устройств с обратной связью (что на текущий момент труднореализуемо в любой среде).

Для этих целей и была начата разработка универсального инструментария моделирования и анализа графов «Graph CAD». Данная программная среда моделирования изначально разрабатывается на кросс-платформенном языке программирования FreePascal и предназначена для запуска на таких операционных системах, как Linux, Unix, Windows, MacOS. Программная среда почти полностью опирается на подключаемые модули, которые в свою очередь обеспечивают задачи анализа и моделирования графов. Так как среда содержит открытый API управления графами и различные объекты доступа к файловой системе и работы с сетью, возможности к реализации подключаемых модулей достаточно велики. Высокая скорость выполнения алгорит-

мов программ на языке PascalScript позволяет писать обработчики графов реального времени (например, для реализации анимации вершин), а визуализация графов на базе аппаратного ускорения с использованием OpenGL позволяет достичь высокой скорости отрисовки большого числа объектов и снизить нагрузку на центральный процессор. Программная среда является открытым программным обеспечением и на стадии бета-релиза среды, исходный код и сама среда будут размещены на SourceForge под лицензией GNU GPL и GNU LGPL.

Благодаря поддержке закрытых модулей, написанных на языках высокого уровня (Pascal, C++), и скомпилированных *gprs* модулей возможно использование среды в обучающих целях для студентов вузов или учащихся с углубленным изучением математики (специализированные компьютерные классы). Также возможно написание платных модулей сторонними разработчиками.

Одним из требований к среде является наличие специального обучающего пакета как для студентов, так и для пользователей, впервые знакомящихся с программой. В этот пакет должны быть включены обучающие модули по теории графов, пошаговые разъяснения большинства стандартных алгоритмов на графах и полная контекстно-зависимая справка.

НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АГРОНАВИГАТОР-ПЛЮС»

А.А. Данилова, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, НИИ АЭМ, stasyasev@mail.ru

Объектом изучения и доработки является универсальная навигационная система «Агронавигатор-Плюс», предназначенная для увеличения точности внесения агрохимических препаратов и уменьшения количества огрехов методом позиционирования движения объектов и автоматическим контролем за расходом жидкостью. Данная система вводится в эксплуатацию фирмой ООО «ХимАгроТех», Алтайский край, г. Барнаул, ул. Автотранспортная, 49.

С экономической точки зрения данная система дает следующие преимущества:

- увеличение производительности работы;
- увеличение качества обработки путем автоматического дозирования;
- экономия рабочей жидкости;
- увеличение сроков службы технологического оборудования;

- снижение затрат на планово-предупредительные и ремонтные работы;
- обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за исполнителем;
- минимизация краж топлив и рабочей жидкости.

Реализация производилась на языке программирования Delphi с использованием объектно-ориентированного стиля программирования. «Агронавигатор-Плюс» – это не имеющая аналогов в России система компьютерного оснащения техники, включающая в себя бортовой компьютер емкостью 100 гигабайт, сенсорный высококонтрастный дисплей с диагональю 20 см (рис. 1).

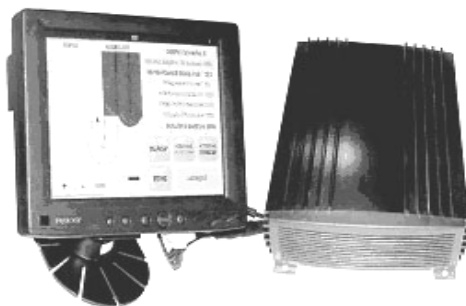


Рис. 1. Основные модули «Агронавигатора-Плюс»

У системы есть ряд преимуществ: она, как и все навигаторы GPS, многофункциональна, может сделать моментальный расчет пройденного пути и обработанной поверхности, расчет так называемых огрехов, то есть не охваченных опрыскивателем участков, расчет «нахлестов», вычет из обрабатываемой площади околков.

Система устанавливается на машину, оснащенную разбрызгивателями.

Программа автоматически фиксирует дату обработки, географическое положение обрабатываемой площади, позволяет вводить название хозяйства, номер поля и т.д. Систему можно подключить к Интернету, что дает возможность, сидя в офисе, узнать, когда и где проводилась обработка растений опрыскивателем, каким гербицидом, в каких погодных условиях. Если агрегат за сезон обрабатывает порядка 5000 га, то установленная на нем система навигации накапливает информацию о произведенных работах за 10 лет. Руководитель хозяйства, агроном сможет в любой момент воспользоваться этой информацией, проанализировать ее и сделать нужные выводы.

Одновременно навигатор может автоматически регулировать подачу жидкости на опрыскиватель. Он учитывает скорость передвижения автомобиля и в соответствии с ней уменьшает или увеличивает напор, чтобы на каждый гектар выливалось заданное количество препарата.

Кроме того, в систему закладываются векторные карты регионов России. Они дают возможность использовать ее как обычный навигатор, т.е. водитель сможет в любой момент узнать свое местоположение, найти нужную дорогу. Агронавигатор прост в обращении, в работе используются всего четыре кнопки. Система в три раза дешевле импортных, а по качеству и функциональности несколько им не уступает. Более того – по некоторым параметрам даже превосходит.

Базовая комплектация рассматриваемой системы «Агронавигатор-Плюс» включает:

- сенсорный дисплей Prology – 1 шт.;
- бортовой компьютер – 1 шт.;
- АСУР – 1 шт.;
- GSM приемник – 1 шт.;
- датчик расхода жидкости – 1 шт.;
- датчик скорости – 1 шт.;
- комплект кронштейнов и соединительных кабелей – 1 шт.

Интерфейс работы с программой основывается на взаимодействии оператора и навигационной системы средствами управления, используя сенсорный дисплей (диагональ ~20 см) и программное обеспечение, предназначенное для управления без использования специализированных инструментов (т.е. управление производится нажатием пальцем на дисплее).



Рис. 2. Основное меню программы

Основное меню программы (рис. 2), содержит ссылки на следующие подпрограммы:

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ВОЖДЕНИЕ – подпрограмма, используемая при непосредственной обработке посевов.

НАВИГАЦИЯ – дополнительные программы GPS-навигации, карты дорог, набор дополнительных функций.

ТРЕКИ – сохраненные треки с возможностью загрузки и просмотра треков.

GPS – тонкая настройка и калибровка GPS-приемника.

НАСТРОЙКИ – изменяемые параметры системы, настройка ширины захвата, нормы внесения, калибровка помпы, индивидуальные сведения.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ УЧЕБНИК ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ»

К.А. Дедюхина, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-884-20-97, deduly@rambler.ru

Образование – одна из таких сфер, где компьютерные технологии могут дать и дают значительный эффект. Этот эффект не только экономический (снижение затрат на образование, например, не надо печатать учебные книги, а использовать компьютерные учебники), но и экологический (например, не надо вырубать леса для производства бумаги). Социальный эффект проявляется в том, что через компьютерные сети в равной степени доступ к библиотекам, престижным учебным заведениям, высококлассным специалистам имеют учащиеся как крупных городов, так и небольших поселков и селений.

Создание учебников на основе Интернет-технологий расширяет возможности образовательной деятельности. Во всем мире наблюдается лавинообразный рост количества серверов World Wide Web (WWW), которые активно используются для представления мультимедийной информации, имеющей отношение к самым разным сферам человеческой деятельности.

Сами по себе компьютеры ничего не дают, если в них нет соответствующих программ. Отсюда возникает важность разработки программного обеспечения. Необходимо рассмотреть проблему разработки программного обеспечения, предназначенного для автоматизированного обучения.

Компьютерные учебники предназначены для представления, предъявления учебного материала и проверки его усвоения. В некоторых случаях эта проверка может отсутствовать. Этот тип компьютерного учебника может использоваться во всех предметных областях. Представление учебного материала может производиться в текстовой

или графической форме, в сопровождении анимации, с выводом аудио- и видеoinформации.

Целью настоящей работы является рассмотрение комплексной проблемы разработки программного обеспечения, предназначенного для автоматизированного обучения студентов, а также написание компьютерного учебника по дисциплине «Вычислительные методы».

При изучении дисциплины и выполнении лабораторных работ в курсе «Вычислительные методы» часто возникает необходимость обратиться за помощью к теоретическому материалу, в котором студент мог бы посмотреть формулы, определения, либо получить ответ на свой вопрос. Намного удобнее вместо книги использовать обучающую программу. Она позволяет не отвлекаться от задания, не тратить время на поиски книг в библиотеке, а реализованная в программе возможность поиска позволит быстро найти интересующий материал.

Компьютерный учебник представлен в виде Web-сайта. Для написания страницы используется язык HTML. Понятие HTML включает в себя различные способы оформления Web-страниц, дизайн, гипертекстовые редакторы, браузеры и многое другое. Для реализации используются также PHP, Java, MySQL.

В состав учебной программы входят: теоретическая часть по основным разделам, тестирующая часть и курс лабораторных работ. В каждой лабораторной работе имеется теоретическая часть, в которой содержится основная информация. Страница, кроме текста, содержит вставки формул и графиков.

В ходе проектирования программы рассмотрены основные методы анализа ответов и оценивания знаний обучаемого, способы формулировки вопросов, ввода и обработки ответов.

Разрабатываемая программа может быть использована в обучающем процессе для студентов технических вузов при изучении дисциплины «Вычислительные методы» для самостоятельной подготовки, а также преподавателем данной дисциплины для выявления текущей успеваемости и контроля знаний студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кручинин В.В. Разработка компьютерных учебных программ. Томск: Изд-во ТГУ, 1998.
2. Черкашин М.В. Вычислительная математика: Учеб. пособие. Томск, 2007.
3. Кручинин В.В. Генераторы в компьютерных учебных программах. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003.
4. Борисов С.И. Курс лекций по дисциплине «Лингвистическое и программное обеспечение САПР». Томск, 2007.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЧАСТНОЙ ФИРМЫ

Ю.Н. Елгин, студент 5-го курса, каф. КСУП,

Д.С. Кравцов, рук.

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-401-06-94, Ejn75rus7@mail.ru

В данной работе представлена автоматизированная система частной фирмы. Функции, реализуемые системой:

- оформление договоров с физическими и юридическими лицами;
- учет сотрудников фирмы;
- учет клиентов фирмы;
- учет заказов клиентов;
- диаграммы занятости (сколько сотрудников в каком проекте, сколько сотрудников той или иной должности работает над одним проектом и т.д);
- статистическая обработка накопленной информации.

Данная система обеспечивает автоматизированную работу частной фирмы с клиентами и сотрудниками фирмы. Система использует современные методы хранения и обработки информации – базы данных, созданные в СУБД Microsoft Office Access 2003. Благодаря проектированию с использованием самых современных средств, в банке данных отсутствует избыточность данных, что существенно упрощает хранение и обработку этих данных. В базу заносятся только заказы от частных (физических или юридических) лиц. Стоимость изготавливаемого ПО является договорной. Изготовление ПО осуществляется следующим образом: при поступлении конкретного заказа оговариваются его стоимость, требования и время изготовления с учетом свободных сотрудников (занятых разработкой ПО для широкого круга пользователей) и уже задействованных сотрудников. Данный процесс производится аналитиками, находящимися в бухгалтерии. Если оплата и сроки сдачи проекта являются приемлемыми (причем количество задействованных сотрудников минимально, дабы сильно не загружать новыми проектами уже занятых сотрудников), то составляется договор между заказчиком и фирмой, в котором указывается номер, имя клиента (или имя организации-заказчика) и его адрес, стоимость заказа (вычисляется аналитиками из бухгалтерии и заносится при составлении договора), сумма аванса (без аванса договоры не заключаются), дата заключения договора, дата сдачи ПО и краткое описание (требования) необходимого ПО, также возможно наличие дополнительной необязательной информации (отдельная графа). В БД также заносится уникальный код заказа. После согласования в БД также заносится информация о задействованных сотрудниках на данном проекте (конкретно какие

сотрудники задействованы). С одним клиентом может быть одновременно заключено несколько договоров на различное ПО. После сдачи вся информация о заказе удаляется из БД. При невозможности принятия нового заказа и условия, что клиент может переждать некоторое время, информация о таком заказе хранится в отдельной таблице (там указываются общие свойства физических и юридических клиентов), но данная таблица не рассматривается в текущей работе, будем считать, что это просто отдельная БД.

В фирме могут работать, помимо обычных сотрудников, и удаленные сотрудники, причем оплата труда у первых – почасовая, а у вторых – договорная, что определяется типом конкретной должности. Информация о сотрудниках и заключенных с ними договорах также хранится в БД. С одним сотрудником может быть одновременно заключено несколько договоров. Также в БД хранится информация и об окладах соответствующих должностей.

Для отчетности при необходимости может быть представлен отчет о конкретном заказе, включающий подробную информацию о заказчике, условиях заказа и сотрудниках, работающих над данным проектом.

Перечень основных процедур:

- обработка входных данных;
- редактирование договоров;
- формирование документов;
- удаление заявки;
- выполнение заявки;
- распределение работников по проектам;
- вывод на печать документов.

Сфера применения. Данная система обеспечивает автоматизированную работу частной фирмы с клиентами и сотрудниками фирмы. В базу заносятся только заказы от частных (физических или юридических) лиц. Стоимость изготавливаемого ПО является договорной. С ее помощью работники фирмы добавляют заявки, поступившие от клиентов. После сдачи вся информация о заказе удаляется из БД. При невозможности принятия нового заказа и условия, что клиент может переждать некоторое время, информация о таком заказе хранится в отдельной таблице (там указываются общие свойства физических и юридических клиентов), но данная таблица не рассматривается в текущей работе, будем считать, что это просто отдельная БД. Пользователем программы может быть только сотрудник – аналитик из бухгалтерии.

Технические средства. При выборе аппаратных средств наибольшую роль играет фактор быстродействия работы ПЭВМ, поскольку

ку именно от него зависит время выполнения операций. Скорость функционирования ПЭВМ в основном определяется следующими параметрами:

- объемом оперативной памяти (ОП);
- быстродействием процессора.

Таким образом, для нормальной работы требуется компьютер на базе i586 с тактовой частотой 500 МГц или выше, ОЗУ 64 Мб и более, видеокартой, монитором и клавиатурой.

Программные средства. Для использования данного программного продукта необходима операционная система Windows 98/2000/XP/Vista. СУБД Microsoft Office Access 2003. Для функционирования приложения необходимо, чтобы база данных располагалась в одном каталоге с исполняемым файлом Bd.exe.

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «ПРЯМОЙ ВЫВОД НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СЕТИ» ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

***З.Н. Эскендаров, студент 5-го курса, каф. КСУП**
г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-843-05-71, daga@ngs.ru*

Основной целью данной работы является разработка программного модуля, реализующего алгоритм прямого вывода на функциональной сети параметров с учетом альтернативности знаний и гибридности функциональных зависимостей.

Методы искусственного интеллекта, а именно инженерия знаний, логико-лингвистическое моделирование, теория нечетких множеств и теория экспертных систем все чаще используются в процессе принятия решений по управлению сложными системами. Они позволяют формализовать эвристические знания экспертов – специалистов по управлению некоторым классом систем и на базе этих знаний посредством специальных процедур вывода находить решение различных задач в данной предметной области. Формализацию знаний экспертов проводят с помощью специальных моделей и языков представления знаний [1].

Экспертная система (ЭС) относится к классу систем, основанных на знаниях, базируется на знаниях эксперта, работает в узких предметных областях (ПО) и способна объяснить свои действия и результаты. Центральным звеном экспертной системы является база знаний, которая накапливается в процессе построения системы. База знаний разрабатывается как модель ограниченной части мира, которая позволяет, задав механизм вывода, рассуждать об этом мире. Знания представле-

ны в явно сформулированном виде и организованы таким образом, чтобы облегчить процесс принятия решений.

Существуют разные модели представления знаний: логическая, сетевая, продукционная, фреймовая, гибридная. В настоящее время широкую популярность получили гибридные модели представления знаний, сочетающие в себе разнородную информацию (количественную и качественную, надежную и ненадежную) и разнообразные взаимосвязи в ней (например, в виде логических высказываний или математических функций) [2].

Одним из наиболее широко применяемых алгоритмов поиска решения на гибридной модели предметной области, использующей функциональную сеть параметров, является алгоритм прямого вывода на данной сети.

На данный момент разработан модуль в виде Web-приложения, который будет интегрирован в инструментальный комплекс создания экспертных систем на базе функциональных сетей.

Представляемый программный модуль предназначен для решения задачи нахождения значения некоторого указанного пользователем, параметра при заданных значениях базовых параметров, расположенных в исходных данных сети. В процессе вывода используется модифицированный алгоритм прямого вывода на функциональной сети. К данному типу относятся задачи диагностики, интерпретации, оценки, прогнозирования и т.д., т.е. те случаи, когда требуется определить последствия при заданных исходных данных.

Для того чтобы иметь возможность представлять в модели ненадежные знания, в модуле предусмотрен фактор уверенности в текущем значении параметра (коэффициент уверенности):

$$KY(d(x_j)) \in [0, 1]. \quad (1)$$

Фактор уверенности либо непосредственно задается пользователем при вводе значения параметра, либо вычисляется с помощью формул нечеткой логики при выводе значения с помощью функциональных зависимостей [3].

Структура программного модуля представлена на рис. 1.

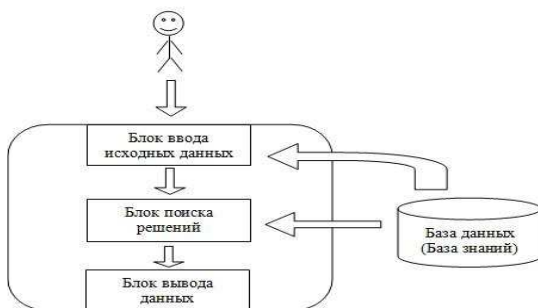


Рис. 1. Структура программного модуля

Первым этапом ввода данных выбирается целевой (искомый) параметра вывода и заполняются значения истоковых (базовых) параметров и соответствующие значения факторов уверенности. В случае если значение фактора уверенности не задано, в него записывается единица, т.е. считаем, что исходные данные надежны.

В качестве результата выводится таблица найденных решений – списка значений целевого параметра и соответствующего списка факторов уверенности. Также предусмотрен вывод объяснения вариантов решения задачи в виде правил-продукций.

На данном этапе программный модуль отличается удобным интерактивным интерфейсом, содержащим все компоненты и пункты меню, необходимые для решения поставленной задачи. Его наглядное представление изображено на рис. 2.

НовыйОткрытьСохранитьПоискСтопОтчет

Выберите цель вывода: цель вывода 1 ▾

Истоковые параметры

Название истока	КУ			Значение базовых истоков
исток 1	-	1	+	Значение 1 ▾
исток 2	-	0.99	+	Значение 2 ▾

Поиск решений

Рис. 2. Экранная форма программного модуля

Результаты найденных решений с соответствующими факторами уверенности предоставляются пользователю в отдельной таблице, изображенной на рис. 3.

Найденные решения

Значение целевого параметра	КУ
Значение 1	1

НазадОКОбъяснить

Правила вывода:

Объяснение вывода решения

Рис. 3. Результат нахождения решений программного модуля

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабибуллина Н.Ю. Прикладные методы искусственного интеллекта: Учеб.-метод. пособие. Томск, 2007. 103 с.
2. Силич М.П., Хабибуллина Н.Ю. Поиск решений на модели функциональных отношений // Информационные технологии. 2004. № 9. С. 27–33.
3. Хабибуллина Н.Ю. Концептуальная гибридная модель предметной области: Конспекты лекций. Томск, 2008. 54 с.

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

А.Б. Гудков, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-909-539-36-09, gudkoff@inbox.ru

Целью проектирования является разработка оболочки создания, редактирования и просмотра баз знаний гибридных экспертных систем на базе Web-технологий.

Разрабатываемый инструментальный комплекс имеет структуру, типичную для оболочек экспертных систем, и включает в себя следующие основные блоки (рис. 1):

- блок хранения, предназначенный для хранения базы знаний предметной области, базы фактов и протоколов вывода решений;
- редактор базы знаний, который позволяет в интерактивном режиме формировать базу знаний гибридной экспертной системы в виде параметров предметной области (количественных или качественных), их значений (дискретных или непрерывных) и функциональных зависимостей между параметрами (в виде правил-продукций, математических формул и процедур/функций);

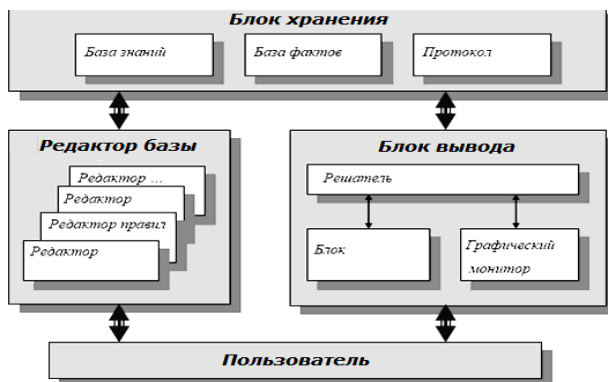


Рис. 1. Структура комплекса

– блок вывода решения, реализующий модифицированные алгоритмы прямого и обратного вывода на функциональной сети параметров, получение объяснений найденных решений и вывод данных решений на экран.

Большинство функциональных блоков реализовано в виде автономно работающих, взаимодействующих между собой программных компонентов.

Для хранения базы знаний предметной области используются базы данных. Конкретная модель предметной области хранится в отдельной базе данных, имя которой было задано пользователем, состоящей из трех таблиц. Эти таблицы создаются с помощью шаблонов и составляют собственно базу знаний экспертной системы.

В шаблонах баз данных определена только структура и размер полей. Каждый из шаблонов содержит несколько индексных ключей, что позволяет увеличить скорость взаимодействия при работе с базой знаний.



Рис. 2. Внешний вид интерфейса пользователя

На данный момент частично разработан интерфейс оболочки и реализованы некоторые функции. На рис. 2 представлена основная экранная форма разрабатываемого Web-приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабибуллина Н.Ю. Прикладные методы искусственного интеллекта. Томск, 2008. 224 с.
2. Силич В.А., Хабибуллина Н.Ю. Инструментальный программный комплекс создания гибридных экспертных систем, основанных на функциональных сетях // Интеллектуальные автоматизированные системы проектирования, управления и обучения. Томск: НТЛ, 2000. С. 200–213.
3. Силич В.А., Силич М.П., Толмачев И.А., Хабибуллина Н.Ю. Пакет программ для формирования гибридных моделей принятия решений на основе декларативной модели предметной области // Автоматизация проектирования, идентификация и управление в сложных системах. Томск: НТЛ, 1997. С. 126–133.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.А. Изюмов, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-960-969-76-89, antoniz@ms.tusur.ru

В статье проводится исследование применимости нейросетевого моделирования в моделировании социальных процессов, а также анализируются трудности, которые могут возникнуть у исследователя, стремящегося систематизировать знания о системах, представляющих собой сложную социальную иерархическую структуру – социальные сети.

По мнению некоторых мыслителей, Интернет способствует становлению новой формы существования человека – виртуальных социумов, которые в перспективе сольются в глобальное виртуальное общество [1]. Бурный рост популярности социальных сетей в Интернет [2], вполне вероятно, – один из первых шагов в этом направлении.

Вместе с тем моделирование социальных процессов вообще и в Интернет-коммуникации в частности осложнено некоторыми трудностями. Еще в конце 20-х – начале 30-х гг. XX в., когда идея дополнительности только что была сформулирована, ее автор Нильс Бор отмечал, что «понятие дополнительности просто характеризует возможные ответы, получаемые в результате... исследования в том случае, когда взаимодействие между измерительным прибором и объектом составляет нераздельную часть явления» [3, с. 144]. Однако в исследовании социальных процессов применение данного метода оказывается часто в принципе невозможным, а описание их поведения, предполагая изоляцию от остального мира, – нереальным, поскольку их связи с миром носят существенный характер.

В соответствии с классификацией, предложенной Я.С. Алексеевым и Ф.М. Бородкиным [4, с. 37], исследование социальных процессов в социальных сетях следует относить к третьему типу взаимодействия. В этом случае взаимодействие между исследователем и объектом исследования симметрично и описывается формулой:

Объект ↔ Условия наблюдения ↔ Исследователь.

В этом случае исследователь сам непосредственно участвует в наблюдении, и его можно включить в качестве элемента схемы «условия наблюдения» [4, с. 38].

В исследовании социальных процессов, проходящих в социальных сетях, объектом исследования оказывается уже не сама по себе реальность, существующая независимо от наблюдателя, а система, состоящая из объекта и условий наблюдения, под которыми понимается совокупность процедур измерения, включая методы и средства из-

мерения, а также собственно исследователь, связанный с наблюдаемой системой (социальной сетью).

С точки зрения исследователя, объект исследования в социальных сетях (т.е. человек) обладает некоторыми характеристиками, которые можно разделить на два типа: параметры, мера для которых определена и не зависит от условий наблюдения (пол, возраст, национальность и т.д.), и параметры, которые являются субъективными по своей сути и никакому измерению не подлежащие в принципе (мотивация поведения, любые оценки типа «нравится – не нравится», жизненные ценности и т.д.). Назовем для удобства параметры, относящиеся к первой группе, *a*-параметрами, а параметры, относящиеся ко второй группе, – *b*-параметрами. Совершенно очевидно, что наиболее интересны и наиболее сложно подлежат моделированию именно параметры *b*-типа. При измерении *b*-параметров речь должна идти не о расплывчатых «объективных» характеристиках, а лишь о результате взаимодействия объекта и условий наблюдения.

1. *b*-параметры становятся измеримыми только в момент (во время) взаимодействия условий наблюдения и объекта.

2. При осуществлении контакта, предпринимаемого с целью получения информации о *b*-параметрах, всегда происходит необратимое взаимодействие. Это означает, что один и тот же *b*-параметр не может быть получен от одного объекта дважды в предположении, что этот объект после первого измерения возвратился в то состояние, в котором он был до первого измерения.

3. Одним из весьма существенных условий выбора типа системы «условия наблюдения – объект», а следовательно, и результатов измерения – параметров, являются знания наблюдателя и даже его личные характеристики.

4. Всегда существуют по крайней мере два *b*-параметра, одновременное измерение которых невозможно. Измерение одного из них ведет к невозможности измерения второго в том виде, в каком он был бы, если бы первый параметр не измерялся. Типичным случаем может служить изучение феноменов и мотивации поведения.

5. Изоляция социологического объекта от внешнего мира невозможна, так как связь с внешним миром будет осуществляться хотя бы через наблюдателя (или средства наблюдения). Поэтому эксперимент (наблюдение) воспроизводим лишь на уровне системы «условия наблюдения – объект».

6. Помимо взаимодействия между наблюдателем и объектом, лишь опосредуемого средствами наблюдения (эксперимента), существует самостоятельное взаимодействие между средствами наблюдения и объектом.

На основании изложенного можно прийти к следующим выводам. При изучении b -параметров объектом исследования становится уже не объект наблюдения в классическом смысле (объект, не зависящий от наблюдателя), а система «объект – условия наблюдения – исследователь».

Взаимодействия в такой системе должны заранее проектироваться (или, по крайней мере, учитываться) в зависимости от целей исследования. Непланируемое взаимодействие приводит к невозпроизводимости эксперимента, а следовательно, и к невозможности адекватного объяснения результатов наблюдения (эксперимента).

С точки зрения наблюдателя (исследователя) не существует независимого изменения b -параметров. Не имеет смысла говорить о поведении b -параметров вне взаимодействия.

Информация, полученная о b -параметрах с помощью одной процедуры, в общем случае несопоставима с информацией, полученной посредством другой процедуры, даже в том случае, если обе они преследуют одну и ту же цель, находясь в дополнительных (взаимоисключающих друг друга) отношениях.

При желании выявить динамику изменений b -параметров для их измерения должна применяться в точности одна и та же процедура. В противном случае исследователь – вследствие необходимости сопоставления результатов и отсутствия для этого объективных методов – будет вынужден в явном или неявном виде вносить в процесс измерения субъективные тенденции.

Таким образом, исследование социальных процессов, в частности попытка изучения b -параметров объектов социального взаимодействия, должны учитывать эти факторы. Необходимо жестко определять те параметры, которые подлежат изучению. Вполне уместным будет ввести количественную оценку каждого параметра. Вместе с тем важнейшим элементом анализа является моделирование предметной области [5, с. 66]. Однако на сегодняшний момент не существует формальных методов, позволяющих гарантировать достижения свойства функциональной полноты модели предметной области или формальных методов верификации, позволяющих строго его проверить [6]. Таким образом, возникает ситуация неопределенности – каким бы образом не была бы построена модель, и какие критерии оценки не были бы выбраны для проверки модели на достоверность, модель все равно будет уязвима для критики, и не существует четкой гарантии воспроизводимости полученных результатов в изменившихся условиях окружающей среды.

Применение нейронных сетей при прогнозировании или моделировании социальных явлений связано с тем, что многие ситуации ре-

альной жизни не могут быть описаны традиционными математическими методами. Использование нейронных сетей возможно в тех случаях, когда зависимость между неизвестными переменными или характеристиками и известными данными наблюдений или измерений имеет нелинейный характер. Ситуация моделирования социальных процессов – как раз тот случай, когда применение нейронных сетей будет уместным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левада Ю.А. Игровые структуры в системах социального действия // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник 1984. М.: Наука, 1984.
2. Электронный ресурс – http://www.alexa.com/site/ds/top_sites?cc=RU&ts_mode=country&lang=none
3. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961.
4. Социология и математика. Моделирование социальных процессов / Отв. ред. Э.П. Андреев, Ю.Н. Гаврилец. М.: Наука, 1970.
5. Калянов Г.Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение). М.: Лори, 1996.
6. Тудер И.Ю. Коллективное моделирование предметной области большой размерности: автореф. дис.... канд. техн. наук. М., 2002.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИНА «СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИЯМ

А.А. Изюмов, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-960-969-76-89, antoniz@ms.tusur.ru

В статье проводится исследование применимости социологического термина «социальная сеть» применительно к области компьютерной коммуникации, а также рассматриваются исторические аспекты распространенной ныне терминологии.

Информационное общество представляет собой новый этап развития человеческой цивилизации, характеризующейся, в первую очередь, высокой скоростью коммуникационных процессов, которая обеспечивается наукоемкими, высокотехнологичными средствами – микропроцессорными технологиями и сетью Интернет [1, с. 7]. Важнейшими стратегическими ресурсами становятся информация и знание [2, с. 23]. Происходит переход от традиционного, технического восприятия Интернет в качестве «глобальной информационной сети, части которой логически взаимосвязаны друг с другом посредством единого адресного пространства, основанного на протоколе TCP/IP» [3,

с. 4] к более емкому, на мой взгляд, социальному определению, предложенному российским исследователем А.Н. Шереметом. «Интернет – глобальная социально-коммуникационная сеть, предназначенная для удовлетворения информационно-коммуникационных потребностей индивидов и групп посредством использования коммуникационных технологий» [2, с. 62].

Вполне логично будет выделить следующие неотъемлемые свойства Интернета, в полной мере описывающие его специфику: доступность, глобальность и аккумулятивность.

Рассматривая функции Интернета как его роль в системе общественных отношений [4], следует выделять его коммуникационную функцию, обуславливающую обилие возможностей обмена информацией; функцию социализации; социокультурную; манипулятивную; маркетинговую функцию. Безусловно, данный перечень функций не является исчерпывающим, поскольку стремительное развитие Интернет-технологий постоянно дает Интернет-аудитории новые виды и формы программных продуктов, существенно расширяющих функционал Интернета. Однако не следует специально выделять информационную функцию, так как информация – это прежде всего сведения и сообщения [5], а обмен и распространение информации принято именовать коммуникацией [5], а значит, функцию информирования несет в себе коммуникационная функция.

Термин «социальная сеть» был введен в 1954 г. социологом Джеймсом Барнсом. На тот момент социальной сетью являлась социальная структура, состоящая из групп социальных объектов (людей или организаций) и связей между ними. Во второй половине XX в. социальные сети стали активно развиваться как научная концепция, сначала они стали популярны на Западе, чуть позже пришли и к нам. Затем это обычное профессиональное понятие социологов превратилось в модную концепцию, являющуюся одной из центральных в концепции веб 2.0, которую как понятие впервые ввел Тим О'Рейли 30 сентября 2005 г. в своей статье «Tim O'Reilly – What Is Web 2.0» [6]. Однако несмотря на то, что общеупотребимым термин «социальная сеть» стал именно применительно к Интернет-общению и несмотря на его широкое распространение, не существует единого термина, который бы в полной мере раскрывал суть этого явления в значении способа Интернет-коммуникации.

В качестве базового понятия возможно использовать следующее определение: «веб-сайт с возможностью указывать какую-либо информацию о себе, либо объекты интересов, по которым аккаунт пользователя смогут найти другие участники сети» [7]. Однако данное определение не является полным.

Первая программа для электронной коммуникации, разработанная Рэем Томлинсоном в 1971 г. [8], представляла собой то, что мы сейчас называем термином «электронная почта». Данный способ связи фактически вытеснил из обихода традиционную почтовую переписку – причем тенденция замещения актуальна как для развивающихся стран [9, 10], так и для развитых. Например, согласно исследованию, проведенному компанией NetValue UK в 2002 г., в Великобритании число e-mail превысило число писем, отправляемых обычной почтой [11]. Столь же успешно электронная почта конкурирует и с телефонной связью [12]. Итак, прообразом социальных сетей стала электронная почта – за каждым пользователем был закреплен уникальный адрес и коммуникация осуществлялась посредством двунаправленной или многонаправленной переписки, где с каждым участником акт коммуникации происходит индивидуально.

В 1988 г. был изобретен протокол Internet Relay Chat (IRC), благодаря чему в Интернете стало возможно общение в реальном времени (чат) [13]. Система IRC была создана Джарко Ойкариненом (Jarkko Oikarinen). Для предотвращения всеобщей путаницы люди объединяются в каналы, поддерживающие различные темы обсуждения [14, с. 325]. Важным отличием от электронной почты являлись открытость и общедоступность обсуждаемых тем, а также возможность участия в дискуссии практически неограниченного количества участников, которым для обсуждения не требовалось нигде специально регистрироваться. Фактически IRC-чаты предоставили пользователям возможность формировать «группы по интересам», причем эти группы вполне возможно сделать закрытыми («приватными»), и доступ извне, без приглашений, в эту группу будет ограничен.

В 1989 г. в Европе в стенах Европейского совета по ядерным исследованиям (фр. Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, CERN) родилась концепция Всемирной паутины. Ее предложил британский ученый Тим Бернерс-Ли (Tim Berners-Lee), он же в течение двух лет разработал протокол HTTP, язык HTML и идентификаторы URI [15]. Развитие сервисов (таких, как Интернет-чаты, форумы, доски объявлений), напрямую связанных с появлением в 1991 г. сети Интернет, получило бурное развитие в конце 90-х. Наряду с коммерческой сетью, доступ в которую был платным, широкое распространение получила и некоммерческая сеть. В феврале 1986 г. Джеффом Рашем (англ. Jeff Rush) была разработана система сетевых конференций, получившая название «эхопочта» (эхомейл, англ. echomail). Первой международной эхоконференцией стала конференция MODULA-2, распространявшаяся в Европе, Австралии и Северной Америке [16]. Несомненным преимуществом сетей, основанных на TCP/IP протоколе, является

их глобальная доступность – тем самым обсуждение в «группах по интересам» выводится на новый, общемировой уровень: ведь теоретически на страничку пользователя может зайти любой пользователь Интернета.

Однако с сокращением доли пользователей, [17, с. 10], выходящих в Интернет по низкоскоростным каналам (посредством модемов), и изменением социального состава аудитории Интернета [18, 19] более широкое распространение получили иные, более сложные формы коммуникации, нежели обычный обмен текстовыми сообщениями. Одной из таких форм стали блоги.

Принято считать [20], что идея публичных авторских дневников принадлежит Тиму Бернерс-Ли, который изобрел Всемирную паутину. Еще в 1993 г. он разместил на своем первом сайте info.cern.ch список новых сайтов и ссылок на обновления браузеров.

Один из активных сетевых персонажей «блоггер» Петер Мерхольц переделал термин «web log» в «we blog», в результате чего родилось современное понятие «блог», которое в 2003 г. было занесено в Оксфордский словарь и по сей день определяется как «сетевой дневник одного или нескольких авторов, состоящий из записей в обратном хронологическом порядке» [21]. Таким образом, «блоггер» – это человек, ведущий сетевой дневник – либо от собственного лица, либо от лица т.н. «виртуала» – вымышленного персонажа, от лица которого ведется повествование.

Однако провести четкую грань между «блогами» и прочими способами Интернет-общения и «социальными сетями» зачастую представляется весьма трудным занятием. Именно поэтому к использованию предлагается иное, нежели указанное в [7], определение:

«Социальная сеть в Интернет – это веб-сервис, предоставляющий on-line средства группе людей, публично проявивших потребность друг в друге на основе общего интереса к определенной предметной области:

- атрибутивной самоидентификации пользователя;
- управления характером связи между участниками сети и статуса участника в сообществе;
- межличностной коммуникации;
- описания, комментирования, ранжирования предметной области, с сохранением «следа» деятельности».

ЛИТЕРАТУРА

1. Путилова Е.А. Интернет как фактор формирования информационного общества: автореф. дис. ... канд. социол. наук. Тюмень, 2004.

2. Шеремет А.Н. Интернет как средство массовой коммуникации: социологический анализ: дис. ... канд. социол. наук. Екатеринбург, 2003.
3. Ландэ Д.В. Теория информационного поиска. Киев, 2006.
4. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. 4-е изд. М.: Политиздат, 1981.
5. Новейший философский словарь. 3-е изд., испр Мн.: Книжный дом, 2003.
6. Электронный ресурс – <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
7. Электронный ресурс – [http://ru.wikipedia.org/wiki/социальная_сеть_\(интернет\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/социальная_сеть_(интернет)).
8. Электронный ресурс – <http://taina.aib.ru/historical-events/mail.htm>
9. Электронный ресурс – <http://www.nr2.ru/pmr/117843.html>
10. Электронный ресурс – <http://itnews.com.ua/11436.html>
11. Электронный ресурс – <http://net.compulenta.ru/26809/>
12. Электронный ресурс – <http://internet.ksan.ru/tom-01/2003/internet-020.shtml>
13. Oikarinen J., Reed D. Internet Relay Chat Protocol, 1993.
14. Леонтьев Б. Операционная система Microsoft Windows 98 для начинающих и не только. М.: Оверлей, 1998.
15. Berners-Lee T., Fielding R., and Masinter L. Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax and Semantics. 1997.
16. Randy Bush. FidoNet: Technology, Use, Tools, and History, 1993.
17. Маркетинговое агентство Step by Step – Аналитический отчет по маркетинговому исследованию российского рынка Интернет-провайдеров. М., 2006.
18. Электронный ресурс – <http://www.rocit.ru/inform/index.php3?path=russia>
19. Электронный документ – http://rocit.ru/files/ROCIT.Report.-Razvitie_interneta_v_regionah.pdf
20. Электронный ресурс – <http://www.userland.com/theHistoryOfWeblogs>
21. Иванникова С. BLOGодарная почва // Независимая газета. № 42 (3722) от 03.03.2006 (http://www.ng.ru/internet/2006-03-03/9_blogs.html).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ ПАЦИЕНТА

В.Н. Щербаков, аспирант каф. КСУП,

Е.П. Каратаев, Е.А. Пуха, студенты 3-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-408-87-94, kzheka@sibmail.com

В наше время анестезиология представляет собой специальность, на которой базируется успех хирургических вмешательств. Повышение безопасности больного при проведении хирургических вмешательств является одной из ведущих проблем анестезиологии.

Данная статья посвящена разработке системы, позволяющей автоматизировать процесс ведения истории болезни, а также на основании параметров истории болезни производить ретроспективные исследования специалистами в области анестезиологии.

Система разрабатывается в виде базы данных совместно со специалистами отделения анестезиологии НИИ онкологии СО РАМН в г. Томске.

Анестезиолог начинает работу с пациентом за несколько дней до операции. Врач знакомится с историей болезни пациента, проводит предварительное обследование, необходимое для того, чтобы подобрать анестезию.

В течение всей операции анестезиолог внимательно следит за концентрацией в крови препаратов, которые вводятся внутривенно, за показателями приборов и монитора, к которым подключен пациент, – за артериальным давлением, пульсом, температурой тела, насыщением крови кислородом [1].

Вся эта информация заносится в специальные анестезиологические (наркозные) карты, которые являются бумажными носителями информации, вследствие чего на анализ, поиск и хранение информации затрачивается неоправданно большое количество времени.

Одной из приоритетных задач национальных программ уже много лет является улучшение здравоохранения. Анестезиология как одно из самых опасных для жизни пациента направлений, требует немалых средств на подготовку специалистов и внедрения новых стандартов анестезиологического мониторинга.

Логично, что мониторинговая сборка информации о состоянии пациента невозможна вследствие отсутствия самих мониторов. А вот организация обработки и «не бумажно-архивного» ведения анестезиологической карты возможна местными усилиями.

Авторы статьи совместно со специалистами отделения анестезиологии НИИ онкологии СО РАМН (г. Томск) ведут работу по разработке системы ведения анестезиологических (наркозных) карт пациентов, в которую включен модуль обработки данных истории болезни и проведения ретроспективных исследований на основе этих данных. Очевидно, что основными блоками такой системы будут являться база данных параметров и вычислительно-статистический модуль.

На рис. 1 представлена схема взаимодействия врача-специалиста, базы данных и вычислительно-статистического модуля. На вход вычислительно-статистического модуля поступают данные от врача-специалиста и из базы данных. После обработки данных врачу выводятся сообщения о возникших ошибках или несоответствиях. Вычислительно-статистический модуль построен на основе нейронных сетей, которые представляют собой нелинейные системы, позволяющие го-

раздо лучше классифицировать данные, чем обычно используемые линейные методы. В приложении к медицинской диагностике они дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности. Нейронные сети способны работать с большим набором параметров, влияние которых на постановку диагноза человеку невозможно оценить [2].

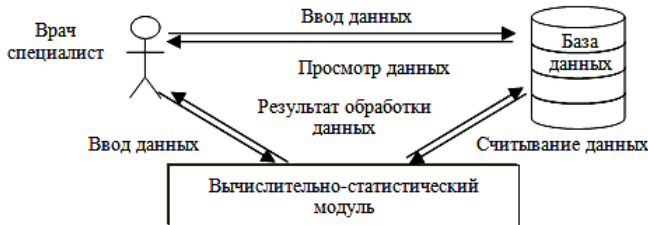


Рис. 1. Схема взаимодействия врача-специалиста, базы данных и вычислительно-статистического модуля

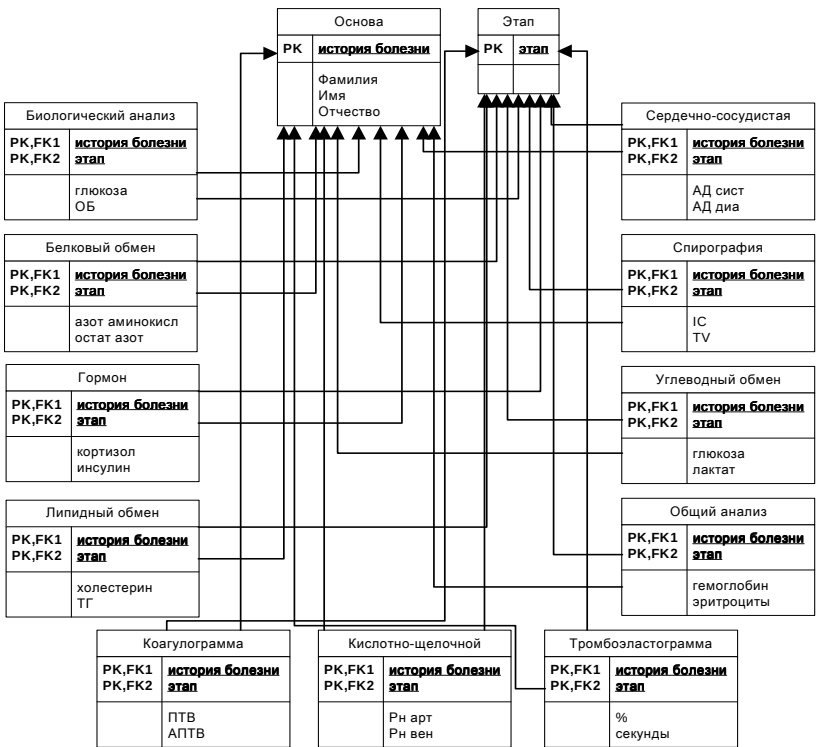


Рис. 2. Схема данных

Система устанавливается на компьютер врача-специалиста, который вводит данные об анализах, проведенных им. Данные, получаемые от всех врачей, хранятся на специализированном сервере базы данных, в качестве которого выбран MySQL Server 5.1. На начальном этапе схема данных системы представляется следующим образом: таблицы «Основа» и «Этап» связаны с каждой из одиннадцати таблиц анализов (рис. 2).

Безопасность системы настроена таким образом, что каждый врач-специалист имеет доступ только к группе анализов, относящихся к его области, а анестезиолог имеет доступ ко всем данным, хранимым на сервере, то есть он может просматривать информацию, полученную от всех врачей, тем самым время на обработку, упорядочивание и поиск данных уменьшается, вследствие чего работа анестезиолога становится более эффективной.

Таким образом, введение базы данных в данном случае повышается эффективность работы анестезиолога за счет сокращения времени на оформление наркозной карты. Электронные копии наркозных карт, хранящиеся в памяти компьютера, формируют базу данных, которая полезна как с научной точки зрения, так и в организационном плане. А использование вычислительно-статистического модуля повышает эффективность и безопасность работы анестезиолога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов И. Особенности современной амбулаторной анестезии. 2006.
2. www.emsl.pnl.gov:2080/docs/cie/neural/projects/medicine.html

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ МОБИЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

А.А. Кавардакова, студентка 5-го курса ФВС

г. Томск, ТУСУР, kavardakova@mail.ru

Магазин PDA-STORE был основан в 2006 г. как первый специализированный магазин по продаже карманных компьютеров, коммуникаторов и навигаторов в г. Новосибирске. По стечению обстоятельств в начале 2008 г. магазин переехал в г. Томск, кардинально поменяв свой корпоративный стиль и добавив в ассортимент товара электронные книги. В связи с развитием организации решено было сделать Интернет-магазин.

Интернет-магазин – идеальная торговая площадка для ведения бизнеса. В отличие от обычного магазина, Интернет-магазин открыт

24 ч в сутки 7 дней в неделю, доступен любому пользователю в любой точке планеты и требует минимальных финансовых затрат на оплату аренды помещения и труда работников [1].

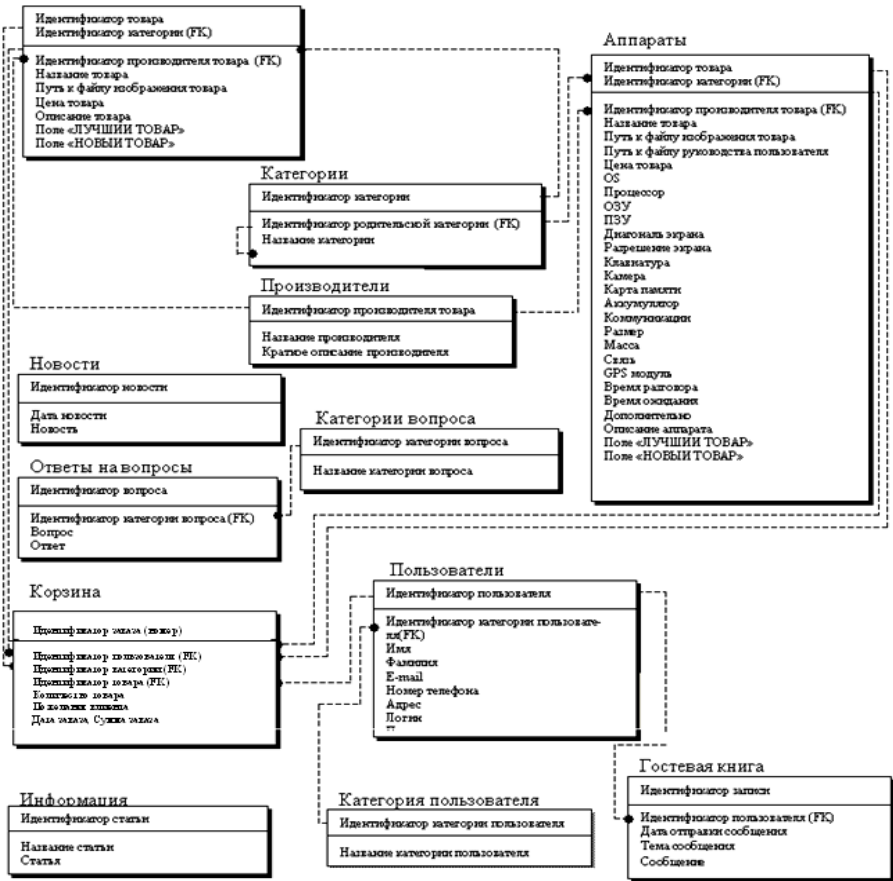


Рис. 1. Логическая структура базы данных

Необходимый минимум свойств и требований, предъявляемых к будущему Интернет магазину:

1. Интернет-магазин должен, прежде всего, быть найден потенциальным покупателем в Интернете, должен дать представление о характере товаров и услуг, предлагаемых фирмой.
2. В Интернет-магазине должна быть представлены контактная информация, способы связи с фирмой, режим работы, месторасполо-

жение офиса, условия, на которых покупатель может получить товар или заказать услугу.

3. В Интернет-магазине должна быть представлена справочная информация, необходимая и достаточная, чтобы покупатель смог составить себе четкое представление о предлагаемых товарах и услугах.

4. Иметь возможность быстрого и относительно простого обновления внешнего вида сайта.

5. Позволять пользователю производить поиск товаров в названиях и описаниях товаров путем задания ключевых слов.

6. Автоматизировать систему приема заказов, отправлять уведомления о заказе покупателю и владельцу Интернет-магазина.

7. Обеспечить конфиденциальность информации о покупателях и заказах.

8. Управлять работой Интернет-магазина через Web-браузер.

9. Приложение должно быть мобильным и, по мере возможности, кроссплатформенным [2].

В ходе данной работы были рассмотрены и проанализированы аналогичные Интернет-магазины, а также была изучена литература по данной тематике, на основе чего была разработана структура сайта и создана база данных для хранения информации. Логическая структура базы данных представлена на рис. 1 [3].

После утверждения дизайна руководством компании он был успешно реализован в HTML-коде с использованием каскадных таблиц стилей.

Дальнейшая реализация данного проекта будет заключаться в разработке программного обеспечения, включающего в себя взаимодействие с базой данных, создание оптимальной поисковой системы, сортировку по категориям товара, администрирование сайта и обеспечение безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.lessio.ru
2. Ливингстон Д., Браун М. CSS и DHTML Web-профессионалам: Пер. с англ. К.: Издательская группа BHV, 2001. 208 с.
3. Карпова Т. Базы данных: модели, разработка, реализация. СПб.: Питер, 2002. 304 с.

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА»

Г.А. Казанцев, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 414-717, ghef@mail.ru

Интерес к дискретной математике объясняется постоянно растущей в последние десятилетия потребностью в ней в связи с развитием областей ее применения – в электронике, информатике, многочисленных вопросах оптимизации.

Сегодня повсеместно курсы дискретной математики входят в программы обучения математиков и инженеров. За последнее время появились разнообразные учебники по данной дисциплине. Однако практика преподавания дискретной математики обнаруживает существенный недостаток в части проведения практических занятий, которые традиционно проходят в большей части без применения современных информационных и компьютерных технологий. Это делает практические занятия малоинтересными для современных студентов и, как следствие этого, низкое качество усвоения теоретического материала и умения применять теоретические знания для решения практических задач, особенно в части интерпретации элементов математической модели ее физическими аналогами.

Одним из подходов решения данной проблемы, по нашему мнению, является создание автоматизированной обучающей системы по дискретной математике (АОС ДМ). Положительный и не менее важный аспект использования автоматизированной обучающей системы также в том, что студенты приобретают практические навыки работы с информационными системами, созданными на базе современных компьютерных технологий.

Целью работы является разработка подсистемы автоматизированного контроля (КАСТГ) качества выполнения студентами лабораторных работ по разделу дискретной математики «Теория графов», входящей в АОС ДМ. Использование (КАСТГ) позволит существенно уменьшить преподавателю объем рутинной работы, связанной с распределением среди студентов вариантов исходных данных, проверкой их идентичности с вариантом, который студент (либо группа студентов) использовал при выполнении лабораторной работы, и, что не менее важно, облегчает преподавателю проверку правильности полученных студентами результатов выполнения лабораторной работы. Структурная схема КАСТГ представлена на рис. 1.

Подсистема КАСТГ позволяет преподавателю руководить выполнением лабораторной работы в автоматизированном режиме. Это оз-

начает, что задание на нее студенту выдает сам преподаватель из банка заданий. Студент, ознакомившись с заданием, прежде чем приступить к его выполнению, должен пройти тестовый контроль теоретической готовности по теме задания.

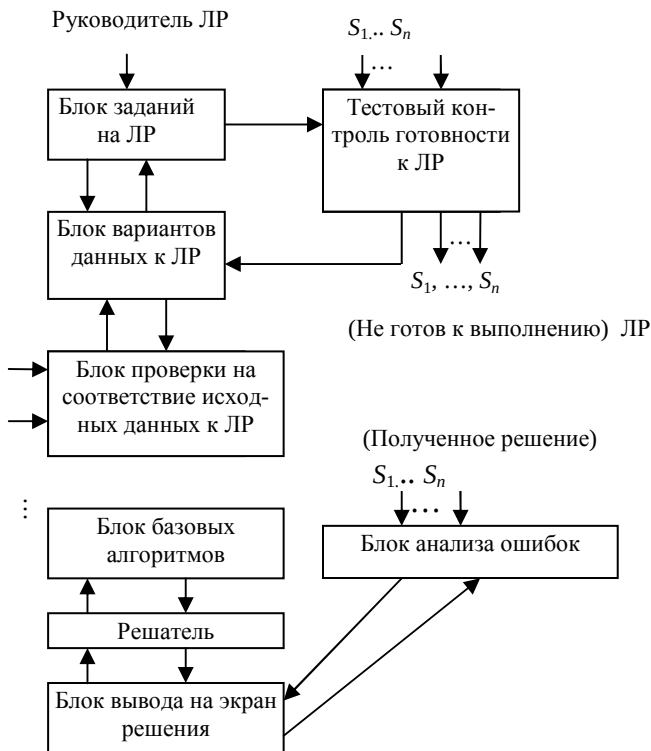


Рис. 1. Структурная схема КАСГГ

Если результат тестирования подтверждает это, то преподаватель выдает студенту вариант исходных данных (из соответствующего банка данных), после чего тот приступает к выполнению лабораторной работы.

Закончив выполнять лабораторную работу и оформив отчет с результатами всех вычислений (это может быть электронный вариант либо твердая копия), студент сдает его на проверку преподавателю. С помощью средств КАСГГ преподаватель предварительно проверяет предъявленный вариант исходных данных на соответствие с выданным. Если подмена данных не обнаружена, то производится проверка

правильности полученного результата лабораторной работы. Для этого преподаватель в автоматическом режиме запускает базовый алгоритм данной задачи и сравнивает полученный в системе КАСТГ результат с результатом в отчете. При несовпадении результатов студенту предлагается самому проверить свои расчеты. В случае когда студент затрудняется найти ошибку в расчетах, преподаватель средствами КАСТГ в автоматическом режиме выводит все промежуточные расчеты, после чего студент должен самостоятельно выполнить подробный анализ своих ошибок и заново выполнить необходимые расчеты.

Достоинством разработанной подсистемы КАСТГ является то, что она позволяет визуализировать математические модели, представляющие собой графы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров В.П., Титарев Л.Г., Шевченко К.К. Разработка технологических систем в образовании. Образование в информационную эпоху. М.: МЭСИ, 2001. 307 с.

РЕДАКТОР КОМПОНЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ МОДУЛЬНЫХ РОБОТОВ

И.В. Колотаев, аспирант каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, vlik@ms.tusur.ru

Без средств графического ввода и отображения данных сегодня не обходится ни одна большая система разработки и/или моделирования механических систем. В таких системах средства графического ввода и вывода носят специализированный характер и зависят от предметной области, методов ввода и вывода информации, заложенных в систему, и пр. Таким образом, возникла необходимость в создании специализированного графического средства ввода при проектировании механических и мехатронных систем в РАУМС.

После исследования задачи представления компонентных цепей модульных роботов были сделаны следующие выводы: для представления цепи можно разделить компоненты на несколько классов: твердотельные – компоненты с неизменяемым физическим телом и кинематические – компоненты без физического тела предназначенные для передачи движения (прямолинейного, углового и т.д), измерители – представляют собой различные физические датчики (например, датчик скорости, измеритель угла поворота и т.д.), управляющие – компоненты, получающие информацию от компонентов-измерителей и вырабатывающие управляющие сигналы (обратная связь в системе).

Была проведена объектная декомпозиция задачи представления компонентов в системе и получена (рис. 1) система классов для представления компонентной цепи.

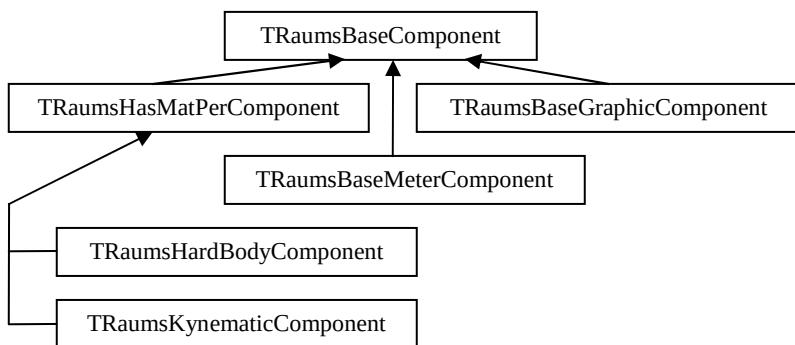


Рис. 1. Диаграмма иерархии наследования базовых классов – моделей компонентов мехатронной системы

TRaumsBaseComponent – базовый класс в иерархии наследования, под собой не подразумевает никаких физических модулей робота.

TRaumsHasMatPerComponent – базовый класс для представления компонентов, обладающих геометрической природой, – содержит в себе матрицу перехода из системы координат предыдущего компонента структурной цепи в систему координат текущего. От этого компонента наследуются следующие два класса.

TRaumsKynematicComponent – базовый класс для представления кинематических компонентов (компонент кинематического продольного перемещения, компонент поворота и т.д.)

TRaumsHardBodyComponent – базовый класс для представления твердотельных компонентов, единственный класс компонентов, которые будут отображаться в трехмерном редакторе. Компоненты этого класса (и его наследников) имеют в себе геометрическое тело – набор правил, описывающих форму модуля в пространстве. Для таких компонентов возможен геометрический обсчет, например расчет столкновения двух компонентов при планировании траектории.

TRaumsBaseMeterComponent – базовый компонент для создания так называемых компонентов-измерителей. Компоненты-измерители – особый, информационный тип компонентов; в процессе моделирования работы робота, а также в процессе планирования поставляют различную информацию об измеряемых параметрах.

TRaumsBaseGraphicComponent – базовый компонент для создания компонентов-графиков, используемых совместно с компонентами-измерителями для вывода измеряемой информации в удобной графической форме.

Компоненты в структурной схеме связываются ветвями. Ветви в соответствии с природой компонентов редактора делятся на физические и информационные. Физические – ветви, соединяющие твердотельные и кинематические компоненты, передают расположение одного компонента относительно другого: сдвиг (по осям OX, OY, OZ) и поворот относительно тех же осей. Информационные – ветви, соединяющие кинематические и твердотельные компоненты с компонентами-измерителями и компоненты-измерители с компонентами-графиками. Задают порядок измерения и обработки измеренных данных.

Сейчас уже разработана базовая функциональность редактора структурной цепи. Идет тестирование, доработка, а также написание различных библиотек компонентов.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕР ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

А.Ю. Корниенко, студентка 3-го курса, каф. КСУП,

Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-418-16-66, auk@sibmail.com

Процесс изучения отдельной дисциплины включает в себя три обязательные части: лекционный материал (теория), практические (лабораторные) работы и проверочный материал.

Помимо этого, для эффективного изучения предметной области рекомендуется использовать компьютерные тренажеры. Чаще всего они содержат в себе набор тестовых задач и предоставляют возможность реализовывать пошаговое выполнение решений с характерным отслеживанием правильности сделанных выводов обучаемым в процессе реализации.

Опыт создания и использования компьютерных тестовых задач, накопленный в различных обучающих системах, показал [5]:

1) обучающиеся быстро приспосабливаются к небольшому (100 вопросов) экзамену, состоящему из фиксированного набора задач, заготавливают шпаргалки;

2) происходит простое механическое запоминание ответов на данный вопрос, поскольку в ответ нужно ввести конкретное число или выбрать конкретный вариант;

3) при одновременной сдаче подобных тестовых задач в компьютерном классе вопросы для разных студентов могут быть одни и те же.

Таким образом, уменьшается эффективность проведения экзаменационных сессий и контрольных точек.

Для устранения указанных недостатков предлагается несколько вариантов действий:

1) расширить количество вопросов в компьютерных тестовых задачах, используя имеющуюся технологию;

2) создать новую технологию, базирующуюся на идее использования «генераторов».

Первый вариант решения проблемы имеет ряд существенных недостатков:

1) преподаватель-методист должен записать новые вопросы, это всегда связано с большими затратами;

2) количество вопросов существенно не увеличится, через определенный достаточно небольшой период времени вопросы необходимо будет переписывать заново.

Второй вариант решения проблем основывается на идее создания и использования генератора тестовых заданий и вопросов.

Генерация задач. Генерация задач будет вестись на базе шаблонов. Под шаблоном задачи будем понимать описание задачи, в котором исходные данные и/или часть задачи могут меняться. Рассмотрим эту идею на конкретном примере. Пусть имеется простая задача: *По реке плывет теплоход. Собственная скорость теплохода 35 км/ч, а скорость течения реки 2,5 км/ч. С какой скоростью будет двигаться теплоход против течения реки?* Для того чтобы сделать из этой задачи шаблон, необходимо вместо конкретных чисел поставить параметры и алгоритмы, генерирующие значения этих параметров. Тогда эта задача может быть записана как: *По реке плывет теплоход. Собственная скорость теплохода $gen(x)$ км/ч, а скорость течения реки $gen(y)$ км/ч. С какой скоростью будет двигаться теплоход против течения реки?* Здесь $gen(x)$ и $gen(y)$ -программа, генерирующая значения для переменных x и y соответственно. В тестовых системах наряду с формулировкой конкретной задачи необходимо иметь правильное решение задачи или правильный ответ. Поэтому к шаблону нужно приложить программу решения задачи по сгенерированным параметрам. Тогда шаблон задачи будет выглядеть следующим образом: *Правильный ответ ($rez = sub(x,y)$)*, где $sub(x,y)$ -программа вычисления правильного ответа [5].

При формулировке конкретного вопроса программа случайно генерирует два числа для x и y . Затем вычисляет ответ (правильный), подставляя сгенерированные числа x и y в алгоритм решения задачи,

и выводит эту конкретную задачу студенту (в случае, когда задача имеет решение).

Для шаблона задачи необходимо:

- 1) выбрать некоторую задачу и выделить множество параметров, которое будет генерироваться;
- 2) построить алгоритм решения;
- 3) для каждого параметра записать множество изменения, это может быть список значений, интервалы или список интервалов;
- 4) для каждого параметра указать алгоритм генерации значения;

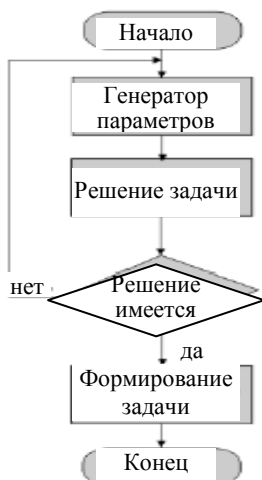


Рис. 1. Обобщенный алгоритм работы генератора задачи на основе шаблона

5) записать варианты формулировок задач. В некоторых случаях формулировка задачи может измениться в зависимости от значений параметров;

6) получить алгоритм формулировки задачи.

Тогда можно представить обобщенный алгоритм генерации задачи (рис. 1).

Циклический характер алгоритма заключается в том, что при случайной генерации значений параметров задачи может быть ситуация, когда задача не имеет решения. Тогда процесс поиска значений параметров необходимо возобновить.

Рассмотрим некоторый пример шаблонов задач для генератора заданий в компьютерном тренажере по компьютерной графике. Рабочей программой по дисциплине «Компьютерная графика» предусмотрено изучение основных алгоритмов. Как

известно [6], существует два вида компьютерной графики: векторная и растровая. Изучение алгоритмов растровой графики начинают с рассмотрения генерации основных графических примитивов: отрезков и окружностей. Поэтому первым этапом разработки компьютерного тренажера по дисциплине «Компьютерная графика» является реализация компьютерного тренажера по алгоритму Брезенхема генерации отрезка.

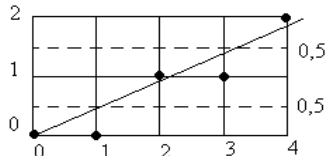
Пример: Дано две точки с координатами (x_m, y_n) и (x_k, y_k) . Необходимо соединить их отрезком прямой. Рассчитайте координаты $gen(n)$ пикселя отрезка.

Для вывода линии необходимо закрасить в определенный цвет все пиксели вдоль линии. Для того чтобы закрасить каждый пиксель, не-

обходимо знать его координаты. Для определения координат закрашиваемых пикселей используем алгоритм Брезенхема генерации отрезка.

Расчет координат очередного пикселя отрезка производится по алгоритму Брезенхема, основная идея которого изложена в [6]: если угловой коэффициент прямой (P_y/P_x) меньше $1/2$, то точку, следующую за точкой $(0,0)$, поставить в позицию $(1,0)$, а если угловой коэффициент больше $1/2$, то в позицию $(1,1)$ (рис. 2):

Рис. 2. Алгоритм Брезенхема генерации отрезка



Для принятия решения, куда заносить очередной пиксель, вводит-ся понятие величины отклонения E – точной позиции от середины между двумя растровыми точками в направлении наименьшей координаты. Таким образом, знак E – критерий выбора ближайшей растровой точки.

Если $E < 0$, то значение координаты y округляется до последнего меньшего целочисленного значения, т.е. координата не меняется по сравнению с предыдущей точкой.

Если $E > 0$, то координата y увеличивается на 1.

Возможно два случая:

- 1) $E_1 > 0$. Ближайшая точка: $X_1 = X_0 + 1$, $Y_1 = Y_0 + 1$; $E_2 = E_1 + P_y/P_x - 1$.
- 2) $E_1 \leq 0$. Ближайшая точка: $X_1 = X_0 + 1$, $Y_1 = Y_0$; $E_2 = E_1 + P_y/P_x$.

В нашем случае пусть $x_n = x_1 = 2$, $y_n = y_1 = 2$ и $x_k = 100$, $y_k = 100$. Тогда $P_x = 98$ и $P_y = 98$. Для расчета третьего пикселя необходимо рассчитать координаты второго: $x_2 = 2 + 0,98 = 2,98$ (округляем полученное значение до 3), $y_2 = 2 + 0,98 = 2,98$ (3). Тогда координаты третьего пикселя: $x_3 = 3 + 0,98 = 3,98$ (аналогично округляем до 4), $y_3 = 3 + 0,98 = 3,98$ (4).

Таким образом, при формулировке задачи генерируются значения координат начальной точки (x_n, y_n) и конечной точки (x_k, y_k) отрезка. Кроме того, генерируется и номер рассчитываемого пикселя. Программа определяет полученные значения и в случае удачной генерации исходных данных выводит формулировку задачи полностью.

Итак, алгоритм генератора в общем виде будет следующий:

Шаг 1. Генерируем любые значения для параметров x_n , y_n , x_k и y_k в пределах допустимого диапазона (0–50).

Шаг 2. Генерируем номер определяемого пикселя.

Шаг 3. Вычисляем по соответствующим формулам значение координат каждого последующего пикселя до тех пор, пока не будут рассчитаны координаты требуемого пикселя.

Шаг 4. Если при расчете коэффициентов получилось неточное значение, необходимо округлить полученное значение.

Шаг 5. Формируем задание с полученными параметрами и записываем правильное решение.

Этот пример показывает, что количество вариантов заданий является огромным числом, что обеспечивает обучаемому индивидуальную задачу даже при одновременном прохождении тестовых задач несколькими обучающимися.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мицель А.А., Романенко В.В. Автоматизированная система разработки электронных учебников // Открытое образование. 2001. № 5.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. М.: Издат. центр «Академия», 2001.
3. Образование и XXI век: Информационные и коммуникационные технологии. М.: Наука, 1995. 191 с.
4. Электронный ресурс [<http://www.wikipedia.org>.]
5. Кручинин В.В., Морозова Ю.В. Модели и алгоритмы генерации задач в компьютерном тестировании // Известия. Томск: Изд-во ТПУ, 2004. № 5.
6. Блинова Т.А., Порев В.Н. Компьютерная графика / Под ред. В.Н. Порева. К.: Юниор, СПб.: КОРОНА принт; К.: Век+, 2006. 520 с.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ

***А.Ю. Корниенко, студент 3-го курса ФВС, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-418-16-66, auk@sibmail.com***

Целью данного инновационного проекта является разработка компьютерных тренажеров по дисциплине «Компьютерная графика» для студентов специальности 230104 – «Системы автоматизированного проектирования» (САПР).

Среди актуальных задач, стоящих перед современным образованием на сегодняшний момент во всем мире, особую важность имеют не только развитие новых образовательных форм и технологий, но и повышение качества образования за счет внедрения качественных образовательных систем, опирающихся на последние достижения в области телекоммуникаций и компьютерных средств представления информации.

Одним из эффективных путей решения данной проблемы считается внедрение в учебный процесс автоматизированных компьютерных систем. Разработанные на их базе специализированные обучающие подсистемы, например компьютерные тренажеры, можно использовать в качестве обучающих тренажеров для формирования практических навыков.

Актуальность компьютерных тренажеров обуславливается наличием двух следующих преимуществ, которые обеспечивают полноценное использование реализуемого проекта, это: интерактивность (обеспечивается диалоговый режим на протяжении всего процесса обучения) и самостоятельность (с помощью компьютерных тренажеров занимающийся может сам задавать себе скорость обучения и самостоятельно его контролировать).

Для реализации данного проекта было необходимо провести обзор имеющихся технологий в области компьютерных тренажеров.

Тренажерные технологии – это сложные комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для того, чтобы подготовить обучающегося к самостоятельной работе в соответствующей предметной области [2].

По мнению Haskett consulting inc. (HCI), «люди запоминают 20% того, что они видят, 40% того, что они видят и слышат и 70% того, что они видят, слышат и делают». Понятно, что необходимым элементом эффективного обучения являются постоянные тренировочные упражнения и практика [3].

Разработка компьютерных тренажеров является комплексной задачей и предполагает рассмотрение целого ряда вопросов: учебно-методических, психологических, организационных, технических и экономических. Следует отметить, что текстовые и графические материалы, предоставляемые имитационными тренажерами, по своей организационной структуре отличаются от традиционных учебных пособий. При разработке электронных учебников важной задачей является обеспечение дружественного пользовательского интерфейса. Его общая структура должна помогать студентам в изучении теоретического материала и решении задач путем анализа ошибок и подсказок, а также стимулировать их к дальнейшему обучению.

Компьютерные тренажеры направлены на индивидуализацию обучения, когда обучаемый может использовать все возможности системы при самостоятельной работе, например, задавать удобный для него темп работы, постепенно наращивая его, работать необходимое для освоения материала количество времени, изучать тот материал, который требует проработки, получать любую справочную информацию.

В режиме автоматизированного обучения целесообразно иметь три режима работы учебного процесса: демонстрация (получение теоретических знаний о предметной области), обучение (интерактивное обучение действиям при управлении отдельными алгоритмами), экзамен (аттестация в режиме самопроверки с возможностью выбора условий проведения экзамена) [1]. При этом необходимо предусмотреть

возможности оператора самостоятельно выбирать интересующий его режим.

Можно выделить следующие типы компьютерных тренажеров [4]:

1. *Электронный экзаменатор*. Это простейший программный продукт, основная функция которого – замена живого экзаменатора в строго регламентированных областях (техника безопасности различных производств, правила дорожного движения и т.п.).

2. *Статические (или логико-динамические) тренажеры*. Основная особенность таких тренажеров заключается в том, что в таких программах отсутствует физико-математическая модель процессов, происходящих в оборудовании, но показывается и проверяется определенный порядок действий. Наиболее полезны для качественного обучения (не натаскивания!) обучаемого.

3. *Пульты тренажеры*. В них, кроме компьютера, присутствует аппаратная часть (например, копия реального пульта управления котлом). Компьютер в данном случае заменяет реальный управляемый объект; здесь, как правило, требуется хорошая динамическая модель. Пульты тренажеры в основном нацелены на ознакомление персонала с конкретным оборудованием и на выработку соответствующих моторно-рефлекторных реакций и навыков.

4. *Мультимедийные тренажеры*. Современная компьютерная технология (мультимедиа) позволяет создавать диалоговые обучающие программы и тренажеры, включающие компьютерную мультипликацию, аудио- и видеотехнику. Мультимедиа-тренажеры в настоящее время являются доступным и распространенным средством обучения как на предприятиях, так и в сфере образования.

Использование информационных технологий в образовании играет все более существенное значение. Применение компьютерных средств обучения состоит в том, что они способствуют созданию новых форм обучения и образования.

Таким образом, использование различных компьютерных систем обучения позволяет максимально реализовать творческие возможности, раскрыть способности, активировать познавательную, самостоятельную деятельность и стимулировать научно-исследовательскую деятельность студента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мицель А.А., Романенко В.В. Автоматизированная система разработки электронных учебников // Открытое образование. 2001. № 5.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. М.: Издат. центр «Академия», 2001.
3. Образование и XXI век: Информационные и коммуникационные технологии. М: Наука, 1995. 191 с.
4. Электронный ресурс [http://www.wikipedia.org.]

СЕРВЕР УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ГПО

А.С. Ковтун, студент 3-го курса, каф КСУП,

Д.А. Звонков, аспирант каф. КСУП

*г. Томск, ТУСУР, т. +7-913-864-16-57, sirMelipharo@gmail.com,
zda@kcup.tusur.ru*

В данной статье описывается опыт создания и внедрения системы управления проектами ГПО, реализованный с использованием кросс-платформенных бесплатных программных продуктов с открытыми исходными кодами. Данное решение является компактным, масштабируемым и легко конфигурируемым. Может быть применено для управления различными проектами, например проектами разработки программного обеспечения, конструкторскими проектами.

Как известно, в ТУСУРе внедрена система группового проектного обучения (ГПО), заключающаяся в коллективной работе над одним проектом нескольких студентов. Она включает в себя периодические отчетные периоды, предназначенные для слежения за ходом выполнения работы конкретным студентом и группы в целом. Также, учитывая специфику кафедры, можно предположить, что большинство проектов будут иметь техническую направленность, которая включает в себя элементы разработки разнообразных систем. Как следствие, возникает потребность в документировании системы, а также в возможности отслеживания выполненной работы. Современные технические средства позволяют объединить эти задачи, в связи с чем возникла концепция «сервера проектных групп ГПО» (рис. 1). Рассмотрим подробнее ключевые моменты этой концепции.

Каждая проектная группа имеет в своем распоряжении, как минимум, два программных продукта: систему контроля версий Subversion и систему управления проектами Trac. Subversion представляет собой централизованную RCS (Revision Control System, система управления версиями), позволяющую отслеживать изменения в различных документах, обеспечивая при этом доступ к каждому изменению, произведенному в любой момент времени, сравнивать различные версии документов (файлов) и многое другое.

Система управления проектами Trac – это веб-приложение для управления работой группы людей над одним проектом. Она имеет в своем распоряжении такой инструментарий, как система обращений (ticket), направленных на координацию действий членов проекта, база знаний, построенная на wiki-технологии (по аналогии с проектом Wikipedia), предоставляющая широкие возможности для документирования практически любой системы, и рабочий процесс, сохраняющий и отображающий каждое изменение, внесенное в проект любым его

участником. Таким образом, связка приложений Trac и Subversion предоставляет максимум возможностей для коллективной работы над проектом.

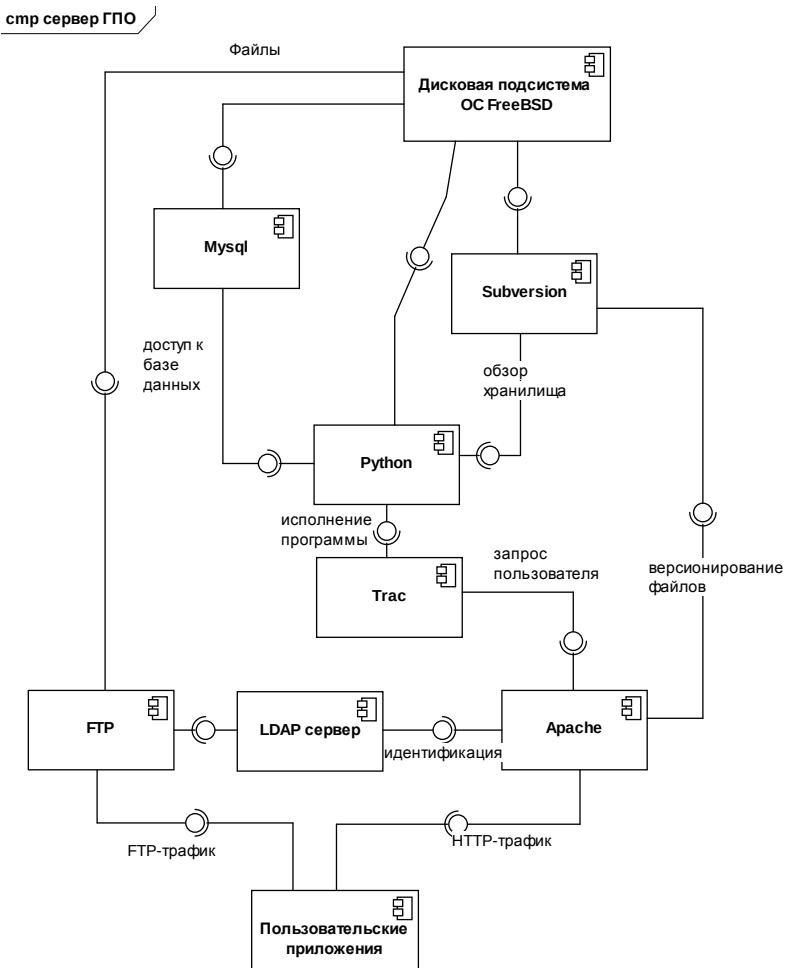


Рис. 1. Компонентная диаграмма сервера управления проектами ГПО

Для обеспечения возможности работы с приложениями из любой точки был выбран вариант выполнения вышеописанного ПО в качестве цельного веб-приложения, предоставляемого хорошо масштабируемым веб-сервером Apache, для обеспечения поддержки большого числа проектов в один момент времени.

Также для возможности беспрепятственного обмена файлами и их хранения было принято решение установить дополнительно FTP-сервер, предоставляющий защищенный паролем доступ к личному каталогу отдельной группы.

Для работы описанной системы была выбрана операционная система FreeBSD. Эта операционная система семейства ОС UNIX, основными чертами которых являются: гибкость, функциональность и защищенность. FreeBSD хорошо зарекомендовала себя как система для построения Интернет-сервисом. Она предоставляет достаточно надежные сетевые службы и эффективное управление памятью.

Учитывая тот факт, что на кафедре развернута система единого центра аутентификации пользователей Active Directory, основанной на LDAP, сервер также поддерживает эту возможность.

Ввиду того, что на сервере хранится важная информация о проектах, была настроена система резервирования данных, заключающаяся в ежедневном инкрементном архивировании данных, находящихся на диске, а также в еженедельном полном копировании проектных файлов и записи их на DVD-носители, чем обеспечивается высокая сохранность информации.

На данный момент конфигурация системы является достаточной для поддержки достаточно большого числа разнообразных проектов. Описанная структура может быть легко сконфигурирована под любые нужды и использоваться как основа для практически любых проектов. Описанное решение внедрено и работает на каф. КСУП. Данный сервер проходил тестирование на повышенных нагрузках, имитирующих активную работу нескольких проектных групп.

УДАЛЕННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Е.А. Козлов, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-906-957-67-01, kozlou@sibmail.com

Цель работы – реализация компьютерного лабораторного практикума для дистанционного прохождения курса лабораторных работ № 1 из учебного пособия «Операционные системы».

Удаленный лабораторный практикум – это один из перспективных видов организации лабораторных занятий, рекомендуемый для самостоятельного обучения в системе открытого технического образования [1, 2]. Его суть заключается в обеспечении коллективного доступа удаленных пользователей по компьютерным сетям к автоматизи-

рованным учебным стендам (комплексам), размещенным в базовых ресурсных центрах подготовки специалистов.

Основной предпосылкой создания удаленного лабораторного практикума является потребность университета в эффективном инструменте контроля знаний студентов на дистанционной форме обучения без непосредственного контакта преподавателя со студентом.

Удаленный лабораторный практикум позволит студентам проходить курс лабораторных работ, находясь у себя дома. Как следствие – снижение экономических затрат на командирование преподавателей в филиалы университета, размещение учеников дистанционной формы обучения в общежитиях по их приезду для прохождения курса лабораторных работ и пр.

Также данная работа призвана снизить нагрузку на преподавателя, принимая на себя часть рутинной работы и позволяя выполнять проверку выполненной студентом работы в любое удобное для него время и в любом удобном для него месте (например, дома).

В ходе формирования технического задания к данному проекту были сформулированы следующие требования:

- размещение программной части на стороне сервера;
- поддержка браузеров: Microsoft Internet Explorer 6.0 и выше; Mozilla Firefox 2.0;
- простая для понимания пользователем структура лабораторного практикума, дружественный пользовательский интерфейс;
- тестовая проверка усвоенного учебного материала;
- осуществление оценки пройденного студентом теста;
- контроль доступа к прохождению лабораторных работ, исходя из результатов предварительного тестирования;
- генерация задания к лабораторным работам с минимизацией вероятности повторяемости;
- возможность сохранения промежуточных данных о прохождении студентом лабораторной работы при досрочном прерывании процесса выполнения лабораторной работы;
- автоматическая отправка электронного письма с заданием и результатами прохождения лабораторной работы преподавателю по завершении студентом ее выполнения.

Исходя из сформулированных требований, было решено разработать клиент-серверное приложение, позволяющее студенту работать в среде операционной системы сервера. Для реализации данной идеи было решено использовать следующие технологии:

- HTML, версия 4.01[3];
- PHP, версия 5[4];
- JavaScript[4], AJAX[5];

- SQL, в реализации СУБД MySQL[6].

Выбор языка гипертекстовой разметки HTML (Hyper Text Marker Language) был основан на его преимуществах при создании:

- HTML-документы могут просматриваться различными типами Web-браузеров;

- публикации электронных документов с заголовками, текстом, таблицами, списками и т.д.;

- HTML позволяет представить материалы курса в виде иерархии разделов;

- загрузки электронной информации с помощью щелчка мыши на гипертекстовой ссылке;

- разработки форм для выполнения транзакций с удаленными службами, для использования в поиске информации и т.д.;

- включение электронных таблиц, видеоклипов, звуковых фрагментов и других приложений непосредственно в документы;

- в HTML вводятся механизмы таблиц стилей, скриптов, внедрения объектов;

- использование скриптовых языков позволяет сделать HTML-документ интерактивным и обеспечить передачу информации на сервер.

Выбор языка программирования PHP (Personal Home Page) основан на том, что его основной и необходимой для разработки данной обучающей системы возможностью является:

- программы на PHP часто включаются в состав HTML-страниц и разбираются на стороне сервера, в результате чего программному навигатору передается HTML-код;

- основное преимущество PHP заключается в том, что он легко устанавливается на большинство платформ;

- PHP является единственной системой, которая разработана специально для решения задач проектирования www-систем;

- в рамках проектирования Web-серверов нет возможности столкнуться с задачей, которая не могла бы быть решена исключительно средствами PHP;

- PHP лишен избыточности. Это позволяет решать задачи на нем легче и быстрее;

- PHP совместим с огромным количеством других систем и продуктов;

- поддержка собственных интерфейсов разнообразных серверов баз данных от открытых проектов, таких как MySQL или PostgreSQL, и заканчивая мощными коммерческими программными комплексами Oracle, SQL-Server и т.д.

JavaScript – скриптовый язык, чаще всего использующийся при создании сценариев поведения браузера, встраиваемых в веб-страницы. Является одной из реализаций языка ECMAScript.

JavaScript обладает рядом свойств объектно-ориентированного языка, но благодаря прототипированию поддержка объектов в нем отличается от традиционных ОО языков. Кроме того, JavaScript имеет ряд свойств, присущих функциональным языкам, – функции как объекты первого уровня, объекты как списки, карринг (currying), анонимные функции, замыкания (closures) – что придает языку дополнительную гибкость.

AJAX (от англ. Asynchronous Javascript and XML – «асинхронный JavaScript и XML») – это подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером. В результате при обновлении данных веб-страница не перезагружается полностью и веб-приложения становятся более быстрыми и удобными.

Structured Query Language (SQL) – структурированный язык запросов, является инструментом, предназначенным для выборки и обработки информации, содержащейся в компьютерной базе данных. SQL используется для реализации всех функциональных возможностей, которые СУБД предоставляет пользователю. К ним относятся:

- организация данных. SQL дает пользователю возможность определить структуру представления данных, а также устанавливать отношения между элементами базы данных;
- выборка данных. SQL дает пользователю или приложению возможность извлекать из базы данных содержащуюся в ней информацию и использовать ее;
- обработка данных. SQL дает пользователю или приложению возможность изменить базу данных, то есть добавлять в нее новые данные, а также удалять или обновлять уже имеющиеся;
- управление доступом. С помощью SQL можно ограничить возможность пользователя по выборке и изменению данных и защитить их от несанкционированного доступа;
- совместное использование данных. SQL координирует совместное использование данных пользователями, работающими параллельно, чтобы они не мешали друг другу;
- целостность данных. SQL позволяет обеспечить целостность базы данных, защищая ее от разрушения из-за несогласованных изменений или отказа системы.

SQL на сегодняшний момент является единственным стандартным языком для работы с реляционными базами данных. SQL – это достаточно мощный и в то же время относительно легкий для изучения язык. Поскольку разработка данного проекта не представляется возможной без использования СУБД, было решено использовать MySQL.

В ходе выполнения реализован первый прототип удаленного лабораторного практикума по дисциплине «Операционные системы»,

который выполняет следующие функции: связь системы с сервером; генерация случайного дерева файловой системы; генерация графического отображения дерева файловой системы; фильтр команд для лабораторной работы № 1. Кроме того, проработан ряд алгоритмов для дальнейшей разработки.

В дальнейшем система может быть расширена для практического применения при контроле знаний студентов дистанционной формы обучения.

Модуль удаленного лабораторного практикума будет использоваться в единой автоматической обучающей системе (АОС), основанной на учебном пособии авторов В.В. Одинокова и В.П. Коцубинского «Операционные системы». В настоящее время работа над модулем тренажера ведется группой студентов в рамках программы «ГПО», модуль учебного материала реализует студент гр. 584-1 Е.Н. Воробей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбузов Ю.В., Леньшин В.Н., Маслов С.И. и др. О проекте отраслевого стандарта «Системы автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа» // Проблемы информатизации высшей школы. 1997. Вып. 3–4. С. 65–72
2. Арбузов Ю.В., Леньшин В.Н., Маслов С.И. и др. Новый подход к инженерному образованию: теория и практика открытого доступа к распределенным информационным и техническим ресурсам / Под ред. А.А. Полякова. М.: Центр-Пресс, 2000. 238 с.
3. HTML.RU документация HTML [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.html.ru>
4. Документация PHP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.php.net>
5. Центральный JavaScript-ресурс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.javascript.ru>
6. Информационный ресурс SQL [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sql.ru>

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКЗАМЕНА

К.В. Крупская, студентка 5-го курса, каф. КСУП,

Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, kriss_tinna@mail.ru

В настоящее время Web-технологии уверенно входят в образование всех уровней. Наиболее перспективная область развития – это дистанционное и онлайн-обучение.

В данной работе представлена автоматизированная система формирования и проведения компьютерного экзамена. Система разработана с применением Web-технологий: PHP, MySQL, HTML.

Компьютерный экзаменатор предназначен для автоматизированной оценки знаний студентов. Итоговое оценивание проводится через определение уровня знаний студента по каждой теме дисциплины и формирование интегрированной балльной оценки. В качестве методологической основы процесса получения интегрированной оценки предлагается принять метод сведения многокритериальной задачи оценивания к однокритериальной путем аддитивной свертки частных критериев с весовыми коэффициентами. В соответствии с данной методикой оценка определяется по формуле

$$x = \sum_{i=1}^n v_i * x_i ,$$

где n – количество вопросов в билете; v_i – весовой коэффициент (значимость) вопроса; x_i – значение ответа на i -й вопрос; x – интегрированная оценка.

При формировании компьютерного экзамена преподаватель задает темы, вопросы, уровень их сложности и длительность проведения экзамена. Количество тем и вопросов, хранящихся в базе данных, не ограничено. Количество уровней сложности ограничено 5. При переходе на более высокий уровень вопросов в каждой теме преподаватель может дать дополнительное время на ответ.

Для экзаменационного оценивания можно использовать вопросы трех типов:

- 1) тестовый вопрос, в ответ на который необходимо выбрать один правильный вариант ответа;
- 2) тестовый вопрос, для правильного ответа на который необходимо выбрать совокупность нескольких ответов;
- 3) вопрос, на который требуется ввести численный или текстовый ответ.

Основные функции системы.

Преподаватель может регулировать:

- количество уровней сложности вопросов в экзамене;
- «вес» уровня в долях;
- количество тем, задействованных на экзамене;
- шкалу перевода полученной интегрированной балльной оценки в традиционную оценку, в зависимости от процента набранных правильных ответов;
- увеличение времени экзамена при переходе на более высокий уровень сложности вопросов.

При введении вопросов преподаватель может:

- присоединять вопрос к определенной теме;
- задавать уровень сложности вопроса;
- вводить и редактировать сам вопрос и ответы на него;
- определять тип вопроса.

В системе предусмотрено три класса пользователей со своими уровнями доступа.

1) Администратор – может добавлять и редактировать преподавателей, студентов, добавлять и редактировать темы, вопросы, редактировать полностью свой профиль.

2) Преподаватель – может добавлять и редактировать студентов, темы, вопросы, редактировать свои логин и пароль.

3) Студент – имеет возможность проходить тестирование, редактировать свои логин и пароль.

Алгоритм системы. В системе предусмотрено не более 5 уровней сложности вопросов. Это обусловлено сложностью алгоритма обработки. Уровень вопроса определяется при вводе вопроса и не зависит от типа вопроса. Количество уровней сложности задается администратором или преподавателем. При сдаче экзамена формируется квадратная таблица, в которой распределены темы и вопросы (рис. 1).

Вопросы выбираются случайно для каждой ячейки из базы данных в соответствии с уровнем и темой вопроса. На рис. 1 приведен максимально возможный случай – количество уровней сложности в экзамене равно 5. При задании уровня сложности $n = [1, 5]$ формируется таблица размером $n \times n$. Максимальное число вопросов, на которые может ответить студент, – n^2 .

Уровень сложности					
V	☐	☐	☐	☐	☐
IV	☐	☐	☐	☐	☐
III	☐	☐	☐	☐	☐
II	☐	☐	☐	☐	☐
I	☐	☐	☐	☐	☐
	1	2	3	4	5 Тема

Рис. 1. Таблица вопросов

Студент начинает свой экзамен с самых легких вопросов и заканчивает самыми трудными. Проверка правильности ответа на вопрос осуществляется сразу же. Если студент на определенном уровне слож-

ности в текущей теме отвечает неправильно, то он лишается возможности отвечать на вопросы более высокого уровня данной темы и переходит на следующую тему. При переходе на более высокий уровень вопроса в текущей теме студенту продлевается время проведения экзамена на величину, заданную в параметрах экзамена.

Таким образом, получается следующая схема возможного сценария прохождения экзамена студентом (рис. 2).

Уровень сложности					
V	☐	☐	☐	☐	☐
IV	☐	☐	☒	☐	☒
III	☒	☐	☒	☒	☒
II	☒	☒	☒	☒	☒
I	☒	☒	☒	☒	☒
	1	2	3	4	5 Тема

Рис. 2. Возможная схема ответов на экзамене

Представляемая система может быть использована для формирования компьютерных экзаменационных работ по любым дисциплинам учебного плана.

СОЗДАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИЙ В СИСТЕМЕ «МАТЕМАТИКА»

Г.А. Кузнецова, студентка 3-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-913-878-92-41, galina416@rambler.ru

Система Wolfram Mathematica создана американской фирмой Wolfram Research Inc., глава и основатель которой известный физик и математик Стефан Вольфрам является основным автором разработки [3].

Эта система является уникальным по своей полноте «живым» справочником по различным математическим понятиям, алгоритмам и функциям.

Она обеспечивает высочайшую степень визуализации вычислений, начиная от представления исходных данных и кончая выводом промежуточных и конечных результатов вычислений. Таким образом, главным для системы становится предоставление пользователю самых серьезных и, порой, новых знаний в столь почетной и древней области человеческого интеллекта, как математика. Кроме того, «Математика»

все чаще применяется представителями гуманитарных наук, а также специалистами в области экономики и финансов.

С помощью «Математики» можно осуществлять широкий спектр символьных преобразований, включающий, наряду с другими, операции математического анализа: дифференцирование, интегрирование и интегральные преобразования, разложение в ряды, решение дифференциальных уравнений и т.п.

Одна из сильных сторон рассматриваемого программного продукта – развитая двух- и трехмерная графика, используемая для визуализации математических объектов. «Математика» позволяет строить массивы численных данных, контурные и плотностные графики функций от двух аргументов, гистограммы, круговые диаграммы и т.п.

По своей сущности «Математика» представляет собой язык программирования высокого уровня, позволяющий реализовать традиционный процедурный и функциональные стили программирования, а также стиль правил преобразования [1, 2].

Но самое главное достижение в системе «Математика», начиная с версии 6, – это возможность создания специальных интерактивных демонстраций. Это инструмент, позволяющий создавать наглядные представления процессов, событий и других знаний самых различных областей человеческой деятельности в самой разнообразной форме. Создание демонстрации не требует особых усилий или затрат ресурсов – написанный код вмещает всего несколько строк, он удобочитаем и понятен многим. Это революционное изобретение открывает дверь многим исследователям, преподавателям, студентам в мир легкого программирования в «Математике» и создания своих собственных идей в виде мини-приложений, а также публикации их в сети.

Так, демонстрации могут быть легко применимы для того, чтобы еще более разнообразить школьные уроки, лекционные и практические занятия в вузах, а также стать полезной на научных конференциях и при защите квалификационных работ.

Наш групповой проект посвящен разработке демонстраций с помощью системы Mathematica 6 для использования в учебном процессе по различным дисциплинам. После того как подготовлен код демонстрации, создание самой демонстрации происходит в on-line режиме с помощью сайта <http://demonstrations.wolfram.com/>. Сама система Mathematica 6 является коммерческим продуктом, но выполнение созданной демонстрации можно осуществлять с помощью бесплатной программы Mathematica Player. При создании демонстраций можно использовать опыт программирования различных демонстраций (более 4500 штук), размещенных на сайте www.wolfram.com.

В основе создания демонстраций в пакете Mathematica лежит использование функции Manipulate. Фактически, подставляя вместо параметров этой функции вызовы других функций и программный код, можно добиться практически необходимого результата.

Еще раз отметим основное достоинство создание демонстраций в системе «Математика» – минимум программирования позволяет добиться впечатляющего эффекта. Но для этого, конечно, надо хорошо изучить систему Mathematica и тщательно продумывать проект демонстрации (визуальные эффекты и управление работой демонстрации), чтобы добиться хорошего результата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Mathematica 4: учеб. курс. СПб.: Питер, 2001.
2. Воробьев Е.М. Введение в систему «Математика»: учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 1998. 262 с.
3. Интернет-ресурс <http://www.wolfram.com>

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ GRAPHCAD

Т.Ш. Михайлов, студент 3-го курса ФВС

г. Томск, ТУСУР, т. 543-130, timur2008@sibmail.com

Область применения математических моделей, методов и алгоритмов теории графов с развитием вычислительной техники и компьютерных технологий стремительно расширяется. Это объясняется тем, что графовые модели позволяют применять аналитические методы их обработки и в то же время дают возможность для визуального анализа их топологии. Интерпретация элементов графов может быть разнообразной в зависимости от области применения, что также способствует активному использованию методов теории графов в самых различных областях знания. Обобщая потребности практик, в которых применяются графовые модели, мы пришли к выводу о необходимости разработки инструментальной среды, позволяющей моделировать различные классы графов и решать задачи на них. Здесь нами были выделены следующие требования к системе:

1. Обеспечение визуализации структуры графов с поддержкой международных стандартов их хранения и представления.
2. Возможность оперативно вносить изменения в структуру и характеристики графов в интерактивном режиме непосредственно на визуализируемой модели и автоматически переносить выполненные изменения в аналитические способы его представления.
3. Среда разработки должна быть платформенно-независимой, обеспечивать статическую линковку исполняемых файлов для обеспе-

чения универсальности сборки программы под различные платформы Linux и Unix.

4. Большой набор компонент для реализации поставленных задач (работа с OpenGL, скриптинг, подсветка синтаксиса и др.).

Предлагается также включить в состав системы **GraphCad** модули программ решения типовых задач на графах:

- поиск кратчайшего маршрута;
- структурный анализ графа (определение числа компонент связности графа, нахождение клики графа и всех максимальных полных и пустых подграфов, вычисление числовых характеристик графа и др.);
- поиск максимального потока в сети.

Разработанная система GraphCad позволяет задавать различные классы графов (ориентированные, неориентированные, мультиграфы), а также взвешенные графы с указанием конкретных весов его ребер и задать их непосредственно на экране, средствами данной системы в графическом и матричном исполнении. Система также позволяет менять на экране расположение вершин, выделять отдельные части графа, производить свертку отдельных частей графа с сохранением всех характеристик части, с автоматическим изменением на матрицах смежности графа.

GraphCad является открытой системой, позволяющей пользователю расширять ее функциональные возможности за счет включения в нее новых модулей с алгоритмами, отсутствующими в ней.

Структурная схема системы GraphCad представлена на рис. 1.

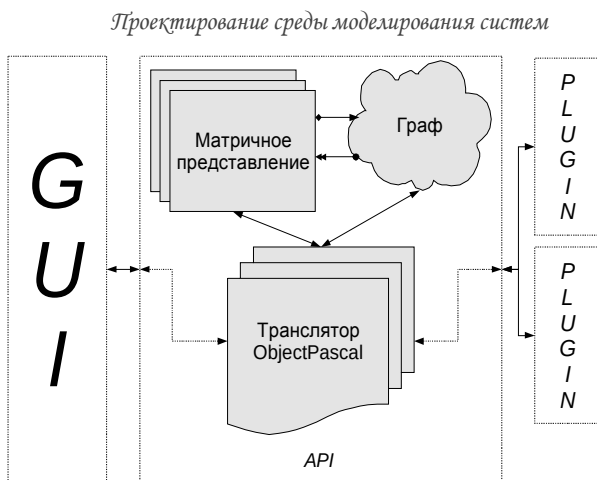


Рис. 1. Структурная схема системы GraphCad

Особенностью данной разработки являются ее полная кроссплатформенность, гибкость в реализации различных задач на графах, благодаря встроенному языку программирования, а также возможность работы в многопользовательском режиме, что очень важно в крупных организациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаггарт Р. Дискретная математика для программистов: Пер. с англ.: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., доп.: М.: Техносфера, 2005. 393 с.
2. Макоха А.Н. Дискретная математика: учеб. пособие для вузов. М.: Физматлит, 2005. 368 с.
3. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов: учебник. Санкт-Петербург; Москва; Харьков; Минск: Питер, 2000, 301 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АРХИВА КЛИНИК СИБГМУ»

В.А. Моисеев, студент 5-го курса каф. КСУП, ФВС

г. Томск, ТУСУР

Потоки информации, циркулирующие в мире, которые нас окружают, огромны. Во времени они имеют тенденцию к увеличению. Поэтому в любой организации, как большой, так и маленькой, возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу. Некоторые организации используют для этого шкафы с папками, но большинство предпочитают компьютеризированные способы – базы данных, позволяющие эффективно хранить, структурировать и систематизировать большие объемы данных. Создание программного обеспечения, ведения архива историй болезни сократит время поиска бумажного варианта, позволит оперативно просмотреть информацию по каждой истории болезни, а также позволит собирать статистику по выбранным критериям (к примеру, по определенной болезни).

В данном задании задача сводится к написанию программы для автоматизации информационной работы архивной службы при клиниках СибГМУ.

В зависимости от числа управляемых координат, исходя из постановки задачи, требуется:

- 1) изучить среду разработки 1С: Предприятие;
- 2) написать модуль программы, который выгружает данные из.dbf файла в 1С: Предприятие;
- 3) реализовать автоматизированную информационную систему, реализующую следующие действия:
 - поиск данных по выбранным критериям,

– добавление информации с .dbf файла к накопленной информации.

На данный момент разработана информационная система «Архив клиник СибГМУ». ИС «Архив клиник СибГМУ» позволяет хранить информацию двенадцати поликлиник города за 15 и более лет. Информация, которая хранится в базе ИС, представляет собой dbf-файлы, в которых хранятся данные о пациенте, история его болезни и т.д., т.е. вся информация, которая есть в «бумажной» карточке пациента.

Для накапливания информации создан регистр, в который записывается информация при проведении документа.

ИС «Архив клиник СибГМУ» позволяет осуществлять поиск пациента и вывода всей информации о пациенте по заданным критериям. Теперь та информация, на поиск которой раньше уходило несколько дней, доступна уже в течение нескольких минут. ИС позволяет выгрузить данные из dbf-файлов в 1С: Предприятие, а также вывести запрашиваемую информацию в удобном для пользователя виде.

Внедрение разработанной системы приводит к значительному снижению времени на рутинную работу и позволяет быстро обмениваться информацией о пациентах между поликлиниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Документация «1С: Предприятие. Описание встроенного языка. Конфигурирование и администрирование».
2. Рязанцев Д. 1С: Предприятие. Описание встроенного языка. Конфигурирование и администрирование. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 624 с.
3. Габец А.П., Гончаров Д.И. Профессиональная разработка в системе 1С: Предприятие 8. СПб.: Питер, 2006. 880 с.

СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ МОДЕЛЕЙ ОФИСНОЙ МЕБЕЛИ КОМПАНИИ «ФЕЛИКС» ДЛЯ ПРОГРАММЫ 3D МОДЕЛЕР

А.В. Морозов, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-906-955-46-76, v1ne1c@mail.ru

Компания «Феликс» – крупнейший производитель и поставщик офисной мебели в России, единственный бренд национального уровня на рынке офисной мебели. Маркетинговые исследования рынка офисной мебели и участие в крупнейших профильных выставках как российского, так и международного масштаба помогают специалистам компании быть в курсе актуальных тенденций в производстве мебели. Новые наиболее интересные модели офисной мебели, появляющиеся на престижных международных выставках, уже через несколько месяцев можно увидеть в торговых залах фирменных салонов, а новые идеи дизайна офисной мебели – в моделях производства компании

«Феликс». Начиная с 2002 г. компания представляет коллекции собственного производства на крупнейшем мировом мебельном форуме ORGATEC в Кельне (Германия) и на Международной выставке мебели INDEX (ОАЭ). В компании работает универсальная служба сервиса, не имеющая аналогов ни в одной профильной фирме. По прямой линии связи покупатель может высказать свои пожелания и незамедлительно получить квалифицированную сервисную помощь. Особое внимание уделяется послепродажному обслуживанию. За высокий уровень сервиса компания «Феликс» неоднократно удостоивалась звания лауреата Всероссийского конкурса «Золотые сети», проводимого среди крупнейших сетевых компаний в сфере торговли, общественного питания и услуг, в номинации «Мебель» (2003 и 2004 гг.), «Офисная мебель» (2005, 2007 и 2008 гг.), «Лучшая региональная сеть» (2006 г.). Компания также получила Гран-при «Золотые сети 2002–2006» в номинации «Лучшие из лучших».

Цель работы – создать 3D библиотеки моделей офисной мебели компании «Феликс» и подключить их к программе 3D Моделер.

До недавнего времени дизайн-студия компании выполняла свои проекты в двух программных средах: Autodesk AutoCAD и Autodesk 3D Studio Max, но каждая из этих сред имеет свои недостатки: AutoCAD не позволяет наглядно увидеть, как будет выглядеть реализованный проект, но позволяет довольно точно, с размерами, показать, как будет расположена мебель в кабинете; проект, реализованный в 3DS Max'e, наоборот, очень наглядно показывает, как будет выглядеть реализованный в жизнь проект, но для его реализации может потребоваться от нескольких часов до нескольких дней. В среде Macromedia Director MX и встроенного скриптового языка Lingo программистами была реализована программа 3D Моделер, которая позволяет в режиме реального времени, пусть даже с наименьшим качеством, чем в проекте, реализованном с помощью 3DS Max, наглядно показать клиенту, как будет выглядеть его будущее рабочее место.

Основные решаемые задачи:

- создать для программы 3D Моделер полную библиотеку коллекций офисной мебели компании «Феликс»;
- импортировать библиотеки в формат *.w3d, доступный для среды Macromedia Director MX;
- подключить разработанные библиотеки к программе 3D Моделер с помощью скриптового языка Lingo;
- реализовать возможность работы пользователя с объектами (перемещение, вращение, удаление, клонирование).

Для достижения поставленных целей на данный момент выполнены следующая работа:

- для создания 3D библиотек была изучена среда 3D Studio Max;
- для работы с программой 3D Моделер была изучена среда Macromedia Director MX;
- для подключения полученных библиотек к программе 3D Моделер, а также осуществления возможного взаимодействия пользователя с данными объектами был изучен язык Lingo.

Разработанные библиотеки 3D моделей офисной мебели для компании «Феликс» и интегрированные в программу 3D Моделер позволяют выполнить все поставленные задачи – разрешают дизайнеру в режиме реального времени создавать наглядные дизайн-проекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев М.М. 3DS Max. Мир трехмерной графики: Библиотека профессионала. Солон Пресс, 2004. 502 с.
2. Окраса У. Director and Lingo Bible. ДМК Пресс, 2003. 433 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ГРУППОВОГО ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ КСУП

С.Н. Мункуева, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-411-93-78, soyolma@sibmail.com

Информационная система предназначена для автоматизации документооборота ГПО, связанного с получением, хранением и обработкой информации о проектах и участниках ГПО. Система должна аккумулировать все данные о студентах, обеспечивать их целостность, безопасность и защиту, быть высоконадежной.

Функции информационной системы:

- сбор заявок для формирования проектов ГПО;
- информационные функции;

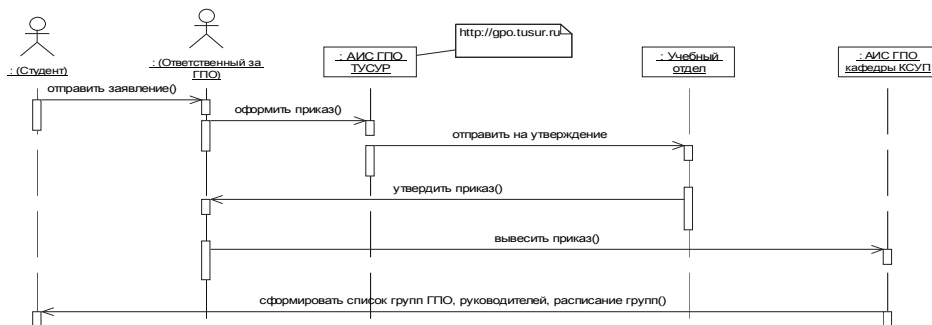


Рис. 1. Диаграмма последовательности «Формирование групп»

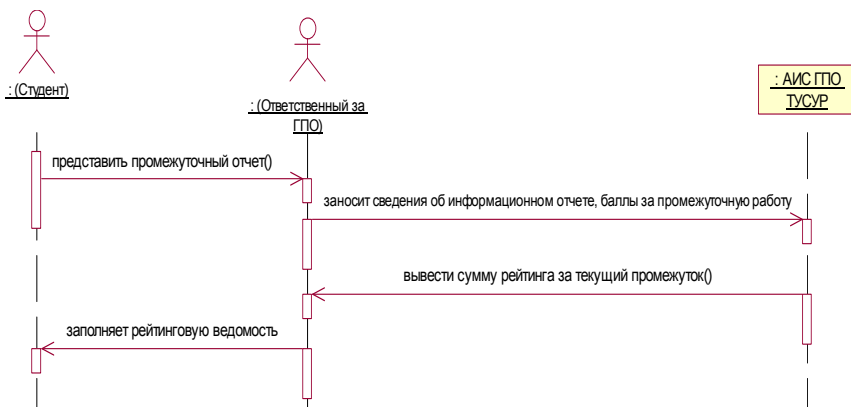


Рис. 2. Диаграмма последовательности «Работа в группе»

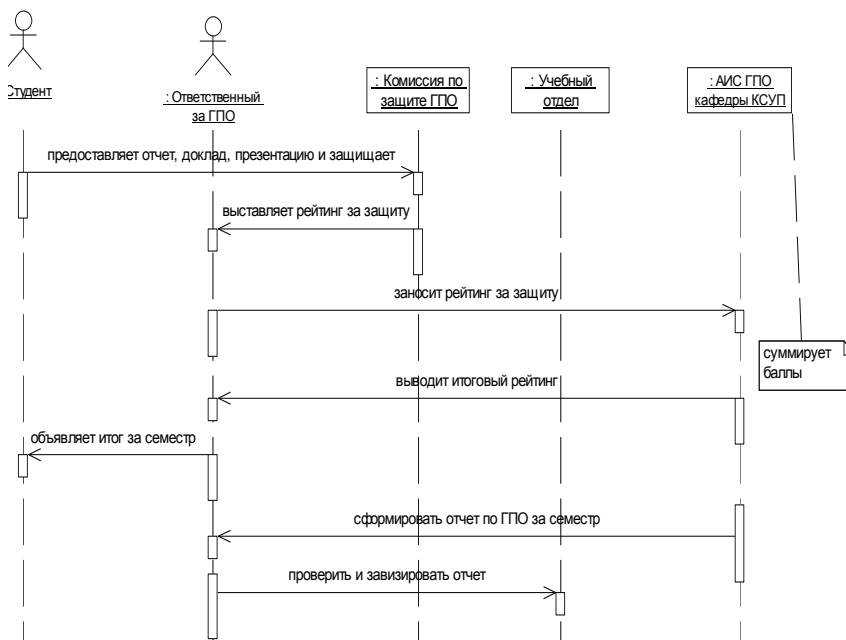


Рис. 3. Диаграмма последовательности «Защита»

- получение необходимых выходных отчетных форм;
- интерактивное общение участников групп;
- получение, обработка и хранение отчетной документации;
- простота и удобство преподавателям и студентам.

В ходе выполнения процесса ГПО сначала осуществляется сбор информации (списки студентов, желающих участвовать в ГПО, списки тем для ГПО, списки преподавателей), на основе полученной информации формируются непосредственно проектные группы ГПО.

Составляются приказы об утвержденных проектных группах (список руководителей, список групп; с помощью списка групп формируются расписания для руководителей и групп, отчет по участникам в ГПО по академическим группам). Исходя из этих приказов, проводятся занятия и работа над проектами.

Информационная система представлена в виде диаграмм последовательности (рис. 1–3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный информационный портал ТУСУР [Электрон. дан.] – Режим доступа: <http://www.tusur.ru/ru/education/>
2. Тимченко С., Лазичев А., Гураков А. Групповое проектное обучение // Высшее образование в России. 2007. № 4.
3. Групповое проектное обучение: Сборник нормативных материалов / Под ред. Г.С. Шарыгина. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2006.

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ

*В.В. Нечитайленко, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. +7-903-955-80-66, sevka@sevka.ru*

Томская софтверная компания (ТСК) – это компания, специализирующаяся в области САПР (систем автоматизированного проектирования) [1]. Компания является лидером по интеграции новейших систем в проектные коллективы Сибирского региона. Она является авторизованным партнером лидера в САПР, компании Autodesk. Также учебный центр компании имеет подтвержденный международный статус Autodesk Training Center (учебный центр Аутодеск).

Для расширения бизнеса по направлению учебного центра требуется создать инструмент для проведения онлайн-обучения, тестирования и предварительной сертификации специалистов по программным комплексам, разрабатываемых Autodesk.

Чтобы решить задачу подобного рода, нами был произведен поиск подходящих решений. Удовлетворяющих нашим потребностям систем найдено не было. Среди предложений имелись компании, предоставляющие подобный сервис, но не устраивающие своей ценовой полити-

кой, так как их предложение увеличивало стоимость услуги для клиентов учебного центра. Поэтому единственным вариантом осталось создание своей системы тестирования и сертификации.

Были разработаны требования к системе, которые включали в себя следующие параметры: гибкость, доступность, расширяемость, кроссплатформенность. Гибкость позволяет использовать систему как отдельный комплекс либо как часть отдельной системы. Доступность обуславливается желанием охватывать как можно большую географию в плане клиентов. Расширяемость позволит дополнять данную систему любым функционалом и применять в других областях. Кроссплатформенность расширяет количество потенциальных пользователей системы, например вузы, выбравшие как корпоративную платформу системе Linux.

Для выполнения требований была выбрана модель веб-приложения с использованием последних современных технологий для создания веб-интерфейсов, приближающих систему к стандартным приложениям операционных систем.

Среди технологий нами были выделены:

- xHTML, в спецификации 1.1 [2];
- PHP, версия 5 [3];
- JavaScript[4], AJAX[5];
- SQL, в реализации СУБД MySQL [6].

Рассмотрим подробнее выбранные технологии.

xHTML (англ. Extensible HyperText Markup Language – «расширяемый язык разметки гипертекста») – язык разметки веб-страниц, по возможностям сопоставимый с HTML, созданный на базе XML. Как и HTML, XHTML соответствует спецификации SGML, поскольку XML является ее подмножеством. Вариант XHTML 1.1 одобрен в качестве рекомендации Консорциума Всемирной паутины (W3C) 31 мая 2001 г.

PHP (англ. PHP: Hypertext Preprocessor – «PHP: препроцессор гипертекста», англ. Personal Home Page Tools (устар.) – «Инструменты для создания персональных веб-страниц») – язык программирования, созданный для генерирования HTML-страниц на веб-сервере и работы с базами данных. В настоящее время поддерживается подавляющим большинством хостинг-провайдеров. Входит в LAMP – «стандартный» набор для создания веб-сайтов (Linux, Apache, MySQL, PHP (Python или Perl)). В области программирования для сети PHP – один из популярнейших скриптовых языков (наряду с JSP, Perl и языками, используемыми в ASP.NET) благодаря своей простоте, скорости выполнения, богатой функциональности и распространению исходных кодов на основе лицензии PHP. PHP отличается наличием ядра и подключаемых

модулей, «расширений»: для работы с базами данных, сокетами, динамической графикой, криптографическими библиотеками, документами формата PDF и т.п.

Синтаксис PHP подобен синтаксису языка Си. Некоторые элементы, такие как ассоциативные массивы и цикл `foreach`, заимствованы из Perl.

JavaScript – скриптовый язык, чаще всего использующийся при создании сценариев поведения браузера, встраиваемых в веб-страницы. Является одной из реализаций языка ECMAScript.

Название «JavaScript» является зарегистрированным товарным знаком компании Sun Microsystems, Inc.

JavaScript обладает рядом свойств объектно-ориентированного языка, но благодаря прототипированию поддержка объектов в нем отличается от традиционных ОО языков. Кроме того, JavaScript имеет ряд свойств, присущих функциональным языкам, – функции как объекты первого уровня, объекты как списки, карринг (*currying*), анонимные функции, замыкания (*closures*) – что придает языку дополнительную гибкость.

AJAX (от англ. *Asynchronous Javascript and XML* – «асинхронный JavaScript и XML») – это подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером. В результате при обновлении данных веб-страница не перезагружается полностью и веб-приложения становятся более быстрыми и удобными.

AJAX – это не самостоятельная технология, а концепция использования нескольких смежных технологий. AJAX базируется на двух основных принципах:

- использование технологии динамического обращения к серверу «на лету», без перезагрузки всей страницы полностью, например:
 - с использованием XMLHttpRequest (основной метод);
 - через динамическое создание дочерних фреймов;
 - через динамическое создание тега `<script>`;
- использование DHTML для динамического изменения содержания страницы.

В качестве формата передачи данных обычно используются JSON или XML.

Для простоты работы были использованы два фреймворка: Zend[7] и jQuery [8].

Zend Framework – это каркас веб-приложения, разработанный компанией Zend (компания, которая осуществляет поддержку и координацию проекта php).

Лицензия Zend Framework – New BSD License.

Framework (в данном контексте Software Framework) – каркас программной системы (или подсистемы). Может включать вспомогательные программы, библиотеки кода, язык сценариев и другое ПО, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта. Обычно объединение происходит за счет использования единого API.

То есть получается, что Zend Framework – это библиотека классов, на основе которой по определенным правилам строится приложение. Стоит отметить, что использование библиотек классов существенно сокращает время на разработку приложения за счет использования ранее созданного и отлаженного кода. И что немало важно, этот код можно модифицировать, используя механизм наследования. Разработчики Zend Framework реализовали множество классов, которые позволяют решать стандартные задачи, которые стоят перед веб-программистом. Например: доступ к базам данных, механизм аутентификации, кэширования и т.д. Более того, они не забыли и о безопасности применения этих средств.

Zend Framework использует архитектуру MVC (Model-view-controller). Model View Controller (MVC) – архитектура программного обеспечения, в которой модель данных приложения, пользовательский интерфейс и управляющая логика разделены на три отдельных компонента так, что модификация одного из компонентов оказывает минимальное воздействие на другие компоненты. Шаблон MVC позволяет разделить данные, представление и обработку действий пользователя на три отдельных компонента.

Модель (Model) предоставляет данные (обычно для View), а также реагирует на запросы (обычно от контролера), изменяя свое состояние. Представление (View) отвечает за отображение информации (пользовательский интерфейс). Контролер (Controller) интерпретирует данные, введенные пользователем, и информирует модель и представление о необходимости соответствующей реакции.

jQuery – JavaScript-фреймворк, фокусирующийся на взаимодействии JavaScript и HTML. Был опубликован на компьютерной конференции «BarCamp» в Нью-Йорке Джоном Ресигом в 2006 г.

Преимущества:

- переход по дереву DOM, включая поддержку XPath как плагина;
- события;
- визуальные эффекты;
- AJAX-дополнения;
- JavaScript-плагины.

Все перечисленные технологии были использованы при разработке системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томская софтверная компания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.truesoft.ru>
2. xHTML.RU <!–по-русски -> [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.xhtml.ru>
3. PHP: Руководство по PHP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.php.net>
4. Центральный JavaScript-ресурс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.javascript.ru>
5. CODENET.RU – ВСЕ ДЛЯ ПРОГРАММИСТА [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.codenet.ru/webmast/js/ajax/>
6. SQL.RU – Все про SQL и Клиент-серверные технологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sql.ru>
7. Zend Framework [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://framework.zend.com>
8. jQuery JavaScript Library [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://jquery.com>

ПОДСИСТЕМА УЧЕТА ВЕЩЕВОГО ДОВОЛЬСТВИЯ КОНФИГУРАЦИИ «ТЫЛОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ»

А.К. Онищенко, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-805-42-94, annyanas@mail.ru

В последние годы мировое сообщество переживает исторический момент – переход от индустриального к информационному этапу развития. Данный этап характеризуется, прежде всего, тем, что жизнь современного человека теснейшим образом связана с потреблением, переработкой и обменом различной информации, поступающей из окружающего мира. Потоки информации, циркулирующие в мире, огромны, и со временем они имеют тенденцию к увеличению. Для оптимальной работы с этой информацией желательно использование систем ее хранения и обработки.

В рамках данного проекта необходимо автоматизировать систему учета тылового обеспечения для Управления федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации.

Данная система должна обеспечивать ведение оперативного учета:

- 1) вещевого имущества, выдаваемого работникам бюджетного учреждения и спецконтингенту в личное пользование;
- 2) продуктов питания для спецконтингента и служебных собак;

3) моющих, дезинфицирующих средств и предметов личной гигиены для спецконтингента;

4) мебели для спецконтингента и оборудования для блоков питания и банно-прачечного комплекса.

Разрабатываемая система рассчитана на использование самым широким кругом бюджетных учреждений Российской Федерации, финансируемых из бюджета любого уровня, в которых есть необходимость учитывать обмундирование, специальную одежду и обувь, постельное белье, продукты питания, материалы, а также основные средства организации.

В рамках данной работы необходимо разработать подсистему учета вещевого довольствия (как для личного состава, так и для спецконтингента) специализированной программы «Тыловое обеспечение» для Тыловой службы УФСИН России.

Необходимо решить следующие задачи:

1. Выявление требований к подсистеме учета вещевого довольствия и к системе в целом.

2. Моделирование подсистемы учета вещевого довольствия.

3. Сравнительный анализ и выбор программных средств для реализации системы.

4. Реализация подсистемы учета вещевого довольствия.

Центральным элементом деятельности, ведущей к созданию качественных информационных систем, является моделирование. Модели позволяют наглядно продемонстрировать желаемую структуру и поведение системы, они необходимы для визуализации и управления ее архитектурой. Модели помогают добиться лучшего понимания создаваемой системы [1].

На языке UML модель предметной области представляется в виде диаграммы классов, которая приведена на рис. 1.

В качестве среды разработки была выбрана платформа 1:Предприятие, поскольку она обладает необходимой функциональностью и удобством в работе, имеет множество дополнительных готовых прикладных решений.

В качестве базовой конфигурации была выбрана типовая конфигурация «1С:Управление торговлей», так как в результате анализа было выявлено, что функциональность данной конфигурации удовлетворяет практически всем выдвинутым требованиям для реализации системы [2].

В дальнейшем планируется реализация всех операций подсистемы учета вещевого довольствия на платформе «1С:Предприятие 8» с использованием выбранной типовой конфигурации «Управление торговлей».

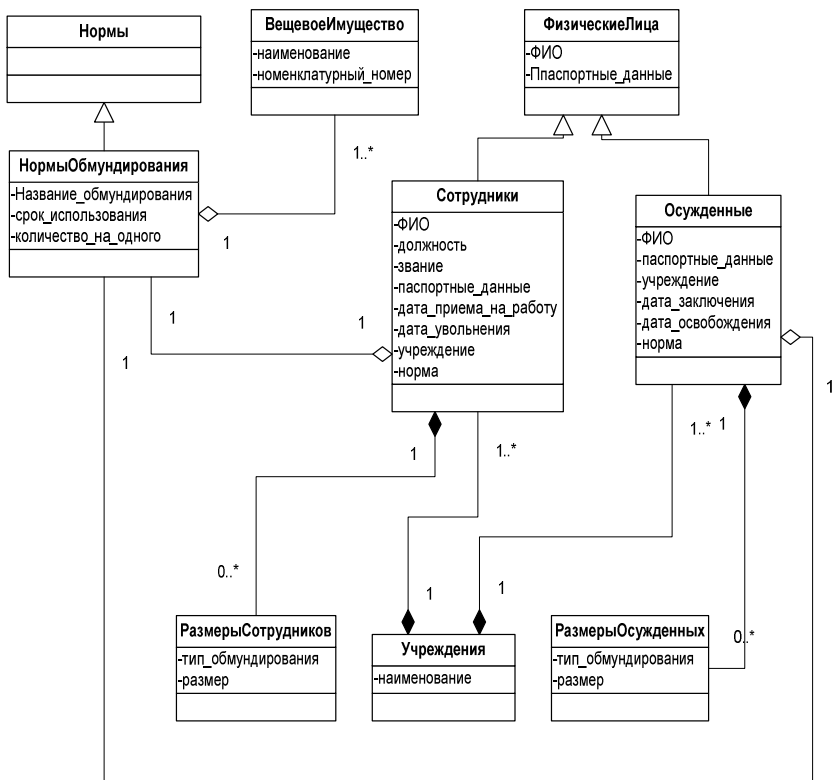


Рис. 1. Диаграмма классов

Применение разрабатываемой подсистемы позволит:

- оперативно отслеживать текущие изменения в методологии учета;
- снизить трудоемкость учета;
- исключить счетные ошибки;
- повысить качество учета и отчетности;
- оперативно получать достоверную информацию о движении вещевого имущества за любой период времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. 2-е изд. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 624 с.
2. Сайт 1С [Электронный ресурс] – адрес <http://v8.1c.ru>.

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ «АЛГОРИТМ ОБРАТНОГО ВЫВОДА»

П.В. Осин, студент 5-го курса

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-409-33-76, osin_pv@sibmail.com

Целью проектирования является разработка программного модуля, реализующего алгоритм обратного вывода для поиска необходимых решений в экспертной системе. Разрабатываемый модуль является встраиваемым в оболочку для работы с гибридными экспертными системами.

В основе базы знаний рассматриваемой гибридной экспертной системы лежит модель предметной области (ПО) в виде функциональной семантической сети [1, 2]. Данная модель представляет собой сеть зависимостей параметров предметной области. Каждый параметр может принимать количественные или лингвистические значения, а зависимости между ними могут быть представлены в виде правил-продукций, математических формул или процедур. Все параметры расположены по слоям. В первом слое сети располагаются так называемые «истоковые» параметры, значения которых ни от кого не зависят, а вводятся пользователем с клавиатуры. В следующих слоях расположены промежуточные параметры. В последнем слое сети расположены «стоковые» параметры, которые ни на кого не оказывают влияния (рис. 1).

В общем виде некоторую предметную область (ПО) можно описать с помощью гибридной модели (M) вида

$$M = \langle X, D, L, F \rangle,$$

где X – множество параметров ПО; D – множество доменов значений параметров (домен – множество значений, которые может принимать параметр, т.е. область изменения значений параметра); L – сеть функциональных отношений параметров; F – множество закономерностей, сопоставляемых функциональным отношениям между параметрами.

Графически модель представления знаний на функциональных сетях показана на рис. 1.

В данном графе узлы являются параметрами, а дуги – зависимостями одних параметров от других.

Для вывода текущих значений отдельных параметров сети (при введенных пользователем истоковых или стоковых параметрах) используются алгоритмы прямого и обратного вывода [1]. В данной разработке реализуется обратный вывод, поэтому остановимся кратко на его представлении.

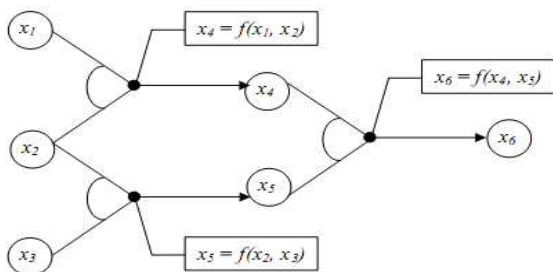


Рис. 1. Сеть функциональных зависимостей параметров ПО

Цель вывода – найти значения базовых (истоковых) параметров, при которых некоторый указанный пользователем параметр принимает определенное (заданное) значение.

Формально данную задачу можно описать так:

1) дано значение некоторого небазового параметра: $I = \{d(x_n)\}$, где x_n – некоторый небазовый параметр ПО $x_n \in X, d(x_n) \in D(x_n)$.

2) необходимо найти соответствующие значения базовых параметров $x_1, \dots, x_m$: $\{d(x_1), d(x_2), \dots, d(x_m)\}$, где $d(x_1) \in D(x_1), \dots, d(x_m) \in D(x_m)$, при которых целевой параметр x_n принимает заданное значение $d(x_n)$.

Последовательно продвигаясь от целевого параметра к истокам, на каждом шаге выделяются параметры, для которых проверяется выводимость их значений. Используя заданную зависимость между параметрами, на каждом шаге алгоритма выводятся текущие значения параметров. Сначала это целевой параметр, затем – параметры, отстоящие от целевого на одно ребро, на два ребра и т.д., пока не будут достигнуты базовые параметры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силич М.П., Хабибуллина Н.Ю. Поиск решений на модели функциональных отношений // Информационные технологии. 2004. № 9. С. 27–33.
2. Хабибулина Н.Ю. Концептуальная гибридная модель предметной области: Конспекты лекций. Томск, 2008. 54 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ КАФЕДРЫ КСУП. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

М.С. Павлова, студентка 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-415-09-31, Melitina87@mail.ru

Создание пользовательской части информационного портала позволит отслеживать:

- 1) просмотр и скачивание информации;
- 2) успеваемость студентов;
- 3) подготовку к лекционным и практическим занятиям;
- 4) выполнение лабораторных, контрольных и курсовых работ;
- 5) тестирование и выполнение компьютерного экзамена;
- 6) связь с преподавателем.

Для просмотра html-документов необходимо специальное программное обеспечение, предназначенное для динамической обработки кода HTML и отображение Web-страниц. Такие страницы называются браузерами.

При реализации данного проекта необходимо разделить задачу на части. Первой задачей является разделение Web-страниц на статические и динамические. Статические Web-страницы создаются вручную, потом сохраняются и загружаются на сайт. Каждая отображаемая страница динамических Web-сайтов основана на шаблонной странице, в которую вставляется постоянно меняющееся информационное наполнение, которое обычно хранится в базе данных. Когда пользователь запрашивает страницу, соответствующая информация извлекается из базы, вставляется в шаблон, образуя новую Web-страницу, и пересылается Web-сервером в пользовательский браузер, который и отображает ее должным образом.

Вторая задача заключается в разработке структуры базы данных для хранения информации, которая будет изменяться и затем будет представлена на Web-сайте. Для разработки структуры базы данных необходимо выявить данные, которые требуются для хранения в базе данных, потом разбить собранную информацию на таблицы, определить типы полей таблиц и выявить связи между таблицами.

Каждая часть задачи будет содержать главный файл `index.html` (php), к которому будут подключаться вспомогательные файлы, которые будут осуществлять непосредственное взаимодействие с базой данных. Таким образом, можно предусмотреть «наращивание» сайта новыми возможностями, просто подключая к главной странице отдельные файлы.

При создании динамичного Web-портала необходимо использовать базу данных для хранения информации, которая затем будет представлена на Web-портале.

Любая система хранения и обработки информации содержит в себе базу данных. Вообще под базой данных понимают хранилище структурированных данных, при этом данные должны быть непротиворечивы, минимально избыточны и целостны.

Таблицы между собой связываются посредством общих полей, т.е. одинаковых по форматам и, как правило, по названию, имеющихся в обеих таблицах.

Доступ к БД осуществляется посредством SQL-запросов. Так как интеграция MySQL с PHP является наилучшей и интерпретатор PHP выполняется на стороне Web-сервера, то будем осуществлять доступ к БД, включая в код html тэги `<? php \команда \?>` сценарии.

При создании Web-сайта страницы были выдержаны в «гибкой» технологии. Она заключается в том, что создается разметка фиксированной страницы с использованием таблиц таким образом, что при выводе на любой экран она выглядит сбалансированной, то есть нет эффекта пустого экрана с правой стороны. Использование в странице ифреймов, которые заданы комбинациями фиксированных размеров, позволило сохранить их фиксированный размер при изменении окна браузера, в то время как остальные элементы страниц занимают все свободное место.

На любой странице сайта имеется так называемая «шапка» (данные, не изменяющиеся на последующих публичных страницах сайта). «Шапка» состоит из логотипа «Кафедры КСУП»;

Справа располагаются новости кафедры; в центре – список учебно-методических пособий кафедры КСУП; под логотипом расположены «горячие» ссылки; «шапка» обрамляет сайт буквой П.

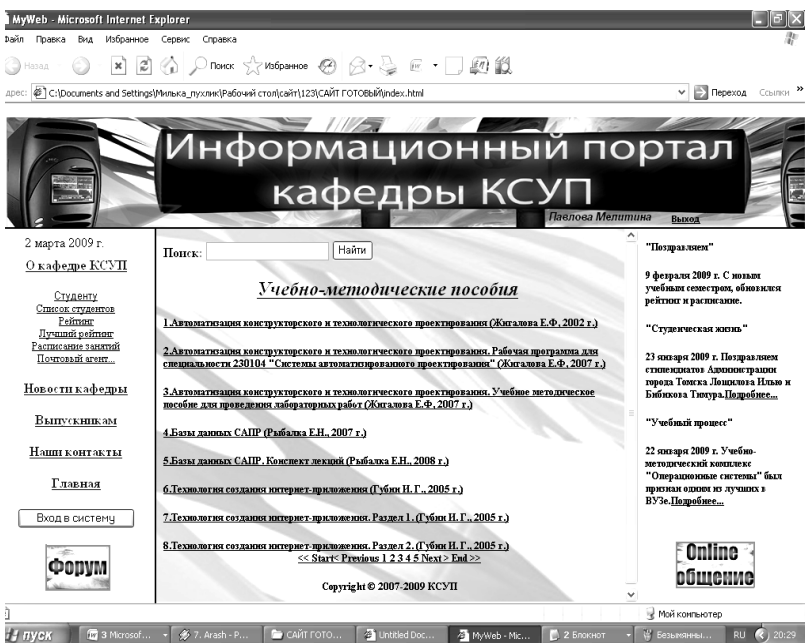


Рис. 1. Стартовая страница портала

В главном меню расположены следующие ссылки: ***О кафедре*** (history.html), ***Новости*** (index3.php?page=news), ***Студенту*** (Student.php) (Список студентов (Student.html), Рейтинг (index3.php?page=rating), Лучший рейтинг, Расписание занятий (index3.php?page=raspis), Почтовый агент студента), ***Выпускникам***, ***Наши контакты*** (kontakt.html), ***Форум***, ***Online-общение***.

Все загружаемые страницы при выборе из главного меню занимают все пространство в свободной части.

```
<IFRAME width=100% height=450 FRAMEBORDER=0 VSPACE=0  
HSPACE=0 MARGINWIDTH=0 MARGINHEIGHT=0 SCROLLING  
=<no> src=<select_news.php>>
```

```
</IFRAME>
```

<IFRAME> – поддерживается всеми браузерами версии не ниже 2.0.

Другая часть страниц модифицируется с течением времени, через раздел «Администрирование», а затем представляется пользователям. Реализация динамических страниц выполнена с использованием обработчика PHP и SQL-запросов. Это страницы: index3.php?page=news, index3.php?page=raspis, index3.php?page=rating, index3.php?page=student.

Index3.php?page=news – постоянно отображается на всех страницах пользовательской части. Отображает 3 последние новости из таблицы NEWS, в обратном хронологическом порядке.

\$ query = «SELECT * FROM news WHERE type=1 ORDER BY date DESC LIMIT 3»;

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ТАМОЖЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ БАЛТИЙСКОЙ ТАМОЖНИ

И.В. Платонов, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-402-22-48, platilval@mail.ru

Основным назначением «Автоматизированной системы электронного документооборота» (далее – АС ЭДО) является повышение эффективности деятельности Федеральной таможенной службы, улучшение качества документационного обеспечения управления и информационной поддержки принятия управленческих решений должностными лицами и руководством ФТС России, а также таможенных органов, за счет комплексной автоматизации процессов обработки документов.

Основными целями разработки и внедрения АС ЭДО являются:

– повышение эффективности документационного обеспечения управления и совершенствование делопроизводства таможенных орга-

нов на базе использования современных информационных технологий и применения электронной цифровой подписи;

- оптимизация методов контроля исполнения документов и выполнения поручений и улучшение исполнительской дисциплины;

- создание программно-технической платформы и организационно-правовой базы для постепенного перехода к безбумажным технологиям работы в области документационного обеспечения управления деятельностью ФТС России и таможенных органов;

- сокращение временных и ресурсных затрат на изготовление и обработку бумажных документов, на выполнение рутинных операций по обработке и исполнению документов;

- повышение оперативности доступа к информации, необходимой для обеспечения служебной деятельности должностных лиц ФТС России и ТО;

- исключение рисков потери документов за счет хранения данных в электронном формате в базах данных, имеющих резервные, регулярно обновляемые копии;

- снижение зависимости качества работы в области документационного обеспечения управления от подготовленности и личных качеств конкретных должностных лиц ФТС России и ТО путем автоматизации большинства выполняемых ими видов деятельности;

- обеспечение эффективного контроля над деятельностью и результативностью работы персонала, привлекаемого к процессам обработки и исполнения документов;

- создание и применение в области документационного обеспечения управления комплекса мер для защиты информации от несанкционированного доступа (НСД) и искажений.

В процессе тестирования «Автоматизированной системы электронного документооборота» в отделе документооборота «Балтийской таможни» были выявлены следующие недостатки в работе системы:

- Неэргономичный интерфейс системы. Сложный для работы с ним сотрудников отдела документооборота.

- Низкая скорость работы приложения «Потоковое распознавание».

- Больше количество ошибок в процессе распознавания штрих-кодов документов.

По результатам тестирования было сделано предложение по модернизации и упрощению пользовательского интерфейса, а именно:

- Объединение трех приложений «Потоковое сканирование», «Потоковое распознавание» и «Потоковая привязка документов» в одно.

- Сведение перевода документов в электронный вид к нажатию одной кнопки.

- Были сделаны предложения по изменению формата штрих-кодов.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ В УПРАВЛЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АДМИНИСТРАЦИИ ЯНАО

*С.Ю. Рыбаков, студент 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-419-70-44, rystanislav@ya.ru*

Предметной областью исследования является управление телекоммуникационных технологий администрации Ямало-Ненецкого автономного округа.

В состав управления делами администрации входит Управление телекоммуникационных технологий, отдельные функции которого предполагается автоматизировать в рамках данного дипломного проекта.

В структуру управления входят:

- отдел внедрения информационных технологий, автоматизированных систем и вычислительных сетей;
- сектор защиты информации;
- отдел эксплуатации средств связи и оргтехники.

Основной задачей управления является материально-техническое обеспечение деятельности администрации в сфере информационных и телекоммуникационных технологий.

Цель работы – разработка автоматизированной информационной системой (АИС) учета средств вычислительной техники (СВТ) и периферийных устройств, которая учитывает процесс обработки информации в управлении телекоммуникационных технологий администрации Ямало-Ненецкого автономного округа.

Функциональное назначение: система должна предоставлять ввод, обработку и поиск данных.

Эксплуатационное назначение: система должна обеспечивать учет прихода, перемещение СВТ, прием и обработку заказов на обслуживание СВТ и оргтехники, учет СВТ и периферийных устройств на складе.

В рамках данного проекта необходима АИС, выполняющая следующие основные функции:

- учет СВТ по рабочим местам, рабочих мест по подразделениям, производителей, а также поставщиков СВТ и периферийных устройств;
- учет прихода СВТ;
- перемещение СВТ с одного рабочего места на другое;
- учет заказов на ремонт или обслуживание СВТ и оргтехники от других отделов организации;

- автоматическое определение оборудования, подлежащего списанию;
- ведение истории обслуживания СВТ;
- ведение истории обслуживания и истории перемещения по рабочим местам каждого периферийного устройства;
- учет СВТ на складе, а также периферийных устройств (копиры, принтеры и т.д.);
- быстрый поиск данных о выбранном СВТ на рабочем месте;
- задание для каждого СВТ произвольного набора характеристик и параметров;
- формирование следующей отчетности:
 - паспорт устройства;
 - список инвентарных номеров;
 - список СВТ по рабочим местам;
 - накладная на внутреннее перемещение объектов основных средств;
 - список рабочих мест;
 - список оборудования на рабочем месте;
 - история обслуживания СВТ и периферийных устройств;
 - история перемещения СВТ и периферийных устройств.

При функционировании данной АИС должен осуществляться контроль входной и выходной информации, в том числе данных, вводимых пользователем, и данных, содержащихся в таблицах баз данных.

В случае ошибки ввода–вывода должны выдаваться соответствующие сообщения и предоставляться возможность исправления ошибок и продолжения работы.

В ходе работы были рассмотрены и сравнены некоторые существующие программные продукты, используемые для разработки аналогичных систем учета оборудования (таблица).

Данный анализ показал, что для разработки АИС использование существующих систем нежелательно. Поэтому решили разрабатывать собственный программный продукт.

При выполнении операций по изменению или удалению данных необходимо обеспечить целостность БД.

Программа должна быть разработана, как Windows-приложение. Файл данных создается в формате Microsoft Access 2000.

Сама разработка ведется в среде визуального программирования Delphi 7.0, обеспечивающей создание надежного приложения для работы в операционных системах Windows 98 и выше.

В дальнейшем система может быть использована для автоматизации работы в отделе ИТ любой организации для учета СВТ организа-

ции, а также приема и выполнения заказов на обслуживание и ремонт СВТ и периферийных устройств.

Функция	Hardware Inspector	FlyDoc	1С – Учет компьютеров версия Prof для 1С 7.7	IT Invent
1. Учет рабочих мест пользователей	+	+	+	+
2. Учет компьютерного оборудования, оргтехники и программного обеспечения на рабочих местах и складе	+	+	+	+
3. Учет заказов на ремонт или обслуживание компьютерной техники и оргтехники	–	–	+	–
4. Автоматическое определение оборудования, подлежащего списанию	–	–	–	–
5. Ведение истории обслуживания и истории перемещения по рабочим местам каждого комплектующего	+	–	–	+
6. Ведение истории обслуживания рабочего места	+	–	–	–
7. Формирование отчетности	+	+	+	+

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ КАФЕДРЫ КСУП. ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

*И.Г. Губин, к.т.н., доцент каф. КСУП,
С.Ю. Сапронова, студентка 5-го курса, каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, т. 8-905-089-58-96, julia5842@mail.ru*

В условиях развития Интернет преимущества сетевых средств распространения информации перед стандартными бумажными технологиями стали весьма очевидными. Но при этом одной из важнейших задач остается корректное предоставление публикуемых материалов в структурированном и презентабельном виде. Одной из технологий, предоставляющих возможности отображения иерархической и сме-

шанной информации в сети, является технология Web-порталов. Портал, являясь комплексной Web-системой, позволяет формировать наполнение страниц, предоставлять персонифицированный доступ к ресурсам и использовать различные подходы к обеспечению информационной безопасности.

Цель работы – создание информационного портала кафедры КСУП.

После проведения анализа существующего портала было принято решение создания дополнительного раздела «Преподавательская часть», который предоставит возможность каждому преподавателю выкладывать учебную литературу по его дисциплинам и типу документа, также для каждого преподавателя кафедры КСУП будет возможным внесение своего расписания. Усовершенствуется рейтинговая система, представится возможность преподавателю вносить рейтинг по каждой дисциплине и по каждой выполненной работе, данные возможности на существующем портале отсутствуют.

Для возможности дальнейшего поддержания связи со студентами будет реализован раздел «Выпускники», где каждый желающий сможет зарегистрироваться и оставить контактную информацию.

Исходя из поставленных задач, необходимо осуществить выбор программных средств.

Необходимо разработать базу данных. Одной из функций баз данных является упорядочение и индексация информации. Не все базы данных создаются на основе одних и тех же принципов, но традиционно в них применяется идея организации данных в виде записей. Каждая запись имеет фиксированный набор полей. Записи помещаются в таблицы, а совокупность таблиц формирует базу данных.

В данном разделе ведется работа с 12 ключевыми таблицами (рис. 1).

Состав атрибутов отношений БД должен удовлетворять двум основным требованиям:

- 1) между атрибутами не должно быть нежелательных функциональных зависимостей;
- 2) группировка атрибутов должна обеспечивать минимальное дублирование данных, обеспечивать их обработку и обновление без трудностей.

Для реализации системы шаблонов был использован механизм Smarty.

При входе в преподавательскую часть заполняются поля для ввода логина и пароля. Как только будут заполнены эти поля, URL, содержащий сценарий, будет снова вызван со встроенными переменными \$Login и \$Password, содержащими в себе имя пользователя и па-

роль соответственно. Затем в базу данных в таблицу User посылается запрос.

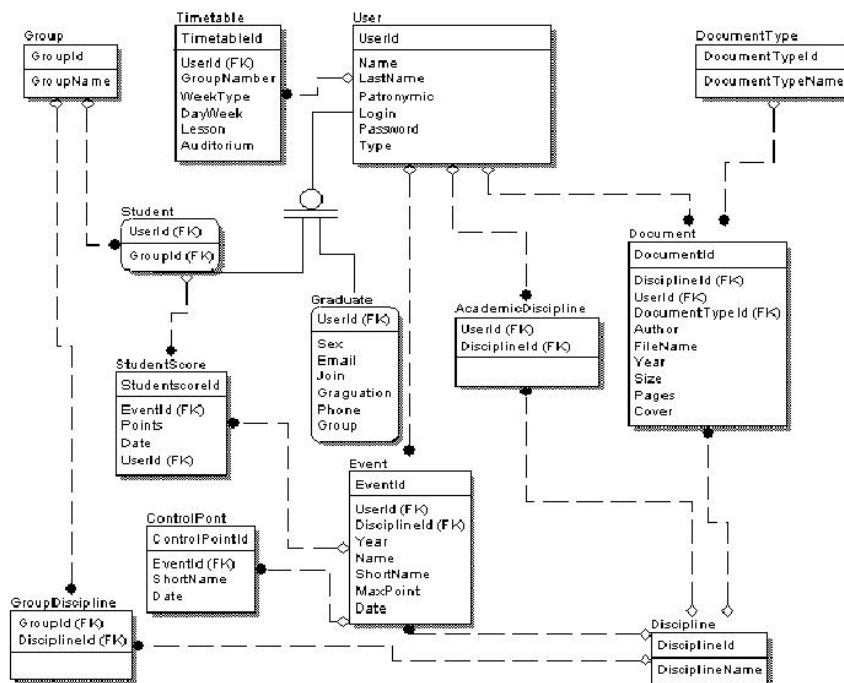


Рис. 1. Модель базы данных

После регистрации преподавателя ему присваивается уникальный идентификатор сессии. Чтобы этот идентификатор был доступен при каждом запуске сценария, РНР помещает его в Cookies браузера. Зная идентификатор, РНР может определить, в каком файле на диске хранятся данные пользователя.

После аутентификации пользователь попадает на страницу, где расположен список всей имеющейся литературы. Преподаватель имеет возможность просматривать литературу по конкретной дисциплине либо по типу документа, добавлять новые методические разработки, корректировать.

В итоге проделанной работы был проведен анализ существующих порталов, изучена инструментальная среда разработки, разработана логическая и физическая модели базы данных портала, а также обеспечена необходимая степень защиты информации от несанкциониро-

ванного доступа, реализовано создание сессии, разработана электронная библиотека, реализовано создание шаблонов при помощи Smarty.

ЛИТЕРАТУРА

1. Томсон Л., Веллинг Л. Разработка Web-приложений на PHP и MySQL. К.: ДиаСофт, 2001. 672 с.
2. PHP 5. Полное руководство: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 752 с.
3. Ливингстон Д., Браун М. CSS и DHTML Web-профессионалам: Пер. с англ. К.: Издательская группа BHV, 2001. 208 с.
4. Дейт К. Введение в системы баз данных / Пер. с англ. М.: Наука, 1980. 463 с.
5. Руководство по Smarty – Режим доступа: <http://smarty.php.net>

ПРИМЕНЕНИЕ БОС-МЕТОДОВ И МЕТОДОВ ИИ В ЗАДАЧЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ЛАРИНГЭКТОМИИ

*А.А. Калентьев, А.П. Лысак, Е.А. Чернова, студенты 3-го курса,
каф. КСУП, В.Н. Щербаков, аспирант каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, ФВС, т. +7-923-422-15-89, akalentii@sibmail.com*

Исследовательские направления и эксперименты биотехнологии широко применяются в медицине. Но, несмотря на это разнообразие, в современном мире все же остаются области, для которых не разработаны особые методы лечения и профилактики. Именно это и является основным фактором, который препятствует широкому использованию вычислительной техники в этих областях медицины.

Если мы рассмотрим, например, онкологические заболевания, распространенность которых беспокоит многих специалистов, то можем увидеть, что многочисленные попытки излечения с помощью хирургического вмешательства не приводят в большинстве случаев к положительному результату. Даже если операция проходит успешно и после не наблюдаются рецидивы, человек часто получает степень инвалидности на всю оставшуюся жизнь. Чтобы вернуть человека к нормальной жизни, необходимо разработать комплекс мероприятий по реабилитации прооперированного больного.

За последнее пятидесятилетие начал развиваться особый метод лечения различных заболеваний, имеющий существенные отличия от классической схемы «пациент»–«измерительный прибор»–«врач»–«лечебная процедура»–«пациент». В данном методе фактически отсутствует элемент «врач» и частично отсутствует элемент «лечебная про-

цедура». Это метод биоуправления с использованием биологической обратной связи (БОС) [1].

БОС-метод реализует обратные связи, которые замыкаются непосредственно на человека. В этом случае человек в буквальном смысле получает возможность видеть и слышать такие свои физиологические процессы, как электрическая активность мышц, электрическая активность мозга, температура и электропроводность кожи, частота сердечных сокращений, величина кровотока в различных органах и др.

Одним из серьезных онкологических заболеваний является рак гортани. Человек, перенесший операцию на гортани, теряет возможность говорить, что является для него большой проблемой. Уже существуют автоматизированные системы по реабилитации больных после ларингэктомии, спроектированные с применением БОС-методов. Подавляющее большинство таких систем спроектированы по следующей схеме [2]:

1. В послеоперационный период пациенту дается инструкция для улучшения того или иного показателя.
2. Регистрируется речь пациента.
3. Все показатели пациента выводятся на экран, т.е. пациент видит, насколько успешны его действия в процессе реабилитации.
4. Для улучшения мотивации используются дополнительные положительные подкрепления.

На данный момент авторы этой статьи ведут работы по модернизации представленной выше схемы для того, чтобы разработать новую, оптимизированную систему реабилитации.

Возвращаясь к вышеизложенной схеме, можно заметить, что вся так сказать «человеческая» работа выполняется на предоперационном этапе, то есть на этом этапе доктор заносит всю необходимую информацию о пациенте в базу данных. Ее создание обусловлено необходимостью иметь быстрый и своевременный доступ к хранимой там информации, а также удобством составления различного рода статистических данных, необходимых в дальнейшем для работы системы.

После операции человек теряет возможность членораздельно воспроизводить звуки. Наилучшим способом реабилитации больного на этом этапе будет обучение его пищеводному голосу. Такое обучение может осуществляться при помощи метода БОС. Суть метода для нашего комплекса заключается в том, что система записывает речь прооперированного и сравнивает ее с первоначальной посредством методов искусственного интеллекта. Так, пошагово улучшая начальные показатели голоса пациента, программа выдает их больному в качестве эталонных (под эталонными показателями понимается послеопераци-

онный голос с частично скорректированными в сторону предоперационного голоса параметрами).

В этом случае пациент будет стремиться не к своему послеоперационному голосу, услышав который, он может получить сильную психическую травму, и не к своему дооперационному голосу, достижение которого на первых реабилитационных шагах невозможно, а к улучшенному послеоперационному голосу. Это стремление будет являться для больного одним из положительных подкреплений.

В нашем проекте используется не только положительное подкрепление в виде звуков, также планируется использовать визуальное положительное подкрепление в виде картинок, это может быть, например, цветок ромашки, который будет распускаться, если пациент будет достигать нужного уровня произношения. Использование комбинированного способа демонстрации прогресса будет для больного намного нагляднее, чем вереницы диаграмм или столбцы данных (графические положительные подкрепления использовались ранее в диссертации на соискание ученой степени А.Ю. Корниловым в 2005 г.).

Для реализации описанного выше сравнения эталонного голоса и послеоперационного и улучшения его параметров решено использовать один из методов искусственного интеллекта, а именно аппарат искусственных нейронных сетей. В нашем случае нейросеть будет получать на входе разложенный по необходимым параметрам эталонный звук и сравнивать его по этим же параметрам с голосом прооперированного. Самообучающаяся сеть будет выбирать наилучшие комбинации улучшенного голоса и выдавать больному в качестве БОС.

Комплекс будет также собирать статистическую информацию и следить за возможными отклонениями в развитии пищевода голоса у определенных групп лиц с теми или физическими показателями и свойствами голоса. В этом будет заключаться их статистический функционал, необходимый для упорядочивания данных по определенным признакам будь то пол, возраст, различные группы анализов и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление процессом речевой реабилитации с использованием Биологической обратной связи / http://www.mirrabort.com/work/work_55032.html
2. Новые технологии в лечении и реабилитации больных раком гортани / Е.Л. Чойнзонов, М.Р. Мухамедов, Л.Н. Балацкая / ГУ НИИ онкологии Томского научного центра СО РАМН. Томск. http://www.rosoncweb.ru/library/8th_conf/44.htm

ДЕМОНСТРАЦИИ В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

А.А. Шибаев, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-903-951-26-30, a-balmont@yandex.ru

Wolfram Mathematica – система компьютерной алгебры компании Wolfram Research. Содержит множество функций как для аналитических преобразований, так и для численных расчетов. Кроме того, программа поддерживает работу с графикой и звуком, включая построение двух- и трехмерных графиков функций, рисование произвольных геометрических фигур, импорт и экспорт изображений и звука.

Помимо этого, начиная с версии 6.0, Wolfram Mathematica предлагает возможность создания специальных интерактивных демонстраций. Это инструмент, позволяющий создавать наглядные представления процессов, событий и других знаний самых различных областей человеческой деятельности в самой разнообразной форме.

В рамках текущего проекта разрабатывается набор демонстраций по тематике дисциплины «Искусственный интеллект», предназначенных для использования в качестве демонстрационного материала для преподавания данного курса.

В связи с такой задачей были выбраны некоторые конкретные темы, задачи и методы предмета, реализация которых в виде демонстраций и является целью.

Из них можно выделить:

- визуализацию решения логической задачи о двух кувшинах;
- демонстрацию принципа метода поиска по графу в глубину;
- демонстрацию принципа метода поиска по графу в ширину;
- реализацию и демонстрацию основных типовых комбинаций (фигур) игры «Жизнь»;
- подобие экспертной системы, демонстрирующей некоторые основные принципы таких систем;
- принципы, результат работы генетического алгоритма (на примере использования его для нахождения экстремумов).

В основе создания демонстраций в пакете Wolfram Mathematica 6.0 лежит использование основной процедуры Manipulate и встроенного функционального языка. Его возможности и набор операторов позволяют автору получить практически любой желаемый результат для демонстрации.

Согласно поставленной задаче был разработан набор конкретных демонстраций, предназначенных для наглядного представления неко-

торых заданных методов, принципов и задач курса дисциплины «Искусственный интеллект». Их примеры можно увидеть на рис. 1, 2.

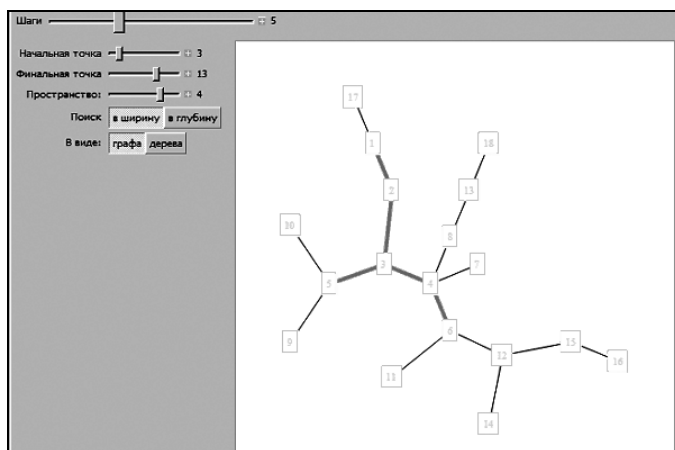


Рис. 1. Демонстрация «Поиск в глубину и ширину»

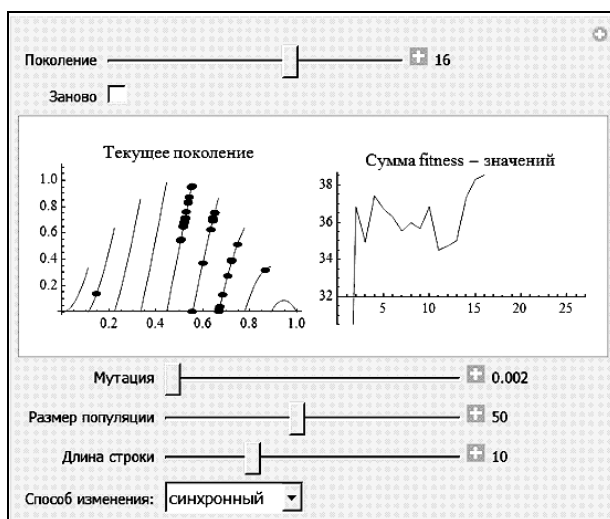


Рис. 2. Демонстрация «Генетический алгоритм»

ЛИТЕРАТУРА

1. Зюзьков В.М. Синергетика для программистов: учеб. пособие. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2001. 194 с.

2. Иллюстрированный самоучитель по Mathematica,
<http://www.hardline.ru/selfteachers/Info/Mathematic/Book.Matematica/Index.html>
3. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. 576 с.
4. Зюзьков В.М. Искусственный интеллект: учеб. пособие. Томск: НТЛ, 2007. 152 с.

АДАПТИРОВАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИЙ, СОЗДАНЫХ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИКА

А.В. Степачева, студентка 3-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. +7-923-408-37-21, Amaya_89@mail.ru

В наши дни бурное развитие получили системы компьютерной математики для персональных компьютеров. Они интегрируют в себе современный интерфейс пользователя, решатели математических задач, как численных, так и аналитических, – мощные средства графики. Одной из таких систем является система компьютерной алгебры «Математика». Данная система создана американской фирмой Wolfram Research, Inc. во главе с ее президентом и главным разработчиком программ Стивеном Вольфрамом. Первая версия этой системы была создана в 1988 г.

С помощью «Математики» можно осуществлять широкий спектр символьных преобразований, включающий, наряду с другими, операции математического анализа: дифференцирование, интегрирование и интегральные преобразования, разложение в ряды, решение дифференциальных уравнений и т.п. Одна из сильных сторон рассматриваемого программного продукта – развитая двух- и трехмерная графика, используемая для визуализации математических объектов.

По своей сущности «Математика» представляет собой язык программирования высокого уровня, позволяющий реализовать традиционный процедурный и функциональный стили программирования, а также стиль правил преобразований. Поскольку рассматриваемый продукт обеспечивает также применение разнообразных численных методов, то в совокупности символьные, графические и численные вычисления, выполняемые в одном сеансе использования «Математики», превращают ее в удобный и мощный инструмент математических исследований.

В шестой версии «Математики» появилась такая новая возможность, как создание демонстраций. Фирма Wolfram Research уже разработала множество таких демонстраций, однако все они предназначены для англоязычной аудитории. Эти демонстрации необходимо русифицировать, к сожалению, в России нет организаций, которые бы создавали такие демонстрации.

Целью нашего проекта является изучение системы Mathematica, адаптирование существующих, а также в дальнейшем создание новых демонстраций.

Чем же хороши демонстрации? Демонстрации позволяют просматривать определенную информацию, а также изменять ее и наблюдать за полученными результатами. С помощью демонстраций можно создавать целые электронные учебники. Каждый графический объект в таком учебнике можно вращать, просматривать с разных сторон, менять его цвет на более удобный для пользователя. Бывают случаи, когда хорошо подобранное изображение или пример могут способствовать положительным сдвигам в сознании студента. Mathematica превращает создание диалоговых примеров в легкое и увлекательное занятие. Не стоит и говорить, что выполнение созданных вами демонстраций займет считанные секунды. Диалоговые примеры позволяют студентам сфокусировать внимание на основных концепциях и мотивируют более глубокий уровень понимания. Поэтому необходимо создавать новые усовершенствованные демонстрации по различным направлениям для обучения школьников и студентов.

В настоящее время наша группа занимается адаптированием существующих демонстраций под российскую аудиторию. Фирма Wolfram Research уже создала более 4500 демонстраций по различным направлениям. Некоторые из них планируется использовать в обучении на кафедре КСУП. Для этого демонстрации необходимо русифицировать, изменить их интерфейс и цветовую гамму, несколько специализировать саму информацию демонстрации. Для адаптирования существующих демонстраций требуется немного времени, это связано с тем, что все программы в «Математике» организованы с помощью вызывающих функций, меняя параметры которых, мы достигаем искомого результата. В адаптировании демонстраций очень помогает help в системе «Математика», в котором перечислены все функции, а также рассмотрены различные их примеры использования. В результате адаптации получают интересные демонстрации с удобным графическим интерфейсом, позволяющие четко представлять и понимать тему, которую необходимо изучить студенту.

В дальнейшем мы планируем разработку собственных демонстраций по различным направлениям, которые будут использоваться в ТУСУРе. В наш адрес уже поступила заявка с кафедры математики о создании демонстраций по некоторым разделам высшей математики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт фирмы Wolfram Research – Wolfram.com
2. Шмидский Я.К «Mathematica 5. Самоучитель»: Система символьных, графических и численных вычислений. 2004. С. 592.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СТОЛОВОЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ОМЗ»

А.С. Тенькаев, студент 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР

Потоки информации, циркулирующие в мире, которые нас окружают, огромны. Во времени они имеют тенденцию к увеличению. Поэтому в любой организации, как большой, так и маленькой, возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу. Некоторые организации используют для этого шкафы с папками, но большинство предпочитают компьютеризированные способы – базы данных, позволяющие эффективно хранить, структурировать и систематизировать большие объемы данных.

День за днем автоматизация производства проникает все глубже и глубже во все сферы промышленности и сферы услуг, не является исключением и сфера обслуживания.

В последнее время, все больший интерес к автоматизации столовых явно ощущается со стороны активно растущих частных сетей общественного питания и столовых крупных предприятий, владеющих достаточным количеством средств, желающих минимизировать потери рабочего времени персонала, сэкономить на его численности и поднять уровень сервиса в заведениях.

На такого рода предприятиях важное условие эффективной работы – скорость обслуживания клиента, потому что каждый день в обеденный перерыв в столовых создается пиковая нагрузка, достигающая нескольких сот человек за пару часов при расположении столовой на проходном месте или зоне досягаемости крупных предприятий. А на предприятиях или в столовых, работающих по договору с крупными предприятиями, зачастую работают программы дотаций и спецпитания для работников, что повышает требования к учету денежных средств на каждого конкретного клиента, одновременно обеспечивая высокую скорость кассовых расчетов.

Одним из основных минусов работы по старинке, без автоматизации технологических и учетных процессов, является склонность персонала к злоупотреблениям и хищениям продуктов и продукции. Это характерно заведениям любого типа, любой формы собственности и размера.

Автоматизация столовых имеет свою специфику, особенно столовых при предприятии или работающих по договору с предприятиями. Специфика возникает в случае, когда предприятие предоставляет своим сотрудникам льготы на питание: питание в кредит, предоставление

талонов на питание, организация комплексных обедов и другие льготы. Хотя принципы работы в общепите не особо отличаются друг от друга для разного типа заведений, автоматизация столовой требует тщательного изучения предмета работы и специфики каждого объекта. Конечно, можно использовать стандартные универсальные системы автоматизации предприятий общепита с ущербом по функциональности и удобству пользователя, но такой подход не всегда устраивает предприятие, вследствие того, что они платные, и дорабатывать их приходится уже за отдельную плату. Для более подробной автоматизированной системы следует изучать каждый объект и предлагать свою схему внедрения для каждого случая.

В данном задании задача сводится к написанию программы для автоматизации управления столовой на предприятии ОАО «ОМЗ».

Исходя из постановки задачи, требуется:

- изучение среды разработки 1С: Предприятие;
- написать модуль программы, который выгружает данные из.dbf файла в 1С: Предприятие;
- реализовать автоматизированную систему, выполняющую следующие действия:
 - поиск данных по выбранным критериям,
 - добавления информации с.dbf файла к накопленной информации.

В ходе работы была изучена литература по 1С: Предприятию 7.7, был изучен встроенный язык системы 1С: Предприятие, который предназначен для описания (на стадии разработки конфигурации) алгоритмов функционирования прикладной задачи.

Результатом работы является разработанная автоматизированная система обеспечения столовой и расчет сотрудников за питание на предприятии. Информация, которая хранится в базе АС, представляет собой dbf-файлы, в которых хранятся данные о сотруднике, потраченной сумме на питание, затратах столовой на покупку необходимых продуктов, ценах на блюда.

Для накопления информации создан регистр, в который записывается информация при проведении документа.

Эта система позволяет вести учет о питании сотрудников, изменении цен на продукты и соответствующие затраты для обеспечения продуктами данного предприятия.

Теперь та информация, на поиск которой раньше уходило несколько часов, доступна уже в течение нескольких минут. АС позволяет выгрузить данные из dbf-файлов в 1С: Предприятие, а также вывести запрашиваемую информацию в удобном для пользователя виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Документация «1С: Предприятие. Описание встроенного языка. Конфигурирование и администрирование»
2. Рязанцев Д. 1С: Предприятие. Описание встроенного языка. Конфигурирование и администрирование. СПб.: БХВ – Петербург, 2003. 624 с.
3. Габеев А.П., Гончаров Д.И. Профессиональная разработка в системе 1С: Предприятие 7.7. СПб.: Питер, 2005. 880 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА

*А.А. Васенев, А.С. Ковтун, В.А. Тартынов, студенты 3-го курса,
каф. КСУП, Д.А. Звонков, аспирант каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, avas-2005@yandex.ru, sirMelipharo@gmail.com,
AntiNeXuS@gmail.com, zda@kcup.tusur.ru*

Проект группового проектного обучения «Интеллектуальные компьютерные средства» представляет собой приложение для распознавания рукописного текста. При его разработке мы отталкивались от следующих требований:

1. Кроссплатформенность приложения.
2. Высокое качество распознавания.
3. Эргономичный интерфейс приложения.
4. Высокая скорость работы.
5. Возможность распознавания не только отдельных символов, но и целых слов.
6. Распознавание вводимого текста по мере ввода.

В настоящий момент ни одно из существующих приложений не может похвастаться тем, что оно отвечает всем этим требованиям. Именно поэтому мы и приступили к разработке приложения Wrizer – приложения для распознавания рукописного ввода, отвечающего всем перечисленным требованиям (рис. 1).



Рис. 1. Логотип проекта

Уникальность приложения Wrizer обусловлена несколькими факторами. В первую очередь, это особая структура нейронной сети, распознающей вводимые пользователем образы. На вход этой нейросети, в отличие от большинства иных методов распознавания, будет пода-

ваться всего лишь одна координата. Это стало возможным благодаря разработанному нами особому способу преобразования вводимых пользователем данных. Он позволяет перейти от трех координатных осей (координаты X , Y и время t) всего к одной, причем практически без искажения исходных данных. Таким образом, нейронная сеть сможет производить распознавание рукописного текста без учета ориентации символов, их наклона и размера, позволяя учитывать лишь их общие очертания. Также подобный способ позволяет производить преобразование текста «на лету», то есть по мере ввода. Это, в свою очередь, позволит распознавать не только отдельные символы, но и целые слова и даже предложения. Более подробно этот способ был описан в предыдущих публикациях, поэтому нет смысла приводить здесь все используемые математические выкладки еще один раз.

Кроссплатформенность приложения обеспечивается использованием технологии Microsoft.NET, что позволяет с минимальными затратами перенести приложение на самые распространенные платформы – Win32, Windows Mobile, Mac OS и Linux (в том числе версии для мобильных устройств). В качестве языка программирования для реализации проекта нами был выбран C#.

На рис. 2 представлена UML-диаграмма, отображающая структуру проекта. Рассмотрим назначение компонентов проекта, изображенных на этой диаграмме.

Базовый набор – это те компоненты, которые будут в приложении, поставляемом конечным пользователям (на диаграмме они отмечены оранжевым цветом). В него будут включены следующие компоненты:

- **UserInterface** – пользовательский интерфейс приложения, представляющий собой полноэкранное прозрачное окно. Его назначение – взаимодействовать с пользователем, т.е. принимать от него нажатия на сенсорный экран, отображать эти нажатия и выдавать информацию о работе программы (например, при необходимости выдавать выпадающий список с возможными вариантами слов).

- **NeuroNet** – нейросеть, «сердце» проекта. Ее назначение – распознавание символов, т.е. прием от пользовательского интерфейса потока точек и передача на выход на основе этих точек информации о том, какой именно символ был введен.

- **KBDriver** – драйвер виртуальной клавиатуры, предназначенный для эмуляции ввода данных с выхода нейросети.

- Набор для разработчиков (Developers' kit) – все то, что используется при обучении нейросети. Сюда относятся компоненты, отмеченные на диаграмме желтым цветом.

- **FontCollector** – файл или иное хранилище введенных данных. Этот компонент используется при сборе образцов почерков для обучения нейросети.

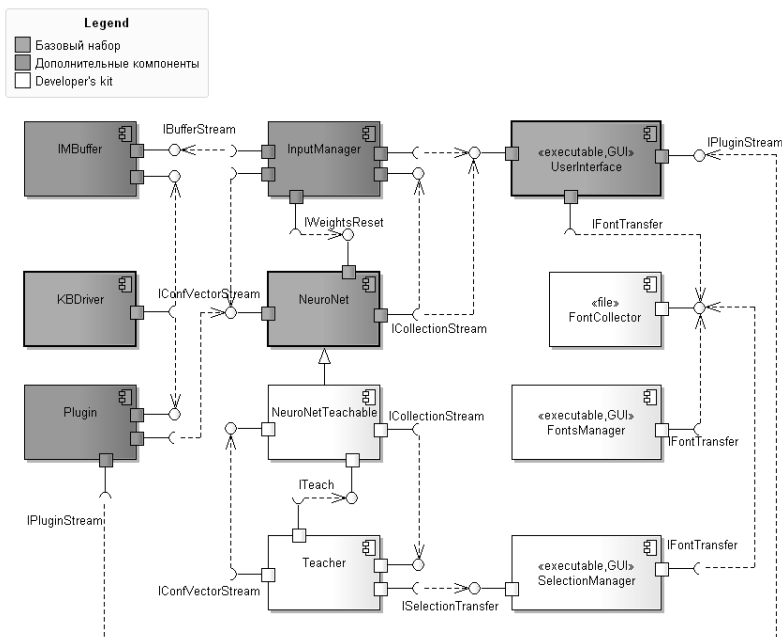


Рис. 2. UML-диаграмма структуры проекта

– **FontsManager** – отдельное приложение для обработки собранных почерков. Этот процесс включает в себя разделение введенных слов на буквы и создание из полученных букв цельных шрифтов, которые будут использоваться при обучении нейронной сети.

– **NeuroNetTeachable** – нейронная сеть, аналог NeuroNet, но с возможностью «обучения», т.е. задания весовых коэффициентов извне.

– **SelectionManager** – менеджер выборок. Создает по заданным шрифтам наборы данных для обучения нейронной сети путем внесения искажений в заданный шрифт.

– **Teacher** – компонент, «обучающий» нейросеть. Производит настройку весовых коэффициентов нейронной сети путем сравнения входных и выходных данных.

Дополнительные компоненты – компоненты, включение которых обязательно, но желательно для расширения функционала системы распознавания (на диаграмме они отмечены зеленовато-синим цветом). Включает в себя:

– **InputManager** – менеджер ввода, обеспечивает возможность распознавания различных диакритических знаков. Принцип его работы рассмотрен ниже.

– **IMBuffer** – буфер компонента InputManager, хранит в себе введенные данные, а также распознанные буквы перед тем, как они окончательно попадут на драйвер клавиатуры KBDriver.

– **Plugin** – компонент, введенный специально для отображения возможности расширять функционал системы. К примеру, это может быть плагин подбора распознанных слов по словарю: после распознавания слова пользователь может выбрать из нескольких вариантов искомое слово.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖИМЫМ «ВИТЯЗЬ»

***В.В. Вилесов, М.М. Шайморданов, М.С. Денисов, Ю.А. Гришина,
Е.А. Подкина, А.Е. Терехин, студенты 4-го курса, каф. КСУП,
К.Ю. Плахута, студентка 4-го курса, каф. Экономики
г. Томск, ТУСУР***

В наши дни разработка сайтов становится все более актуальной задачей для различных компаний, фирм и частных лиц. Для простого создания собственного качественного сайта необходима универсальная система, позволяющая с легкостью создать сайт любого вида, будь то Интернет-магазин, форум, блог, либо простой сайт-визитка. Для решения данной задачи часто используются системы управления содержанием. Классифицируют такие системы, как правило, по типу содержания (блоги, Интернет-магазины и проч.), т.е. с помощью одной системы управления содержанием возможно создание лишь одного типа сайта. В разрабатываемой нами в рамках ГПО системе управления содержанием «Витязь» будет реализована возможность создания сайта любого типа с функциями «настройки» сайта на нужные разделы и способностью менять их по мере необходимости.

Разрабатываемый комплекс предоставляет следующие возможности:

– Создание интерфейса любой сложности (пользовательского, с применением визуальных шаблонов, с использованием администраторской системы управления с возможностью последующей настройки интерфейса).

– Создание блоков типа «Новости» с возможностью последующего добавления, редактирования, удаления и вывода различной информации.

– Создание Интернет-магазина.

– Создание форума.

– Создание гостевой книги.

– Проведение опросов на сайте.

– Реализация функции «Поиск».

– Возможность регистрации на сайте (по типу «Логин-пароль») и распределение прав между различными группами пользователей.

- Создание порталов.
- Создание блогов (сайтов-дневников).

В рамках ГПО нами были проведены обзор и анализ исследуемой области, что позволило выделить основные преимущества веб-системы «Витязь» перед уже существующими системами:

- Модульная структура. Возможность наращивания функционала уже действующей Веб-системы.
- Простота использования. Любой человек без специальных технических знаний может установить и успешно использовать данную Веб-систему.

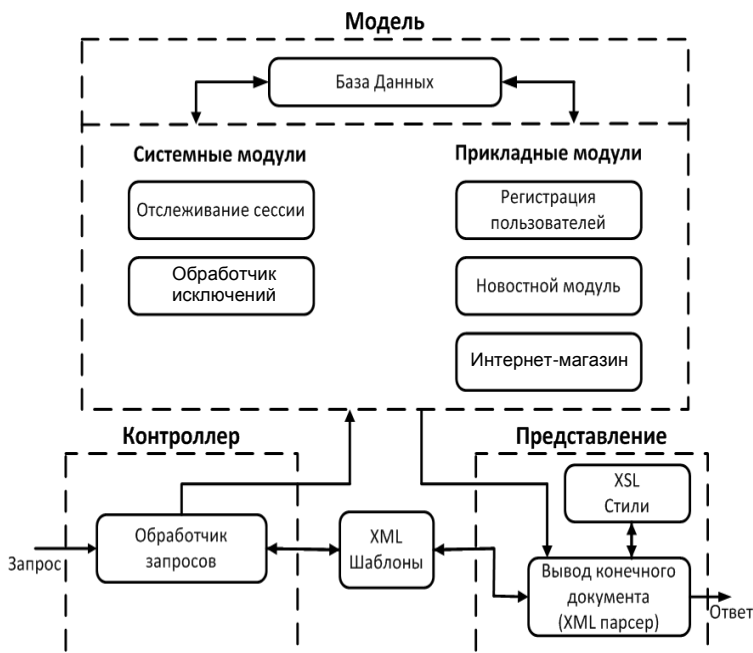


Рис. 1. Макет архитектуры системы управления содержанием «Витязь»

– Масштабируемость. Возможность применения Веб-системы в проектах различного масштаба: от простого сайта-визитки до сложного сайта с большим количеством различных разделов.

– Переносимость. Обеспечивается за счет использования Java и кроссплатформенных приложений MySQL и PostgreSQL.

– Гибкость. Обуславливается модульностью системы, а также использованием технологии XML+XSLT, позволяющей менять данные, не затрагивая их визуальное представление, и наоборот.

– Открытость. Достигается за счет открытого ядра системы, что позволяет разрабатывать новые необходимые модули сторонними разработчиками.

– Отдельное хранение данных каждого модуля (форум, блок «Новости») в базе данных.

На рис. 1 изображен разработанный макет архитектуры системы управления содержанием «Витязь».

На данном этапе нами уже созданы такие разделы, как «Интернет-магазин», «Новости» и «Блог». Каждому разделу соответствует своя база данных. Для сайта разработаны свой собственный дизайн с удобной навигацией, а также администраторская система управления с возможностью последующей настройки интерфейса. Для тестирования разрабатываемой системы был создан многоэтапный план тестирования.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Е.С. Воробей, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР

Современные технологии позволяют организовывать обучение на основе автоматизированных обучающих систем (АОС).

Автоматизированные обучающие системы представляют собой программно-технические комплексы, включающие в себя методическую, учебную и организационную поддержку процесса обучения, проводимого на базе информационных технологий.

В рамках автоматизированных обучающих систем могут решаться следующие задачи:

– задачи, связанные с регистрацией и статистическим анализом показателей усвоения учебного материала: определение времени решения задач, определение общего числа ошибок и т.д. К этой же группе относятся и задачи управления учебной деятельностью;

– задачи, связанные с проверкой уровня знаний, умений и навыков учащихся до и после обучения, их индивидуальных способностей и мотиваций;

– задачи АОС, связанные с подготовкой и предъявлением учебного материала, адаптацией материала по уровням сложности, подготовкой динамических иллюстраций, контрольных заданий, лабораторных работ, самостоятельных работ учащихся;

– задачи администрирования системы, доставки учебного материала на рабочие станции и задачи обратной связи с обучаемым.

Учебный материал представляется обучаемому в виде электронных документов, которые могут быть просмотрены с помощью программ Internet Explorer или других браузеров.

АОС дает обучаемому (студенту) следующие возможности:

- самостоятельное изучение материала;
- самоконтроль по изучаемым темам;
- выполнение тестовых заданий.

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 прииска информации при помощи краткого курса лекций и словаря терминов.

Структуру автоматизированной обучающей системы по дисциплине «Операционные системы» укрупненно можно представить в виде двух взаимосвязанных модулей: модуля учебного материала и модуля диагностического материала.

Модуль учебного материала содержит в себе лекционный курс, включающий полное содержание теоретических основ по данной дисциплине; словарь терминов, предназначенный для быстрого поиска и изучения интересующих понятий и определений; информацию о курсе лабораторных работ (методические указания по выполнению лабораторных работ и задания к лабораторным работам).

Модуль диагностического материала включает промежуточное тестирование для проверки знаний после изучения данного раздела; итоговый экзамен, предоставляющий возможность контроля уровня полученных знаний; тренажер, предназначенный для подготовки к выполнению лабораторных работ.

Разработан модуль автоматического формирования вопросов для тестирования, использующий определения, содержащиеся в словаре терминов. Используя данный программный модуль, можно формировать тестовые вопросы двух типов:

- в первом случае вопрос генерируется исходя из определения, а ответ (само понятие) вводится пользователем вручную;
- во втором – генерируется вопрос и разные варианты ответов, студенту необходимо будет выбрать из списка предложенных вариантов правильный.

Использование данных вопросов позволяет ускорить процесс запоминания основных понятий и терминов изучаемой дисциплины.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ

М.А. Зайцева, студентка 4-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, MaZaika@ms.tusur.ru

Тест – это стандартизированное, ограниченное по времени испытание. Он позволяет с заранее установленной степенью вероятности определить актуальный, существующий у человека в данное время уровень знаний, относительно устойчивые личностные свойства (в том числе умения и навыки) и образцы, устойчивые черты поведения. В управлении персоналом эти характеристики человека рассматриваются как предпосылки, необходимые условия его трудовых достижений. Тесты дают возможность получить качественные и количественные оценки измеряемых характеристик. Попытки установить скрытые для внешнего наблюдения качества человека с помощью специальных испытаний делались еще много веков назад. Уже в глубокой древности было известно, что внутреннее состояние человека проявляется в его поведении и выражается в признаках, наблюдаемых другими людьми [1].

Профессиональная деятельность по управлению персоналом требует достаточно глубокого знакомства с основами тестирования и умения применять тесты на практике. Тесты широко используются руководителями, службами персонала, кадровыми агентствами и консультациями, службами занятости и т.д. Службы персонала обращаются к ним для оценки личностных качеств, способностей, навыков, знаний, склонностей и интересов претендентов на рабочие места, при аттестации и, особенно, планировании карьеры и расстановке кадров, а также при решении вопросов о профориентации, профподготовке и развитии персонала в целом. Важная сфера применения тестов – стимулирование и мотивация труда. Здесь получаемое с помощью тестов знание структуры потребностей и мотивов позволяет находить наиболее эффективные стимулы и пути повышения трудового усердия сотрудников. Тестирование помогает руководителю своевременно выявлять назревание конфликтных ситуаций, ставить правильный диагноз при возникновении конфликтов и находить пути их эффективного разрешения. Оно широко используется в консалтинговой работе, которая базируется на оценке актуального состояния клиента и ситуации с помощью тестов и других методов. Тестирование – неотъемлемый фактор личностного менеджмента, предполагающего систематическое самопознание и самооценку руководителя (и в принципе любого сотрудника) и индивидуальную работу по выработке и/или развитию необходимых для деловой деятельности качеств. Использование тестов помогает отдельному сотруднику:

- объективно оценивать свои личные и деловые качества, отношения с коллегами, другими людьми; преодолевать ошибочные стереотипы восприятия самого себя и других людей;

- корректировать поведение в направлении успешной реализации личных и профессиональных целей; обоснованно делать профессиональный выбор и реально определять возможности своего профессионального роста. Управление персоналом – двоякое значение: с одной стороны, оно непосредственно готовит студентов к практическому применению этого важнейшего метода оценки сотрудников, с другой – способствует повышению эффективности учебного процесса, выработке у обучающихся способностей и потребности самоанализа и самосовершенствования, самостоятельного развития лидерских и других деловых качеств [2].

В последние годы компьютеры становятся доступными не только институтам и лабораториям, но и каждому исследователю. В настоящее время сложные психодиагностические исследования реализуются на базе мощных персональных компьютеров, обладающих большим быстродействием и разнообразным набором периферийных устройств.

К достоинствам современных компьютеризированных методик психодиагностики, сравнительно с традиционными, следует отнести:

- неизменность реализуемой программы обеспечивает постоянство условий тестирования, что трудно достижимо при немашинном предъявлении заданий;

- обеспечивается точность и однозначность регистрации множества возможных реакций испытуемого;

- сравнительно легко образуются единые банки психодиагностических данных, а тем самым устанавливаются эмпирически обоснованные тестовые нормы для разных групп обследуемых;

- создаются возможности для автоматизированного конструирования тестов;

- психолог освобождается от рутинной, трудоемкой работы как при проведении обследования, так и при конструировании (адаптации) тестов;

- обеспечивается возможность расширения практики группового тестирования и тиражирования методик;

- расширяются возможности применения мощного математико-статистического аппарата анализа данных, упрощается разработка новых процедур анализа;

- облегчается сохранение конфиденциальности результатов тестирования;

- упрощается хранение диагностических данных, снижается себестоимость обследования;

- создаются благоприятные условия для применения экспресс-методик, т.е. тех, проведение которых позволяет быстро получить результаты, что в некоторых случаях может иметь решающее значение;
- компьютерная процедура предъявления тестовых заданий минимизирует негативные воздействия, нередко возникающие в ситуации межличностного взаимодействия между экспериментатором и испытуемым;
- появляется возможность актуализации «игровой» мотивации у испытуемых (оформление теста в виде игры), что делает процесс тестирования более привлекательным и повышает достоверность результатов;
- испытуемый при необходимости обеспечивается быстрой интерпретирующей обратной связью по результатам тестирования;
- появляются условия как для индивидуализации психодиагностического исследования, так и для проведения быстрых массовых обследований [3].

Разрабатываемая на данный момент система PSY будет обладать большей частью вышеприведенных достоинств. PSY предназначена для психологического исследования школьников, студентов, абитуриентов и сотрудников различных предприятий. Система позволит в ходе проведения ряда тестов выделить среди группы людей различные психологические типы, что поможет правильно сформировать подгруппу для выполнения той или иной задачи, правильно сформулировать цели дальнейшего развития как личности, так и всего коллектива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Г.С. Практическая психология. 3-е изд., стереотипное. Екатеринбург: Деловая книга, 1998. 368 с.
2. Пугачев В.П. Тесты, деловые игры, тренинги в управлении персоналом: учебник для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2003. 285 с. (Сер. Управление персоналом).
3. Бурлачук Л.Ф. Психодиагностика: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2007. 352 с. (Сер. Учебник нового века).

МЕТОДЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Председатель – Дорофеев С.Ю., аспирант каф. КСУП

**ОБФУСКАТОРЫ. ЗАЩИТА ПРОГРАММ,
НАПИСАННЫХ НА DOT.NET**

*А.А. Кузьмин, студент 3-го курса, каф. КСУП
г. Томск, TVCVP, Martiner@ya.ru, т. +7-906-957-09-72*

В программах, написанных на C# (DOT.NET), остро стоит проблема защиты интеллектуальной собственности – любой желающий может просмотреть и изучить интересующую его часть программы или алгоритма. Дело в том, что MSIL-код, используемый на платформе.NET, в отличие от традиционного Native-кода, читается гораздо легче, что, соответственно, облегчает процесс снятия защиты от несанкционированного доступа с целью использования чужой интеллектуальной собственности злоумышленником.

Для решения проблемы несанкционированного использования программы и защиты интеллектуальной собственности необходимо использовать «обфускатор» и «активатор», необходимый для управления лицензиями.

Обфускация (от лат. obfuscate – «затенять, затемнять») предназначена для приведения исходного текста или исполняемого кода программы к виду, затрудняющему анализ, понимание алгоритмов работы, модификацию и использование закрытой интеллектуальной собственности при декомпиляции, но сохраняющему функциональность программы.

Наиболее часто обфусцируют программы, написанные на языках PHP, JavaScript, MQL4, Perl, Java, VBasic и C#. В данной статье будет рассмотрена обфускация программ, написанных на языке C# платформы.NET. Важной особенностью процесса обфускации является использование неочевидных или недокументированных возможностей среды исполнения программы (виртуальной машины.NET Framework) и целого набора «антиотладочных» методов, затрудняющих изучение MSIL-кода.

Обфускатор – программа, которая анализирует код приложения написанного на NET, и делает его нечитабельным для человека (запутывая его), в том числе защищая от декомпиляторов (программ, воссоздающих исходный код).

Trial-версия – версия программы, которая распространяется как «пробная» с ограничениями по функционалу, времени использования, количеству запусков и количеству пользователей. После покупки лицензии и ввода ключа программа становится полнофункциональной или ограниченной в соответствии с купленной лицензией.

Активатор – программа, предназначенная для создания Trial-версии с последующей активацией (т.е. превращение в полнофункциональную версию).

Обфускатор должен выполнять следующие задачи:

- защита от незаконного использования интеллектуальной собственности разработчиков коммерческих продуктов;
- защита программ от декомпиляции;
- защита программы от несанкционированного использования;
- оптимизация обфусцированного кода с целью уменьшения размера работающего кода;
- оптимизация обфусцированного кода с целью обеспечения его работоспособности на различных платформах с максимальным быстродействием.

В результате выполнения обфускации должны быть осуществлены:

- защита кода на уровне исходного кода – символьная обфускация: преобразование имен методов, переменных и т.д. в набор нечитабельных символов; обфускация символьных данных: шифрование и объединение строк;
- защита кода на уровне алгоритма – обфускация графа потока управления: модификация потока управления условий и циклов, перемешивание случайным образом линейных участков, разделение на части операции вызова функции и передачи параметров, добавление ложного кода (ложных функций и членов класса), поддержка атрибутов управления обфускацией (дает возможность обфусцировать только часть кода для обеспечения быстродействия участков кода, критичных к скорости выполнения);
- защита на уровне исходного кода – привязка кода к аппаратному обеспечению ПК (HardwareID, CpuID, DiskID), создание хэша некоторой области кода и сверки хэша при новом запуске программы, шифрование некоторой области кода с использованием технологий открытого ключа (RSA);
- защита на уровне машинного кода – создание Win32 оболочки для исполняемых сборок, вставка в исполняемый код недействующих конструкций (таких, как `og ax, ax`);
- защита на уровне промежуточного кода – удаление метаданных свойств и событий, удаление неиспользуемых участков кода, обфускация метаданных;

- защита от декомпиляторов (усложнение исследования кода) – вставка дополнительных методов с корректной семантикой для языка ассемблера, но не корректной для языков высокого уровня, бинарная обработка сборки для защиты от декомпиляции, вставка в методы сборки, кода с некорректной семантикой для языков высокого уровня;

- оптимизация обфусцированного кода и проверка его работоспособности на разных платформах.

После полной или частичной обфускации кода возможны следующие проблемы:

- код может стать более зависимым от платформы;
- в случае ошибки конечный пользователь не сможет понять, в чем ее причина;

- есть вероятность ошибки в самом обфускаторе;
- возможно раскрытие исходного кода обфускатора (если это коммерческая версия) с последующем декомпилированием обфусцированного кода;

- недостаточная безопасность (несоответствие заявленного функционала);

- несовместимость с другими обфускаторами и/или программными продуктами для активации приложений, написанных на C#.

Необходимо выбрать два обфускатора: коммерческий и бесплатный и активатор для защиты интеллектуальной собственности путем сравнительного обзора.

Сравнительный обзор обфускаторов проводился по следующим критериям:

- динамика развития проекта;
- дата открытия проекта;
- последняя версия продукта на момент написания статьи;
- оценка технической поддержки;
- оценка документации программы;
- цена продукта;
- отзывы на англо- и русскоязычных конференциях;
- удобность интерфейса;
- возможность получения исходного кода проекта.

В результате проведенного анализа рынка обфускаторов были выбраны следующие продукты:

1. Бесплатный обфускатор Eazfuscator.NET Assistant был выбран из четырех продуктов: SharpObfuscator, AsponeWord.NET, Skater.NET, Eazfuscator.NET, LSW IL-Obfuscator.

2. Динамика развития проекта самая высокая в своей категории:

- проект открылся 6 февраля 2007 г.;
- последняя версия продукта 2.2 датирована 12 октября 2008 г.;

– возникшие вопросы можно задать на конференции группы проекта;

– есть англоязычная документация проекта, собранная в электронной книге, которая доступна для загрузки на сайте проекта.

3. Продукт бесплатный и распространяется по лицензии GNU.

4. Были найдены положительные отзывы в Интернете.

5. Продукт обладает удобным интерфейсом с возможностью интеграции в среду разработки MS Visual Studio.

6. Есть возможность получить исходный код проекта при условии вступления в группу разработчиков.

Коммерческий обфускатор 9Rays.Net был выбран из тринадцати продуктов.

Динамика развития проекта самая высокая в своей категории:

– проект существует с 1999 г.;

– последняя версия продукта 5.4.6.0 датирована 20.02.2008 г.;

– есть возможность поддержки на русском языке;

– англоязычная документация находится на сайте проекта.

7. Стоимость Spices.Obfuscator составляет \$699.90 за одну лицензию, групповой пакет на 5 лицензий стоит \$2199.90, для российских компаний возможны пятидесяти процентные скидки.

8. На русскоязычных конференциях были найдены положительные отзывы.

9. Продукт обладает удобным интерфейсом.

10. Нет возможности получения исходного кода проекта.

Коммерческий активатор Eziriz.NET Reactor был выбран из двух продуктов Eziriz.NET Reactor и программы от 9Rays.

11. Проект успешно развивается с 2003 г.:

– последняя версия продукта 3.9.0.1 датирована 29 августа 2008 г.;

– англоязычная поддержка доступна на сайте проекта;

– подробная документация продукта доступна на сайте проекта.

12. Стоимость.NET Reactor составляет \$279 для компании и \$179 для частных лиц.

13. На англо- и русскоязычных конференциях были найдены положительные отзывы о продукте.

14. Продукт обладает удобным и интуитивно понятным интерфейсом.

15. Есть возможность получить исходный код продукта после приобретения лицензии.

В результате сравнительного анализа были выбраны коммерческий обфускатор 9Rays.NET, бесплатный обфускатор Eazfuscator.NET Assistant и коммерческий активатор Eziriz.NET Reactor с максимальным соотношением цена–качество. На мой взгляд, это лучшие продук-

ты в своих категориях, которые заслуживают доверия как стабильно развивающиеся проекты в течение длительного периода времени с хорошими отзывами от пользователей на сторонних конференциях.

АППАРАТНАЯ АКСЕЛЕРАЦИЯ АЛГОРИТМОВ БЛЕНДИНГА

Н.Г. Липова, студентка 5-го курса, каф. КСУП,

С.Ю. Дорофеев, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-923-418-32-94, dorofeev.sergey@gmail.com;

т. 8-906-950-85-86, nattusur@mail.ru

В последнее время особенно бурно развиваются различные способы создания сферических 3D-панорам из набора ракурсов. Сферическая 3D-панорама – это трехмерное фотографическое отображение окружающего пространства в виде сферы [1].

Так как после этапа подготовки фотоматериала (непосредственной съемки помещения) мы имеем лишь некоторое число кадров (количество может варьироваться от 10 до 100 кадров, в зависимости от условий снимаемой сцены и необходимого качества панорам), то возникает проблема – каким же именно образом составить из них целое, единое изображение.

Процесс составления из ряда кадров единого изображения называется ститчингом (stitching – склеивание).

Основные этапы этого процесса указаны на рис. 1 [2].

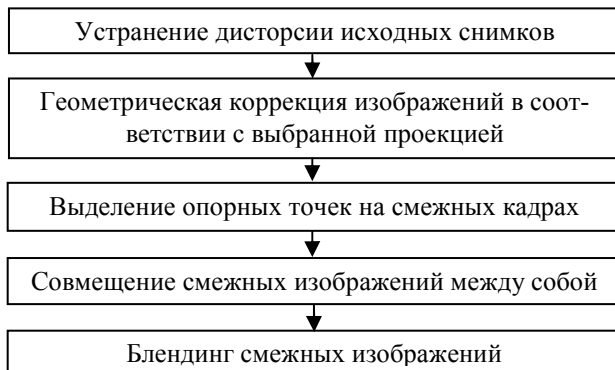


Рис. 1. Схема алгоритма ститчинга

Последний этап ститчинга используется в случае, если на исходном изображении наблюдаются какие-либо резкие тональные переходы, что случается практически всегда.

На сегодняшний момент самыми популярными среди программных реализаций процесса блендинга являются утилиты Enblend и SmartBlend. Сегодня библиотека SmartBlend лучше всего борется с параллаксом. На рис. 2 можно увидеть, насколько лучше справляется SmartBlend, по сравнению со своим аналогом Enblend [3].

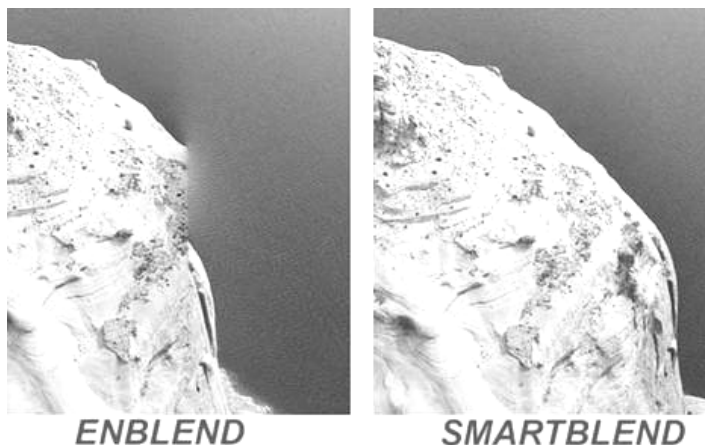


Рис. 2. Борьба с параллаксом с использованием Smartblend

Но, несмотря на это, многие пользователи зачастую отказываются от использования SmartBlend, поскольку результат работы и с этим программным продуктом остается неидеальным в тех случаях, когда на исходных снимках существуют два одинаковых и рядом расположенных объекта (например, ножки стула, параллельные полосы на колонне). В этом случае алгоритм ститчинга распознает данные объекты как ошибку параллакса и пытается совместить друг с другом два разных объекта. Также работа SmartBlend значительно замедляет работу программы.

Как же тогда бороться с параллаксом? Самый простой способ – это использование панорамной головки при фотосъемке, что исключит возможность появления параллакса. Опытные пользователи уже давно знают этот способ, и работа SmartBlend для них становится непродуктивной.

В связи с этим фактом основным предметом изучения алгоритмов блендинга является исходный код плагина Enblend [4].

Утилита Enblend является бесплатной программой с открытым исходным кодом, что дает возможность использовать данный алгоритм блендинга в качестве основы для аппаратной акселерации. По

итогах обзора способов аппаратной акселерации было принято решение о применении функций OpenGL для повышения быстродействия работы с графикой и библиотек CUDA для ускорения сложных вычислительных процессов.

Таким образом, планируется реализовать следующие этапы:

1. Изучить исходный программный код утилиты Enblend.
2. Оптимизировать функцию устранения параллакса.
3. Реализовать аналог утилиты Enblend с помощью технологии CUDA и OpenGL, используя алгоритмы, полученные в предыдущих двух пунктах.

В результате проекта должна быть разработана самостоятельная утилита, которая будет реализовывать процесс блендинга во много раз быстрее, чем его аналоги. Данная реализация может быть востребована пользователями, которые в настоящее время тратят около двух часов на составление качественной панорамы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власенко В.И. Техника объемной фотографии. М.: Искусство, 1978. 102 с.
2. PanoTools wiki [Электронный ресурс] – Режим доступа:
3. http://wiki.panotools.org/Main_Page.
4. Панорамный мир [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://panoworld.narod.ru>
5. Burt P., Adelson E. A Multiresolution Spline With Application to Image Mosaics // ACM Transactions on Graphics. 1983. Vol. 2. № 4. С. 217–236.

АЛГОРИТМ МОРФИНГА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПАНОРАМ

Н.Г. Липова, студентка 5-го курса, каф. КСУП,

С.Ю. Дорофеев, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-906-950-85-86, nattusur@mail.ru,

т. 8-923-418-32-94, dorofeev.sergey@gmail.com

В данной статье описывается применение алгоритма морфинга для создания сферических 3D-панорам.

В последнее время особенно бурное развиваются различные способы создания сферических 3D-панорам из набора ракурсов.

Сферическая 3D-панорама – это трехмерное фотографическое отображение окружающего пространства в виде сферы. Однако, в отличие от обычной фотографии, при просмотре трехмерной сферической панорамы у наблюдателя создается ощущение присутствия непо-

средственно на месте съемки – он может поворачиваться в любую сторону, приближать и отдалять участки панорамы, рассматривать детали.

Несколько 3D-панорам можно объединить в виртуальный тур, в котором перемещение между панорамами происходит посредством щелчка мыши по специальным областям внутри панорам, к примеру, дверям, окнам. Например, можно щелкнуть мышью на дверь в соседнюю комнату и автоматически загрузится панорама именно этой комнаты.

Так как после этапа подготовки фотоматериала (непосредственной съемки помещения) мы имеем лишь некоторое число кадров (количество может варьироваться от 10 до 100 кадров, в зависимости от условий снимаемой сцены и необходимого качества панорам), то возникает проблема – каким же именно образом составить из них целое, единое изображение. При этом необходимо учесть искажения пространства на каждой из фотографий, неизбежно возникающие при использовании конкретных моделей объективов. Другими словами, требуется выполнить коррекцию дисторсии.

Процесс составления из ряда кадров единого изображения называется *ститчингом* (stitching – склеивание).

Для реализации процесса ститчинга существует несколько программ, основанных на различных алгоритмах, на данный момент наиболее широко используются следующие два алгоритма совмещения кадров:

- Алгоритм совмещения смежных областей изображений по контурам рисунков. В данном методе изначально выделяются контуры, описывающие резкие тоновые переходы на изображении, производится их совмещение, а затем происходит наложение с полупрозрачностью (т.н. *блендинг*). Панорамы, сделанные в сложных условиях съемки (например, в панорамах клуба-ресторана TEATRO www.teatro.tomsk.ru – плохое освещение и большой параллакс), данным алгоритмом свести достаточно сложно, хотя он вполне подходит для простых панорам.

- Алгоритм совмещения смежных областей по контрольным (опорным) точкам. В данном случае сначала выставляются контрольные точки, затем по ним происходит совмещение кадров. Автоматический режим дает достаточно большую погрешность, поэтому максимальное качество достигается при использовании полуавтоматического режима с ручным выставлением точек.

Даже если алгоритмы обработают фотографию абсолютно корректно, на склеенной панораме могут остаться артефакты дисторсии – изгибы перил, волны и другие неприятные эффекты. Эти эффекты приходится устранять вручную в различных графических редакторах.

В связи с этим возникла идея реализовать собственный алгоритм для совмещения и построения сцен, построенный на основе алгоритма контурного морфинга методом упругой деформации. Этот алгоритм представляет плоское изображение в виде проекции на трехмерную поверхность, выделяются контуры, затем происходит их совмещение. В результате совмещения точек контуров происходит объемная деформация этой поверхности, однако при проекции обратно на плоскость наблюдателя возникает эффект плавного перетекания формы этих контуров. Этот алгоритм широко применяется в обработке фотографий, однако авторам не известны эффективные реализации применительно к ститчингу фотопанорам.

Морфинг – технология компьютерной графики, обеспечивающая плавный переход формы одного объекта в форму другого. Для выполнения морфинга двух изображений пользователю требуется задать соответствие элементов первого изображения элементам второго (выполнить сопряжение точек), а также настроить параметры морфинга. Способ сопряжения зависит от редактора – это могут быть точки, линии, полигоны. Сопрягаемые точки называются базовыми (base) или опорными (reference).

Процесс реализации морфинга можно разбить на три этапа: деформация, построение промежуточных кадров и растворение.

Деформация (Warping) – преобразование изображения, при котором оно в отдельных областях сжимается и растягивается. Расчет каждой точки этого изображения осуществляется по математическим формулам в зависимости от соответствия элементов изображения, которое задал пользователь. В итоге в процессе деформации элементы изображения пытаются принять положение формы элементов второго изображения.

Построение промежуточных кадров (Tweening) – интерполяция двух изображений для получения плавной анимации. Например, если соответствие элементов изображений задано точками, то интерполяцией положений точек можно получить промежуточные соответствия.

Растворение (Dissolving) – слияние двух изображений, при котором в качестве цвета каждой точки нового изображения берется смесь цветов соответствующих точек двух исходных изображений в заданной пропорции.

Для построения промежуточных кадров применяется **деформация** для интерполированных точек, которая позволяет получать промежуточные фазы. С помощью механизма растворения алгоритм морфинга объединяет два полученных изображения в одно.

Рассмотрим математическое описание данного этапа.

В изображении выбирается конечное число особых точек, которые будут перемещаться в процессе морфинга по некоторым фиксированным траекториям.

Зная их положение в каждый момент времени, вычисляются все остальные точки.

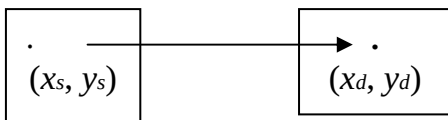


Рис. 1. Сопряжение элементов первого изображения элементам второго

Возможна ситуация, когда не все точки итогового изображения будут задействованы, поэтому лучше искать обратное отображение, то есть искать прообраз для каждой точки (x_d, y_d) , тогда каждая точка в конечном изображении будет окрашена в соответствии с преобразованием (рис. 1). Если при этом прообраз окажется за границей исходного изображения, то можно использовать цвет фона или границы исходного изображения.

Таким образом, получаем следующую последовательность шагов при морфировании:

1. Строим обратное отображение $(x_s, y_s) = S(x_d, y_d)$.
2. Ищем цвет по обратному соответствию $S(x_d, y_d)$.
3. В изображении закрашиваем соответствующую точку цветом, полученным в п. 2.

Если же используются отрезки прямых, то построение частичного изображения проходит так, как показано на рис. 2.

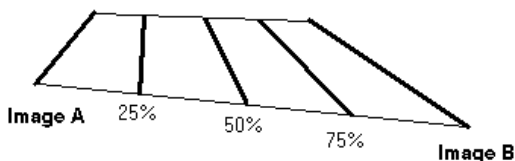


Рис. 2. Сопряжение элементов первого изображения элементам второго через выделение отрезков прямых

Получаем следующий алгоритм:

1. Вычисляется процентное соотношение **A** и **B** в целевом изображении.
2. Для каждой пары характеристических отрезков вычисляется положение отрезка на промежуточном изображении так, чтобы полученный отрезок отличался (был смещен и растянут) на $(100 - T)\%$ от характеристического отрезка **A** и на $T\%$ от отрезка **B**.

3. Перевести A в изображение A' так, чтобы каждый характеристический отрезок A переходил бы в соответствующий отрезок целевого изображения. Аналогично перевести B в B'.
4. Получить целевое изображение, смешав цвета A' и B' (рис. 3).

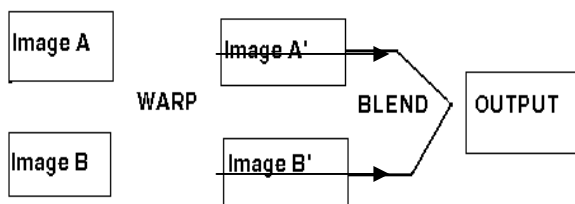


Рис. 3. Алгоритм морфинга для заданных отрезков прямых

Главная особенность алгоритма морфинга заключается в том, что он позволит не только выполнить совмещение точек и плавное перетекание их из одной фотографии в другую, но и устранять дисторсию при ручной обработке отснятого материала, причем это становится возможным еще до этапа ститчинга.

Кроме того, для ускорения обработки фотографий (и особенно при создании гигапиксельных панорам) именно алгоритм морфинга позволяет использовать возможность аппаратной акселерации (то есть использовать аппаратные ресурсы видеокарты).

Без использования акселерации генерация одной 3D-панорамы может занимать от 20 мин и до нескольких часов. Если в параметрах генерации была допущена ошибка, процесс приходится начинать заново. Аппаратная акселерация позволит значительно сократить время генерации 3D-панорам и улучшить их качество за счет возможности выполнения большего числа итераций по генерации за тот же самый интервал времени. В настоящий момент существует лишь одна реализация алгоритма морфинга с аппаратной акселерацией – в платном программном продукте FantaMorph, не имеющем никакого отношения к 3D-панорамам. Морфирование в этой программе выполняется в режиме реального времени (!).

На данный момент уже создан и успешно протестирован алгоритм морфинга на основе упругой деформации без использования аппаратной акселерации. В дальнейшем необходимы его доработка, автоматизация поиска и сопряжения контуров на ракурсах и портирование на аппаратную платформу.

Суть акселерации сводится к следующему – выделяются контуры, сводятся точки, по точкам выделяются ячейки, по которым строятся

специальные сетки (так называемые «меш» – Mesh), которые затем деформируются. Второй возможный вариант – нарезать ячейки исходного меша на лоскутки и натянуть на новую форму ячеек итогового меша. Каждый из этих вариантов нуждается в проработке.

К алгоритму морфинга предполагается создать графический пользовательский интерфейс, обладающий наглядностью и простотой с возможностью использования большого числа настроек для профессионалов. Все представленные на рынке программы обладают либо чрезмерно упрощенным интерфейсом, либо чрезмерно усложненным.

В данном пользовательском интерфейсе предполагается заложить возможности выполнения цветокоррекции как отдельных ракурсов, так и панорамы в целом.

Таким образом, создаваемый алгоритм морфинга и пользовательский интерфейс к нему будут обладать следующими возможностями:

1. Коррекция дисторсии исходных ракурсов и конечных сферических панорам методом морфинга.
2. Цветокоррекция и другие механизмы обработки как исходных ракурсов, так и конечных панорам.
3. Ручной режим сопряжения контуров методом расстановки опорных точек (reference points).
4. Автоматический поиск сопрягаемых контуров на исходных ракурсах с последующим сведением в панораму.
5. Способы автокоррекции дисторсии методом задания коэффициентов кривизны объектива и др.
6. Намного более быстрое совмещение панорам благодаря аппаратной акселерации.
7. Удобный интуитивный пользовательский интерфейс.

В результате должен появиться удобный и быстрый программный продукт, устраняющий недостатки существующих программных продуктов в области создания сферических 3D-панорам.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД СТЕРЕОСКОПИИ

А.К. Онищенко, студентка 5-го курса, каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, т. 8-913-805-42-94, annyanas@mail.ru

В данной статье рассматривается такой метод стереоскопии, как поляризация, ее виды, физические свойства, области применения метода. Приведены основные проблемы, с которыми пришлось столкнуться участникам ГПО при установке и тестировании специального оборудования, а также результаты, которых удалось достичь.

Поляризационный метод стереоскопии – это метод сепарированного (разделенного) предъявления изображений стереопары, спроецированных в поляризованном свете на неполяризующий экран [1].

Чтобы понять лучше, что же представляет собой поляризация, обратимся к краткой теоретической справке. Свет – это электромагнитное излучение. В естественном или неполяризованном свете электромагнитные волны колеблются во всех направлениях. Если колебания электромагнитного поля происходят только в одной плоскости, то такой луч света называется линейно поляризованным. Если же конец вектора электрического поля описывает окружность, то здесь речь уже идет о циркулярной поляризации (рис. 1).

При использовании линейной поляризации света линейные поляризаторы устанавливаются перед левым и правым объективами проекторов таким образом, чтобы их ориентация была взаимно перпендикулярной. Зрители наблюдают стереоизображение через специальные поляризационные стереоочки, светофильтры которых сориентированы аналогично поляризаторам, то есть таким образом, чтобы лучи, направленные на экран, например, через левый объектив, воспринимались только левым глазом и полностью гасились для правого глаза. Недостатком применения линейных поляризаторов является некоторое ухудшение сепарации при наклоне зрителем головы в сторону, что приводит к рассогласованию ориентации поляризаторов. Этот недостаток практически полностью устраняется при использовании циркулярных поляризаторов [1].

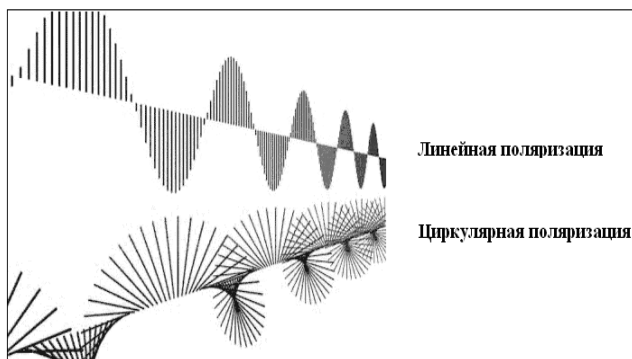


Рис. 1. Физические принципы поляризации

Сфера использования такого метода достаточно обширна. Сегодня проекционные стереосистемы применяются в следующих сферах:

1. Кинотеатры. Существуют технологии, разработанные для кинотеатров, самой распространенной из которых является IMAX. Несмотря на высокую цену технологии, количество кинотеатров IMAX растет с каждым годом, что говорит о постоянном спросе со стороны потребителей [2].

2. Строительство. Еще до начала возведения строений потенциальный покупатель сможет по достоинству оценить проект, причем самую важную роль сыграют эмоции – ведь человек уже почувствовал себя хозяином этого помещения [4].

3. Фармацевтика и медицина. Показать наглядное действие препарата, дать возможность зрителю самостоятельно «проникнуть» внутрь клеток, изучить сложные процессы на молекулярном уровне. Стереорезультаты позволяют сделать это детально и увлекательно [3].

4. Презентация нового продукта. Стереорезультат позволяет создать детальный экскурс в историю производства и специфику применения, увеличивает запоминаемость рекламы [3].

5. Обучающие фильмы. Для лучшего процесса восприятия, для большей наглядности методы стереовосприятия становятся хорошим решением для компаний, желающих разнообразить учебный процесс и сделать его более насыщенным. Как пример, можно упомянуть виртуальный планетарий, топологический зоопарк [4].

6. Высокотехнологичные разработки. Бывает, что нет ничего лучше, чем дать возможность зрителю заглянуть в работу сложного механизма, понять его действие, попасть на «живую» экскурсию внутри прибора [4].

На кафедре КСУП появилась идея создать проект для подробного изучения методов стереоскопии. Особое внимание было уделено рассматриваемому методу – методу поляризации. Основной задачей проекта стал сбор и тестирование поляризационной установки (рис. 2). Перед участниками ГПО стояли такие проблемы, где найти, купить и как правильно установить все компоненты системы.

Все характеристики необходимых для установки такой системы компонент были тщательно изучены. Благодаря поддержке кафедры КСУП, было закуплено оборудование, кроме поляризационных очков, по заранее составленной смете.

При первом же тестировании системы поляризационные фильтры были сожжены. Это произошло из-за того, что участники ГПО не учли расстояние между фильтрами и объективами проекторов, которое должно быть не менее 10 см. Также не самую последнюю роль сыграл тот факт, что фильтры из-за большого светового потока сильно нагреваются, поэтому требуют специального охлаждения.

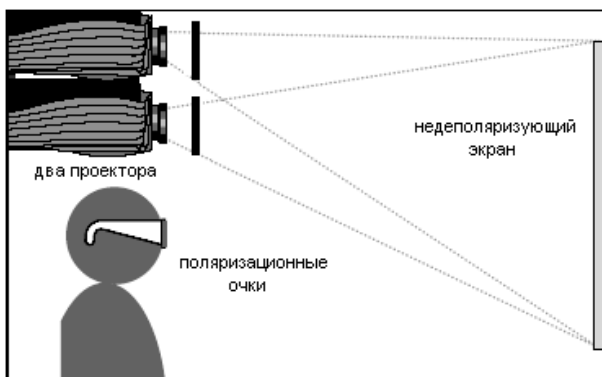


Рис. 2. Схема поляризационной установки

В результате было решено, что для тестов целесообразней сделать поляризационные фильтры и очки вручную, используя вместо линз поляризационную пленку, которая обходится гораздо дешевле.

Для установки фильтров напротив объективов проекторов была сконструирована специальная установка для крепления фильтров с возможностью регулировки расстояния между фильтрами и объективами.

На данный момент все компоненты на кафедре в сборе. Следующим этапом стоит задача сделать очки и фильтры из поляризационной пленки, установить фильтры на крепления и протестировать систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краткий толковый словарь терминов стереоскопии – <http://www.stereomir.ru/slovar3.htm>.
2. http://www.nescafe-imaxcinema.ru/imax_2d3d.asp.
3. Статья Оксаны Рассказовой «Стереofilмы в арсенале специалиста по рекламе» – <http://www.reclama.su/viewtopic.php?t=1465>.
4. Системы виртуального окружения для науки, образования и промышленности – http://tm.ifmo.ru/tm2003/db/doc/get_thes.php?id=139.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ВИРТУАЛЬНЫЕ 3D-ТУРЫ

*Д.Н. Тюгаев, студент, С.Ю. Дорофеев, аспирант каф. КСУП
г. Томск, ООО «Рубиус», Dmitry.Tyugaev@rubius.com*

Сферическая 3D-панорама – это трехмерное фотографическое отображение окружающего пространства в виде сферы. Однако, в отличие от обычной фотографии, при просмотре трехмерной сфериче-

ской панорамы у наблюдателя создается ощущение присутствия непосредственно на месте съемки – он может поворачиваться в любую сторону, приближать и отдалять участки панорамы, рассматривать детали.

Несколько 3D-панорам можно объединить в виртуальный тур, в котором перемещение между панорамами происходит посредством щелчка мыши по специальным областям внутри панорам, к примеру, дверям, окнам. Например, можно щелкнуть мышью на дверь в соседнюю комнату и автоматически загрузится панорама именно этой комнаты.

Таким образом, Виртуальный тур (экскурсия) – это совокупность связанных сферических 3D-панорам. Связывание осуществляется через «активные зоны», благодаря которым можно передвигаться из одной 3D-панорамы в другую.

Чтобы лучше всего представить что из себя представляют виртуальные экскурсии, достаточно увидеть примеры интерактивных виртуальных туров, представленные на разработанном нами сайтах элитного клуба-ресторана TEATRO <http://teatro.tomsk.ru>, или кафедры КСУП ТУСУР <http://kcup.tusur.ru>.

В настоящее время 3D-панорамы и технологии их изготовления переживают бурное развитие, хотя плоская панорамная фотография существует уже более 150 лет. Это объясняется тем, что ранее процесс создания панорам из набора пленочных фотографий был очень трудоемким, так как не было специальных средств коррекции искажений, яркости и цвета. С появлением цифровой фотографии развитие 3D-панорам получило новый импульс для развития, а обработка снятого материала стала намного проще.

Значительно возросшая производительность современных компьютеров позволила не только обрабатывать и автоматизировать создание панорам, но производить сложные математические расчеты в реальном времени, что требуется при визуализации панорам на экране монитора. Современный уровень развития фотографической и компьютерной техники позволяет приближать любой участок панорамы вплоть до гигапиксельных разрешений. Это означает, что мы можем прочитать книги, находящиеся на полке в доме на другом конце улицы, рассмотреть каждую трещинку в стене на расстоянии нескольких километров и т.п. [1, 2].

Достижения в области Web-технологий позволили не только делать панорамы доступными из любой точки мира по сети Интернет, но и значительно расширить возможности панорам, добавив интерактивность. Интерактивность позволяет объединять набор 3D-панорам в виртуальные туры и даже создавать целые информационные системы внутри одной панорамы, включающие в себя видеоматериал, анима-

цию, звук, а также различные специальные эффекты. Специальные эффекты позволяют увеличить реалистичность при восприятии панорам: размытие при резком перемещении точки наблюдения, изменение яркости при различных видах освещения и в зависимости от ракурса наблюдения.

Однако самое главное достоинство интерактивности – она позволяет пользователю не просто пассивно наблюдать окружающую сцену, но и активно участвовать в ней. Это создает уникальные возможности по созданию виртуальных туров по известным местам, музеям и галереям, позволяет выводить информацию, звук, меню и др. при щелчке на любом объекте панорам (например, картине или товаре) и даже дает возможность реализовать заказ столиков и блюд в ресторанах, отображать занятые столики непосредственно (!) через панораму. Возможности интерактивности ограничиваются лишь фантазией создателя интерактивного виртуального тура.

Наиболее актуальными сферами применения интерактивных виртуальных туров являются:

- торговые центры, магазины, салоны;
- недвижимость;
- гостиничный бизнес;
- строительство и архитектура;
- дизайн интерьера;
- клубы, бары, рестораны;
- туризм, достопримечательности;
- автомобили и многие другие.

Цель данного проекта – создать технологию, ориентированную на неподготовленного пользователя, реализующую все этапы создания интерактивных виртуальных туров за короткий срок и с высоким качеством. Эта технология будет состоять из «полуфабрикатов», созданных высококвалифицированными специалистами в необходимых сферах (программисты ActionScript, фотографы, конструкторы и т.п.), которые можно очень легко использовать и настраивать для создания виртуальной панорамы для каждого конкретного случая. Таким образом, покупатель данной технологии получает полный набор оборудования, программных средств и инструкций, необходимых для создания качественных интерактивных виртуальных туров.

Пользователь технологии должен знать, что за конечное число шагов, выполненных по инструкции на нашем оборудовании и программах, он гарантированно сможет получить качественный интерактивный виртуальный тур, который можно легко продавать конечным потребителям.

В ближайшее время планируется:

1) обеспечить возможность создания виртуальных туров на основе сферических 3D-панорам (объединение 3D-панорамы в единый виртуальный тур);

2) реализовать библиотеку параметризованных ActionScript шаблонов, внедряемых в панорамы визуальным образом, – звук, видео, картинки, HTML-страницы и т.п.;

3) реализовать удобный пользовательский интерфейс на основе панорамного Flash-плеера PanoView.

Все это позволит конечному пользователю быстро и удобно создавать виртуальные туры действительно высокого качества, обладающие различными наборами впечатляющих интерактивных эффектов.

Результатом работы являются выполненный обзор аппаратных составляющих, необходимых на этапе съемки объекта, разработанный и изготовленный прототип панорамной головки, а также изучены существующие панорамные плееры, разработаны интерактивные виртуальные туры томского клуба-ресторана ТЕАТРО и сайта кафедры КСУП ТУСУР.

Работа была поддержана рядом грантов «Участник Молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.) в рамках Всероссийской конференции «Электронные средства и системы управления. Итоги реализации программы развития электроники и IT-технологий в Томской области», «Бизнес-Старт 2009» Российского фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панорамный мир [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://panoworld.narod.ru>

2. Власенко В.И. Техника объемной фотографии. М.: Искусство, 1978. 102 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 8

ФИЗИЧЕСКАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

М.М. Бобоходжаев, Т.И. Данилина, В.В. Сохорева ВЫРАЩИВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ИЗ НИКЕЛЯ ДЛЯ ВОДОРОДОСЕЛЕКТИВНОЙ МЕМБРАНЫ	9
А.Н. Буланович МОДИФИЦИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ	11
Е.В. Ерофеев, С.В. Ишуткин, В.А. Кагадей РАЗРАБОТКА ОМИЧЕСКИХ И БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ ТРАНЗИСТОРОВ С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ КОМПЛЕКТА СВЧ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИХ МОДУЛЕЙ АФАР	14
С.А. Евдокимов, А.В. Медовник, А.С. Климов ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА, ВНОСИМОЙ В ИЗОЛИРОВАННУЮ МИШЕНЬ.....	17
С.В. Ишуткин, Е.В. Ерофеев ВЛИЯНИЕ ХАЛЬКОГЕНИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ GaAs НА ПАРАМЕТРЫ ОМИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ AuGeNi	19
А.И. Казимиров ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ШИРИНЫ ОПТИЧЕСКОЙ ЩЕЛИ ПЛЕНОК НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВВОДИМОЙ ПРИМЕСИ.....	21
В.Ю. Коноплева, А.С. Макрушин, В.В. Сохорева ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНООСТРИЙНЫХ КАТОДОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕМПЛЕЙТНОГО ТРЕКОВОГО ШАБЛОНА.....	23
А.В. Макаренко, К.И. Смирнова МЕХАНИЗМ ПРОВОДИМОСТИ РЕЗИСТИВНЫХ ПЛЕНОК ХРОМА.....	25
В.С. Медведева ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИЭЛЕКТРИКОВ НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ МЕТОДАМИ АСМ	28
А.С. Климов, Л.А. Меньщиков, А. Гореев ОБРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ	30
Л.С. Михайленко ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НАНОМЕТРОВОЙ ТОЛЩИНЫ	33
Е.О. Новикова, Е.О. Новиков, Л.Н. Орликов ИСТОЧНИК ПАРОВ ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ	35
П.А. Петров ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ НАПЛАВКА ТИТАНОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ.....	36
Е.В. Саврук, Т.И. Данилина МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИЛИЦИДНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	37

Е.В. Саврук ДИАГНОСТИКА НАНОСТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ РАМАНОВСКОГО СПЕКТРОМЕТРА AVASPEC-2048FT-TEC	40
М.А. Шалютов, М.С. Воронинский, А.Г. Чугунов, Л.Н. Орликов ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ	42
О.А. Трофимова, А.В. Макаренко, С.В. Смирнов ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАНОСТРУКТУР	44
П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров, С.П. Усов ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДА НА СТРУКТУРУ НАНОПЛЕНОК ДВУОКИСИ КРЕМНИЯ	46
Д.Н. Юренко, А.В. Медовник СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ ИСПАРЕНИЕМ ГРАФИТА	49

СЕКЦИЯ 9

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

А.Х. Бектембаева, Р.Р. Галин, А.П. Николаенко, П.В. Сенченко WEB-РЕШЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА	52
Н.В. Гнусова ПОДСИСТЕМА СВЯЗИ АИС «АСУСЭ» И АИС «ЭНЕРГОТРАНС» ООО «ГОРСЕТИ»	55
Е.В. Халтинова АНАМОРФИРОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	57
Н.А. Кабаненко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ JAVA-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	59
А.Г. Краморенко СИСТЕМА ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	61
И.В. Лазарев, П.В. Сенченко ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГЛАМЕНТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛА ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ГУ МЧС РОССИИ ПО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	64
О.В. Лыскова АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ	67
Д.Н. Насыртдинов, В.В. Марченко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UML ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭЭГ	69

Е.С. Павинич, П.В. Сенченко АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕПАРТАМЕНТА ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	72
А.С. Сычев СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ	75
Д.П. Вагнер АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА К ДАННЫМ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НАСТОЛЬНЫХ БД.....	77
Г.Ю. Васильченко ОРГАНИЗАЦИЯ НАПОЛНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ	79
И.М. Юмаева АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УЧЕТ МАТЕРИАЛОВ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАВОДА»	81
Т.С. Жданова АИС ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ.....	84
В.В. Жданова ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ.....	87
Д.С. Жданов АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА ВРАЧЕЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ.....	89

СЕКЦИЯ 10

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

А.В. Ахаев СТРАТИФИЦИРОВАННАЯ СТРАТЕГИЯ ИГРЫ В РОБОТЕХНИЧЕСКИЙ ФУТБОЛ	93
П.А. Дудин ТРИ АЛГОРИТМА МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ.....	96
Д.В. Эпштейн, А.В. Лавыгина НЕЧЕТКИЙ АППРОКСИМАТОР АТМОСФЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ.....	99
А.В. Гладков ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА НА НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЯХ....	102
И.В. Горбунов ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ.....	104
Н.А. Корнев, Д.С. Синьков СЖАТИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	107

Д.А. Осадченко СРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА И АЛГОРИТМА ЛЕВЕНБЕРГА– МАРКВАРДТА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ.....	109
О.О. Плотников ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРОВ, ОСНОВАННЫХ НА БАЗЕ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ	111
Д.С. Синьков АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ РОЯЩИХСЯ ЧАСТИЦ ДЛЯ НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ.....	114
А.С. Ушаков МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ РОБОТОВ В РАМКАХ ПЛАТФОРМЫ РОБОФУТБОЛА	117
А.С. Пехтерев ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	119

СЕКЦИЯ 12

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПОДСЕКЦИЯ 12.1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Д.Ж. Ахметов РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЙОНА ПРОШИВНОГО СТАНА ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТА ТПА 50-200 ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД», г. ВОЛЖСК	124
Д.О. Авдеев РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОДИНАКОВЫХ ОБЪЕКТОВ (НАСОСЫ, ЗАДВИЖКИ) В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ UNITY PRO ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	126
А.С. Барышников, Ф.И. Шеерман, Л.И. Бабак INDESYS-1M – ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА «ВИЗУАЛЬНОГО» ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ.....	127
А.В. Беляков, К.А. Вторушин СОВРЕМЕННЫЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ.....	130
И.П. Борисов ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ	133
С.С. Чекрыгин, М.В. Алдошина, И.В. Миронов, И.В. Раченков, А.П. Шайтаров ИНТЕГРАЦИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ НА WEB-САЙТ	137

К.С. Дмитриенко, Л.И. Бабак ТАБЛИЧНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ GaAs ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ	139
И.М. Добуш, А.А. Кокотов ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ КОПЛАНАРНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ОСНОВЕ GaAs	143
С.Ю. Дорофеев, М.А. Песков, С.Е. Кошевой, А.С. Барышников РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ INDESYS	146
М.В. Дубаев ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ДИНАМИКИ СЛОЖНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	149
М.Д. Федоров АРМ ДЛЯ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ «ВОУ-12»	151
А.А. Фимин АВТОМАТИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ МЕСТ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ.....	153
К.А. Фотин, Т.В. Зайцева РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ОПЕРАТОРА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	155
В.В. Илющенко АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ИНВЕРТОРА НА IGBT-МОДУЛЯХ	157
П.В. Килипко ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	160
В.М. Ключников РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРАМИ № 1, 7, 8 ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ № 3 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ» г. ЧЕРЕПОВЕЦ	162
С.Е. Кошевой, С.Ю. Дорофеев, Л.И. Бабак СИНТЕЗ СВЧ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ.....	163
Д.Д. Лапшин АДАПТАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	166
В.В. Леонов РАЗРАБОТКА АСУ ТП ДОБЫЧИ НЕФТИ ТПП «ЛАНГЕПАСНЕФТЕГАЗ» НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НПО «ИНТРОТЕСТ».....	169
И.Г. Лоцилов, Marc Schoenauer СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ	171

С.Н. Макаров СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА	175
А.С. Сальников БИБЛИОТЕКА ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЧ МИС	180
А.А. Самуилов, М.А. Песков ШАБЛОН УСИЛИТЕЛЯ.....	183
Д.Р. Сафиуллин УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЖАЛЮЗИ С ПОМОЩЬЮ ИК-ПУЛЬТА ..	186
Ю.Ю. Щеникова ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЛЕВОГО СВЧ-ТРАНЗИСТОРА	187
В.А. Ступников, А.В. Аврунин РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОМПРЕССОРА	190
С.В. Трусильников ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ООО «ТОМСКАЯ ТРАНКОВАЯ КОМПАНИЯ»	192
А.С. Цой, М.А. Песков МОДУЛЬ ЛОГИЧЕСКОГО И ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СХЕМ СВЧ-ДИАПАЗОНА	194
М.Н. Цветков КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОПРЕОБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ СЭП КА	198
А.А. Тюньков ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПОС. ЗОНАЛЬНЫЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.....	202

ПОДСЕКЦИЯ 12.2

АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИМИТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.О. Абрамов, Ф.И. Шеерман СТРУКТУРА МОДУЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СВЧ-КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА VERILOG-AMS	204
А.В. Димаки ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	207
Е.С. Иванов, А.С. Иванов, Т.В. Ганджа СЛОВЕСНЫЙ ПОРТРЕТ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЕШЛАМА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	209
В.Д. Кокунова УПРАВЛЕНИЕ ПОСТАВКАМИ ТОВАРОВ НА СКЛАД С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ.....	212

А.П. Лысак, Е.А. Чернова, А.Н. Калентьев, Е.П. Каратаев, Е.А. Пуха, В.Н. Щербаков	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	216
А.Ю. Марков, М.А. Песков	
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ.....	220
Е.В. Мурзин, С.С. Сергеев, С.М. Стручков, И.В. Сухих, Е.А. Хитриневич, С.С. Якунин, В.П. Коцубинский	
КОМПИЛЯТИВНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА РЕЧИ КАК ОСНОВА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕЧЕОБРАЗОВАНИЯ	223
Е.М. Ющенко	
СОВМЕЩЕННЫЙ СИНТЕЗ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ И РЕКЛАМОЙ ТОВАРА.....	226
Е.И. Воронин	
СЖАТИЕ ТОПОЛОГИИ СБИС С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА	229

ПОДСЕКЦИЯ 12.3

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЛОЖНОГО ПРОЦЕССА

И.А. Баталин	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАФОВ.....	232
А.А. Данилова	
НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АГРОНАВИГАТОР-ПЛЮС».....	233
К.А. Дедюхина	
КОМПЬЮТЕРНЫЙ УЧЕБНИК ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ»	236
Ю.Н. Елгин, Д.С. Кравцов	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЧАСТНОЙ ФИРМЫ.....	238
З.Н. Эскендаров	
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «ПРЯМОЙ ВЫВОД НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СЕТИ» ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ	240
А.Б. Гудков	
WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	243
А.А. Изюмов	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	245
А.А. Изюмов	
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИНА «СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИНТЕРНЕТ-КОММУНИКАЦИЯМ.....	248

В.Н. Щербаков, Е.П. Каратаев, Е.А. Пуха АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ ПАЦИЕНТА	252
А.А. Кавардакова ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ МОБИЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ	255
Г.А. Казанцев ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА».....	258
И.В. Колотаев РЕДАКТОР КОМПОНЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ МОДУЛЬНЫХ РОБОТОВ	260
А.Ю. Корниенко, Н.Ю. Хабибулина КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕР ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА».....	262
А.Ю. Корниенко КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ.....	266
А.С. Ковтун, Д.А. Звонков СЕРВЕР УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ГПО	269
Е.А. Козлов УДАЛЕННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ».....	271
К.В. Крупская, Н.Ю. Хабибулина АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКЗАМЕНА	275
Г.А. Кузнецова СОЗДАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИЙ В СИСТЕМЕ «МАТНЕМАТИСА»	278
Т.Ш. Михайлов СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ GRAPHSCAD	280
В.А. Моисеев АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АРХИВ КЛИНИК СИБГМУ».....	282
А.В. Морозов СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ МОДЕЛЕЙ ОФИСНОЙ МЕБЕЛИ КОМПАНИИ «ФЕЛИКС» ДЛЯ ПРОГРАММЫ 3D МОДЕЛЕР	283
С.Н. Мункуева ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ГРУППОВОГО ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ КСУП	285
В.В. Нечитайленко СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ И СЕРТИФИКАЦИИ.....	287
А.К. Онищенко ПОДСИСТЕМА УЧЕТА ВЕЩЕВОГО ДОВОЛЬСТВИЯ КОНФИГУРАЦИИ «ТЫЛОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ»	291

П.В. Осин ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СОЗДАНИЯ ГИБРИДНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ «АЛГОРИТМ ОБРАТНОГО ВЫВОДА»	294
М.С. Павлова ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ КАФЕДРЫ КСУП. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	295
И.В. Платонов АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ТАМОЖЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ БАЛТИЙСКОЙ ТАМОЖНИ	298
С.Ю. Рыбаков АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ В УПРАВЛЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АДМИНИСТРАЦИИ ЯНАО	300
И.Г. Губин, С.Ю. Сапронова ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТАЛ КАФЕДРЫ КСУП. ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	302
А.А. Калентьев, А.П. Лысак, Е.А. Чернова, В.Н. Щербаков ПРИМЕНЕНИЕ БОС-МЕТОДОВ И МЕТОДОВ ИИ В ЗАДАЧЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ЛАРИНГЭКТОМИИ.....	305
А.А. Шибаев ДЕМОНСТРАЦИИ В СИСТЕМЕ WOLFRAM МАТНЕМАТИСА ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ».....	308
А.В. Степачева АДАПТИРОВАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИЙ, СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ МАТНЕМАТИСА	310
А.С. Тенькаев АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СТОЛОВОЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ОМЗ».....	312
А.А. Васенев, А.С. Ковтун, В.А. Тартынов, Д.А. Звонков ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА	314
В.В. Вилесов, М.М. Шайморданов, М.С. Денисов, Ю.А. Гришина, Е.А. Подкина, А.Е. Терехин, К.Ю. Плахута СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖИМЫМ «ВИТЯЗЬ»	317
Е.С. Воробей АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»	319
М.А. Зайцева АВТОМАТИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ.....	321

ПОДСЕКЦИЯ 12.4

МЕТОДЫ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

А.А. Кузьмин ОБФУСКАТОРЫ. ЗАЩИТА ПРОГРАММ, НАПИСАННЫХ НА DOT.NET.....	324
Н.Г. Липова, С.Ю. Дорофеев АППАРАТНАЯ АКСЕЛЕРАЦИЯ АЛГОРИТМОВ БЛЕНДИНГА.....	328
Н.Г. Липова, С.Ю. Дорофеев АЛГОРИТМ МОРФИНГА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПАНОРАМ.....	330
А.К. Онищенко ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД СТЕРЕОСКОПИИ.....	335
Д.Н. Тюгаев, С.Ю. Дорофеев ИНТЕРАКТИВНЫЕ ВИРТУАЛЬНЫЕ 3D-ТУРЫ.....	338

Научное издание

Научная сессия ТУСУР-2009

Материалы
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12–15 мая 2009 г., Томск, Россия
В пяти частях

Часть 2

Корректор – **В.Г. Лихачева**
Верстка **В.М. Бочкаревой**

Издательство «В-Спектр».
Сдано на верстку 01.04.2009. Подписано к печати 05.05.2009.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная.
Печ. л. 22. Усл. печ. 20,7.
Тираж 200 экз. Заказ 38.

Тираж отпечатан в издательстве «В-Спектр».
ИНН/КПП 7017129340/701701001, ОГРН 1057002637768
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, т. 49-09-91.
E-mail: bmwm@list.ru