Министерство образования и науки Российской Федерации
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

ДВЕНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

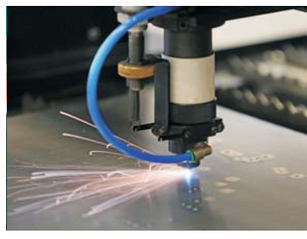
ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Материалы докладов

г. Томск
16–18 ноября 2016 г.

В двух частях

ЧАСТЬ 2



Министерство образования и науки Российской Федерации
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

XII Международная научно-практическая конференция

16–18 ноября 2016 г.

Материалы докладов

В двух частях

Часть 2

В-Спектр
Томск – 2016

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965
Э 45

Э 45 **Электронные средства и системы управления**: материалы докладов XII Международной научно-практической конференции (16–18 ноября 2016 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2016. – 226 с.
ISBN 978-5-91191-348-9
ISBN 978-5-91191-350-2 (Ч. 2)

Сборник содержит материалы докладов, представленных на XII Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления» (Томск, 16–18 ноября 2016 г.), по следующим направлениям: радиотехнические и телекоммуникационные системы; наноэлектроника СВЧ; нанотехнологии в электронике; антенны и микроволновые устройства СВЧ; нелинейная оптика; интеллектуальная силовая электроника и преобразовательная техника; плазменная электроника; биомедицинская электроника; автоматизация и оптимизация систем управления и обработка информации; интеллектуальные системы проектирования, автоматизация проектирования электронных устройств и систем; информационная безопасность; информационные технологии в управлении и принятии решений; информационные технологии в обучении; инновации в сфере электроники и управления; оптоэлектроника и фотоника; видеоинформационные технологии и цифровое телевидение.

Для студентов, преподавателей и специалистов, интересующихся проблемами систем управления.

УДК 621.37/39 + 681.3
ББК (Ж/О) 32.84.85.965

Часть статей секций 1–21 направлена для публикации в журнале «Доклады ТУСУРа»

ISBN 978-5-91191-348-9
ISBN 978-5-91191-350-2 (Ч. 2)

© ТУСУР, 2016
© Коллектив авторов, 2016

ООО «Кейсайт Технолоджиз» Тел.: 495 797 39 00
Россия, 115054, г. Москва Факс: 495 797 39 02
Космодамианская наб., 52, стр. 3 www.keysight.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ – ООО «КЕЙСАЙТ ТЕКНОЛОДЖИЗ»

Keysight Technologies – мировой технологический лидер на рынке контрольно-измерительных решений для электронной, оборонной, аэрокосмической и телекоммуникационной промышленности.

Как самостоятельная компания, Keysight Technologies была образована в 2014 г. в результате стратегического разделения компании Agilent Technologies, которая, в свою очередь, до 1999 г. входила в корпорацию Hewlett-Packard. Первый измерительный прибор под маркой Hewlett-Packard был выпущен более 75 лет назад.

В настоящий момент компания Keysight Technologies предоставляет самый широкий на рынке спектр лабораторных, модульных и портативных контрольно-измерительных приборов, в тои числе оборудование для радиоизмерений (генераторы сигналов, анализаторы сигналов, анализаторы цепей), осциллографы и приборы общего назначения (мультиметры, источники питания, генераторы импульсов, системы сбора данных, логические анализаторы, ручные приборы), решения для тестирования телекоммуникаций, а также системы автоматизированного проектирования и моделирования электронных устройств.

В России приборы Keysight Technologies, ранее производимые под маркой Hewlett-Packard/Agilent, используются уже более 45 лет и по праву считаются наиболее точным и надежным контрольно-измерительным оборудованием на рынке.

Российский офис компании Keysight Technologies предлагает своим клиентам локальную техническую и сервисную поддержку, техническую документацию на русском языке. Для серий малогабаритных осциллографов, генераторов сигналов и анализаторов спектра разработаны русскоязычные интерфейсы пользователя. На большинство приборов есть сертификаты об утверждении типа средств измерений. На постоянной основе ведется работа по включению в Госреестр новых приборов Keysight Technologies.

Среди крупнейших заказчиков Keysight Technologies в России ведущие научно-исследовательские институты, конструкторские бюро, вузы, крупнейшие операторы связи.

В 2012 г. компания Keysight Technologies открыла два дополнительных региональных офиса в России – в Приволжском и Сибирском федеральных округах. В 2013 г. дополнительный офис открыт в Ростове-на-Дону, в 2014 г. – в Санкт-Петербурге.

Информация о компании Keysight Technologies доступна в сети Интернет по адресу: www.keysight.ru

Генеральный директор ООО «Кейсайт Технолоджиз»
Смирнова Галина Владимировна

АО «ПКК Миландр»
124498, г. Москва, Зеленоград,
Георгиевский проспект, д. 5

495 981 5433 Т
495 981 5436 Ф
www.milandr.ru

ПАРТНЕР ПО РАЗВИТИЮ ТУСУРа, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР КОНФЕРЕНЦИИ – АО «ПКК МИЛАНДР»

АО «ПКК Миландр» (г. Зеленоград) является одним из ведущих предприятий радиоэлектронного комплекса России, деятельность которого связана с разработкой и производством изделий микроэлектроники и приборов на их основе. В настоящее время «Миландр» обеспечивает разработку высокоинтегрированных микросхем с проектными нормами до 0,065 мкм.

АО «ПКК Миландр» выполнило более 200 НИОКР в интересах предприятий радиоэлектронной промышленности РФ. Номенклатурная линейка «Миландра» составляет более 300 типономиналов микросхем (микроконтроллеры, микропроцессоры, радиочастотные микросхемы, микросхемы проводных интерфейсов, микросхемы управления питанием), которые широко используются российскими предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Одним из конкурентных преимуществ компании является наличие собственного сборочного производства, позволяющего выполнять полный комплекс измерений параметров микросхем с последующей их установкой в металлокерамические (для спецприменений) или пластмассовые корпуса, а также Испытательного технического центра микроприборов, осуществляющего измерения, анализ и испытания микросхем. В числе постоянных заказчиков на выполнение работ по проектированию, изготовлению и поставке микроэлектронных изделий значатся российские центры проектирования, научно-исследовательские институты, приборостроительные предприятия и объединения. Компания постоянно расширяет географию и сферу научно-технического сотрудничества, заключая долгосрочные договоры с научными учреждениями России, СНГ и зарубежными научными организациями. Поставка изделий осуществляется в адрес более 800 предприятий радиоэлектронной промышленности.

В 2014 г. АО «ПКК Миландр» совместно с Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и Томским государственным архитектурно-строительным университетом (ТГАСУ) одержали победу в конкурсе по созданию высокотехнологичного производства интеллектуальных приборов энергетического учета, разработанных и изготовленных на базе отечественных микроэлектронных компонентов, и гетерогенной автоматизированной системы мониторинга потребляемых энергоресурсов на их основе, выполняемом по Постановлению Правительства Российской Федерации № 218. Для выполнения работ по комплексному проекту АО «ПКК Миландр» и ТУСУР открыли Центр системного проектирования. В Центре системного проектирования, созданном на базе ТУСУРа, разрабатывается программное обеспечение для интеллектуальных приборов энергоучёта и комплексной системы автоматизированного сбора и обработки информации. Результаты работ Центра системного проектирования будут не только внедряться в производство, но и активно использоваться в учебном процессе ТУСУРа. Широкое внедрение совместных разработок АО «ПКК Миландр», ТУСУРа и ТГАСУ позволит снизить затраты населения за тепло- и электроэнергию на 15–20%.

Также АО «ПКК Миландр» активно проводит различные программы по взаимодействию с вузами: предоставляет вузам оборудование собственного производства и методические пособия для проведения практических занятий на все время сотрудничества. По окончании курсов проводится аттестация студентов, по результатам которой самые талантливые студенты получают сертификаты. Проект реализуется под эгидой импортозамещения, позволяет студентам российских вузов приобрести навыки работы с отечественной элементной базой и иметь преимущество при трудоустройстве в ведущие приборостроительные предприятия России.

В 2016 г. в ТУСУРе создана базовая кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем (МИТУС) с применением дистанционного обучения, которая сможет решать приоритетые задачи по интеграции образования и науки в производство. Компания нацелена на то, чтобы выпускники кафедры стали незаменимыми сотрудниками различных предприятий радиоэлектронной промышленности и были востребованными специалистами на современном рынке труда. Для этого АО «ПКК Миландр» предоставит своей кафедре самую актуальную материально-методическую базу и обеспечит другими возможными ресурсами компании.

Секция 13

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Сопредседатели секции: ***Кориков Анатолий Михайлович****, д.т.н., профессор, зав. каф. АСУ;*
Горитов Александр Николаевич*, д.т.н., профессор, профессор каф. АСУ*

УДК 004.415.2.043

М.В. Кучер, А.В. Серяков

Разработка программного модуля «Task Viber» для архитектуры программного обеспечения «COEX»

Представлено описание работы «Task Viber» – программного модуля, который извлекает информацию из десктопной версии мессенджера Viber для программного обеспечения «COEX».
Ключевые слова: мессенджер Viber, извлечение информации, «COEX».

Данный программный модуль разрабатывался под архитектуру программного обеспечения «COEX», разработанного для поиска и анализа информации на цифровых носителях при проведении компьютерных экспертиз. «COEX» написан на языке программирования QT C++. Программный модуль «Task Viber» разрабатывался на том же языке программирования. Исследовалась версия «Viber» 5.2 [1].

Программный модуль «Task Viber» получает точку монтирования жесткого диска, с которого, в отличие от операционной системы (в дальнейшем – ОС), проверяет папку «Viber PC» у всех пользователей в ОС (рис. 1).

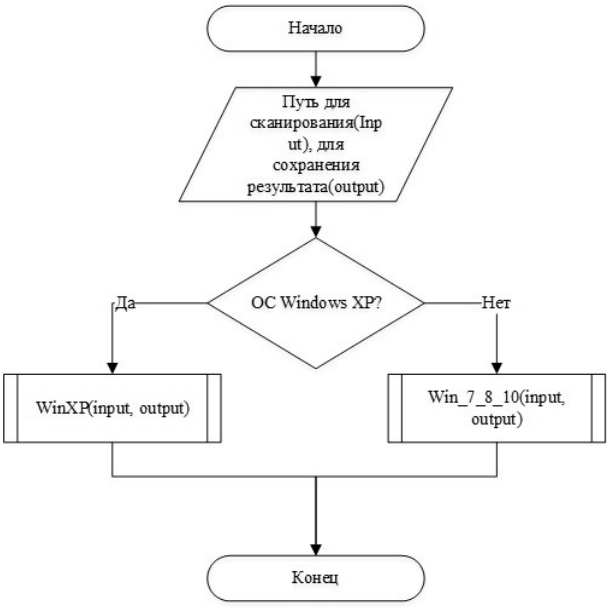


Рис. 1. Блок-схема плагина

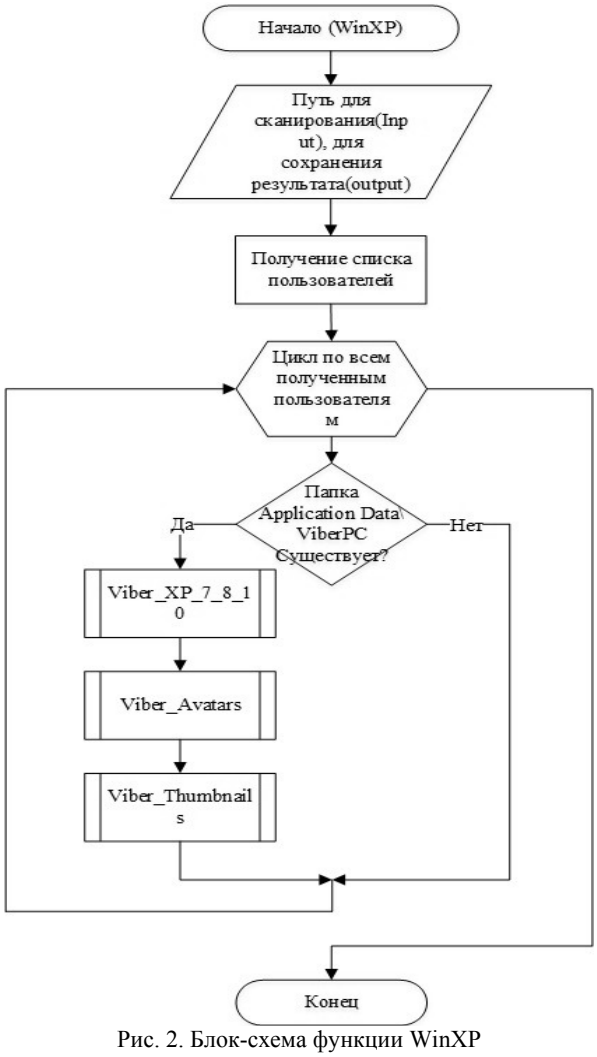


Рис. 2. Блок-схема функции WinXP

Если папка «Viber PC» существует, то программный модуль извлекает информацию из аккаунтов (рис. 2), под которыми авторизовались с данного компьютера (рис. 3). Всю найденную информацию программный модуль сохраняет по указанному пути программного обеспечения «COEX» (рис. 4).

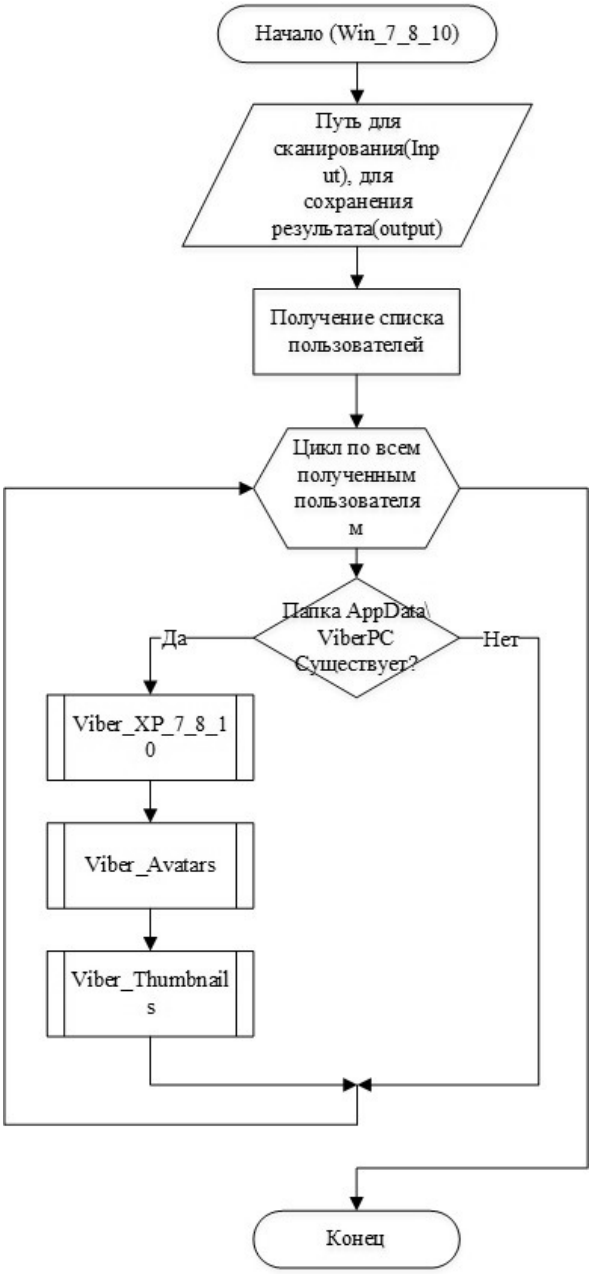


Рис. 3. Блок-схема Win_7_8_10

В папку «Avatars» копируются все найденные изображения пользователей. В папку «Thumbnails» копируются все изображения, которые были отправлены и получены в ходе переписки. В файле «Avatar Path.txt» находятся связи между изображениями пользователей, именами и номерами телефонов. В файле «Calls.txt» находятся описания звонков, которые осуществлялись через «Viber» (с кем был звонок, во сколько и кто кому звонил). В файле «Phone book.txt» находятся все номера телефонов и имена с мобильного телефона, на котором был зарегистрирован аккаунт в «Viber». В файле «Viber book.txt» находятся все номера телефонов и имена, которым можно позвонить через «Viber». В файле «Имя / номер messages.txt» содержится переписка с пользователем «Имя / номер» (с кем велась переписка, кто кому писал, что писал и во сколько писал).

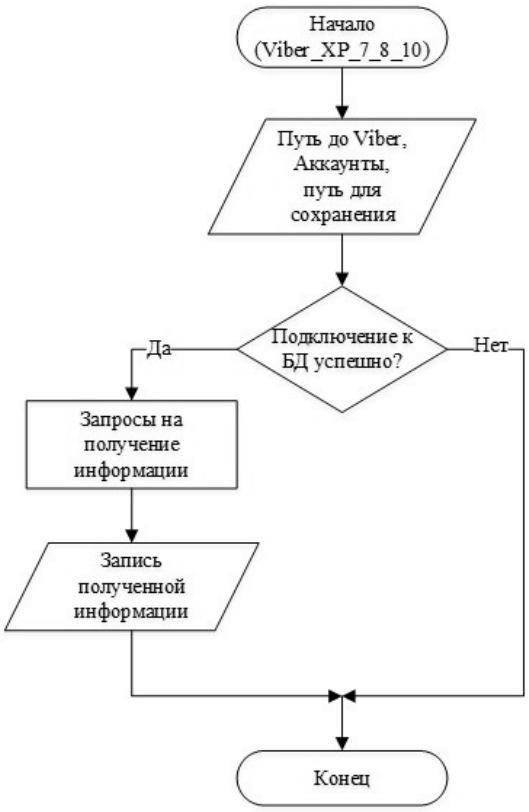


Рис. 4. Блок-схема Viber_XP_7_8_10

Расположения файлов мессенджера Viber

В зависимости от операционной системы у «Viber» разные пути установки. Для Windows XP: C:\Documents and Settings\%Username%\Application Data\ViberPC.

Для Windows 7, 8, 8.1, 10: C:\Users\%User–name%\AppData\Roaming\ViberPC (рис. 5).

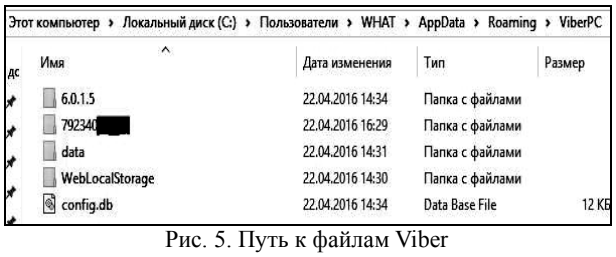


Рис. 5. Путь к файлам Viber

Описание содержимого папки «Viber PC»

При изучении содержимого папки «Viber PC» было обнаружено, что интересующая информация содержится в папках, название которых – номер телефона (рис. 6):

– папка «Avatars» содержит изображения пользователей;

– папка «Thumbnails» содержит все изображения, которые были отправлены и получены в ходе переписки;

– «viber.db» – база данных (далее БД), в которой хранится информация о контактах, переписках, звонках;

– БД «viber.db» имеет формат SQLite format 3 (рис. 7) [2].

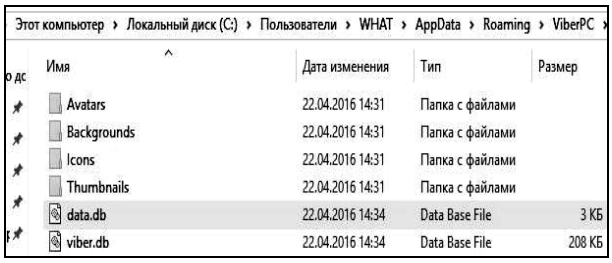


Рис. 6. Содержимое папки с номером телефона

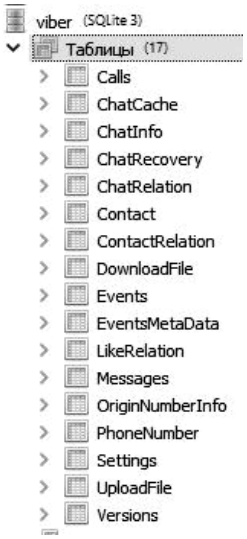


Рис. 7. Содержимое БД «viber.db»

SQL-запросы для получения информации

Чтобы получить все контакты и их имена, был написан следующий SQL-запрос [3]: Select ContactRelation.Number, Contact.FirstName from ContactRelation, Contact where Contact.ContactID = ContactRelation.ContactID.

Чтобы получить все контакты и имена, на которые можно позвонить в Viber, нужен следующий SQL-запрос: Select Contact.FirstName, ContactRelation.Number from contact, PhoneNumber, ContactRelation where PhoneNumber.IsViberNumber = 1 and PhoneNumber.Number = ContactRelation.Number and ContactRelation.ContactID = Contact.ContactID.

Чтобы связать изображение пользователя с номером телефона и именем, нужен следующий SQL-запрос: Select Contact.FirstName, ContactRelation.Number, OriginNumberInfo.AvatarPath From OriginNumberInfo, ContactRelation, Contact Where OriginNumberInfo.Number = ContactRelation.Number and ContactRelation.ContactID = Contact.ContactID.

Для получения информации о звонках, которые осуществлялись через Viber, нужен следующий запрос: select Contact.FirstName, Events.Direction, datetime(Events.TimeStamp, 'unixepoch') from Contact, Events, ContactRelation where Events.EventID = (select Calls.EventID from Calls) AND Events.Number = ContactRelation.Number and ContactRelation.Con–tactID = Contact.ContactID.

Для получения текста переписки с конкретным пользователем нужно знать его номер чата. Для получения всех номеров чата нужно воспользоваться следующим запросом: Select ChatInfo.ChatID, Contact.FirstName, ChatInfo.TokenFrom ChatInfo, ContactRelation, Contactwhere ChatInfo.Token = ContactRelation.Number and ContactRelation.ContactID = Contact.ContactID.

Зная номер чата, можно получить текст переписки: select Messages.Body, Contact.FirstName, Events.Direction, Messages.ThumbnailPath, datetime(Events.TimeStamp, 'unixepoch') from messages, Events, Contact, ContactRelation where Messages.EventID = Events.EventID and Events.Number = ContactRelation.Number and ContactRelation.ContactID = Contact.ContactID and Events.ChatID = @nomer_chata (рис. 8).

Рис. 8. Результат работы программного модуля

Заключение

Программный модуль «Task Viber» был написан и присоединен к «COEX». Он успешно прошел тестирование и справляется с поставленными задачами.

Литература

1. Viber [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.viber.com/ru/ (дата обращения: 02.03.2016).

2. Макс Шлее. Qt 4.5. Профессиональное программирование на C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – С. 259–267.

3. SQL-запросы и синтаксис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://codingcraft.ru/sql_queries.php (дата обращения: 17.03.2016).

УДК 004; 621.398; 681.5

М.Ю. Катаев, А.А. Бекеров, П.В. Шалда, Д.В. Медвецкий

Сравнение методов обнаружения изменений временного хода вегетационного индекса NDVI

В настоящее время данные космических съемок доступны широкому кругу пользователей и активно применяются в различных областях деятельности человека. Одна из основных областей применения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – получение информации о состоянии окружающей среды. В последнее время, когда состояние окружающей среды стремительно изменяется, стал особенно актуальным мониторинг окружающей среды. В работе рассматривается метод нормализации временного хода вегетационного индекса с учетом априорной информации.

Ключевые слова: спутниковые данные, спектральные каналы, вегетационный индекс, априорная информация.

Очень важной частью слежения за экологической обстановкой какого-либо участка земной поверхности является выявление изменений различных объектов, находящихся на исследуемой поверхности (леса, поля, болота и т.п.). В настоящее время благодаря использованию ДЗЗ существует возможность получать детальную информацию о свойствах этих объектов, а следовательно, можно заметить даже малейшее их изменение.

Основной проблемой при выявлении изменений исследуемой поверхности является корректное вычисление этих изменений. При наличии одних только снимков поверхности за различные временные точки визуально определить все произошедшие изменения невозможно, так как могут существовать незаметные, но значимые изменения, которые в будущем скажутся на состоянии экологии. Данная проблема решается с использованием географических информационных систем (ГИС).

Методы поиска изменений

В различных приложениях области ДЗЗ изменения определяются как компоненты, несущие в себе информацию о степени изменения той или иной площади покрывающей поверхности.

Наиболее общая схема выявления изменений для данных ДЗЗ включает в себя следующие пункты:

- Выбор метода, например разница или отношение изображений.
- Определение решающей функции (операции для получения решения, т.е. определение изменений по сравнению с отсутствием изменений).

А сам процесс выявления изменений можно разделить на следующие этапы:

- Предварительная обработка.
- Выбор техники выявления изменений.
- Оценка точности результатов.

Этап предварительной обработки решает вопросы, связанные с радиометрической, атмосферной и геометрической коррекциями. Очень важно использовать данные, полученные от одного сенсора и имеющие одинаковые радиометрические и пространственные разрешения. Также является желательным получение данных, поставляемых с метаданными, чтобы была возможность устранять эффекты, снижающие качество снимка, например угол солнца, фонологическая разница, времена года и т.п. Коррекции необходимы, чтобы минимизировать воздействие всех вышеперечисленных факторов. Регистрация изображения (геометрическая регистрация) и радиометрическая коррекция являются, пожалуй, наиболее важными и необходимыми шагами для методов выявления изменений. Точная геометрическая регистрация между разновременными изображениями имеет важнейшее значение, так как она помогает избежать ложных результатов, таких как смещения подстилающей поверхности, что в свою очередь вызовет, то что некоторые области будут ложно отмечены как измененные. Как правило, большинство исследований выявления изменений требуют от геометрической регистрации точности субпикселя. Радиометрическая коррекция предназначена для исправления ошибок, вызванных изменениями характеристик сенсора, атмосферным состоянием, углом падения солнечных лучей и угла обзора датчика.

Выбор подходящего метода выявления изменений связан с целью исследования. Некоторые методы, такие как разница или отношение изображений, могут обеспечить только бинарный результат: какие области содержат изменения, а какие – нет. Для получения детальной матрицы изменений (направление изменений), необходимой для изучения, лучше подойдут различные методы, способные обеспечить данный результат, например послеклассификационное сравнение. Также при выборе метода выявления изменений важной характеристикой является площадь исследуемой области. Множество алгоритмов, основанных на попиксельной работе не подойдут для изучения целого снимка сверхвысокого разрешения, так как на работу алгоритма в таком случае будет тратится очень большое количество времени. И, следовательно, для данных случаев лучше использовать объектно-ориентированные методы.

Пиксель является основной единицей анализа изображения и ранних используемых методов выявления изменений данных ДЗЗ. В изображении пиксель является минимальной анализируемой величиной, и в данные методы, используя спектральные характеристики для обнаружения и оценки изменений, в основном не учитывается пространственный контекст.

Существуют различные методы предварительной классификации с целью дальнейшего выявления изменений, которые основаны на алгебре изображений. В список этих методов входят следующие: разница изображений, отношение изображений, регрессионный анализ, различные вегетационные индексы, анализ вектора изменений, метод главных компонент, преобразование Tasseled Cap. Уровни информации об изменении, полученные от сенсорного прибора, удаленно могут быть классифицированы как определение изменений как бинарного значения (есть изменения или нет) и определение изменений с детальной информацией о характеристиках этих изменений, называемых «откуда–куда» изменениями, например, в методе послеклассификационного сравнения. Получение детальной информации «откуда–куда» в основном требуется в подробных аналитических исследованиях, однако простые бинарные изменения чаще описываются для каких-либо исследований. Классификация на основе сравнения для детальной оценки изменений (послеклассификационное сравнение и композитная или прямая разновременная классификация) является, пожалуй, наиболее распространенной методологией, принятой в исследованиях выявления изменений, которые могут включать в себя как пиксельные, так и объектные методы. Также существуют методы машинного обучения (искусственные нейронные сети, метод опорных векторов, дерево принятия решений) и ГИС-ориентированные методы.

Самый распространенный метод – разность двух изображений. Два точно совместимых разновременных изображения используются для получения результирующего изображения, представляющего изменения, произошедшие между этими двумя снимками. Различие могут быть измерены либо непосредственно по радиометрическим значениям пикселей, либо по уже извлеченным, трансформированным, обработанным изображениям, например по текстурным или вегетационным индексам. Математически разность изображений выглядит следующим образом: $I_d(x, y) = I_2(x,y) - I_1(x, y)$, где I_1 и I_2 – изображения со значениями времен t_1 и t_2 соответственно с одинаковыми координатами (x, y); I_d – разница этих двух снимков.

Не менее популярным является и отношение изображений: $I_r(x, y) = I_2(x, y)/I_1(x, y)$.

Часто сравниваются не сами изображения, а коэффициенты уравнения линейной регрессии: $I_2(x, y) = a + b \cdot I_1(x, y)$.

Метод сравнения изображений

Данный алгоритм является довольно быстрым, но для него необходимо проводить предварительную классификацию входных изображений. Благодаря этому появляется возможность получить матрицу изменений, по которой можно судить об изменениях в целом, происходящих на исследуемой поверхности.

Данный алгоритм весьма компактен и состоит из следующих этапов:

1. На вход подаются два изображения разных временных отрезков одной местности. Далее происходит контролируемая классификация этих двух снимков независимо друг от друга. Важно использовать именно контролируемую классификацию, так как при неконтролируемой заранее не известны центры классов и, следовательно, результаты с проведением ряда испытаний будут каждый раз разные.

2. Далее два классифицированных изображения сравниваются, стоит заметить, что методы сравнения могут быть разными, но наиболее часто используемым является простое вычитание одного из другого. Итогом сравнения является растер, который несет в себе информацию об изменениях. Также на данном этапе происходит формирование матрицы изменения: при вычитании значений двух растров происходит анализ, какое было значение и какое стало.

3. Растер, полученный на предыдущем этапе, может быть дополнительно обработан для более точного отображения данных, например: градация изменений или простая классификация изменений по определенным типам.

Исходные изображения и результат работы алгоритма после классификационного сравнения представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

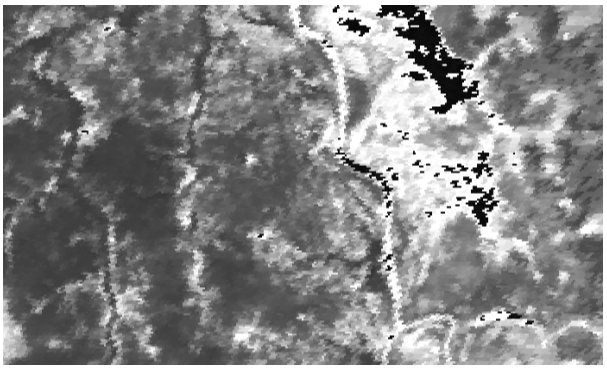


Рис. 1. Изображение NDVI за 01.01.2010

Рис. 2. Изображение NDVI за 31.12.2010

Сравнение результатов вычисления изменений между космическими изображениями (рис. 3–5) показывает, что все они существенно отличаются друг от друга детальностью, количеством светлых и темных тонов. В этом состоит самая главная сложность, возникающая при анализе полученных изменений различными методами.

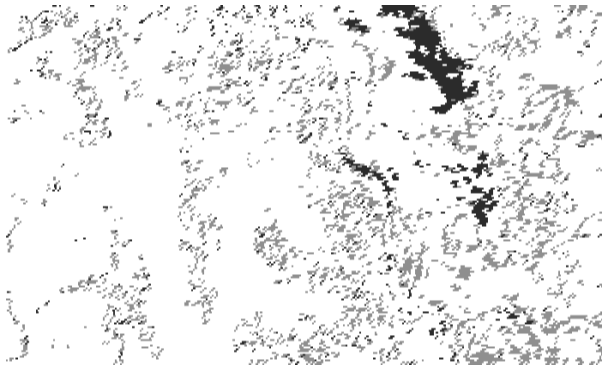


Рис. 3. Результат разности изображений

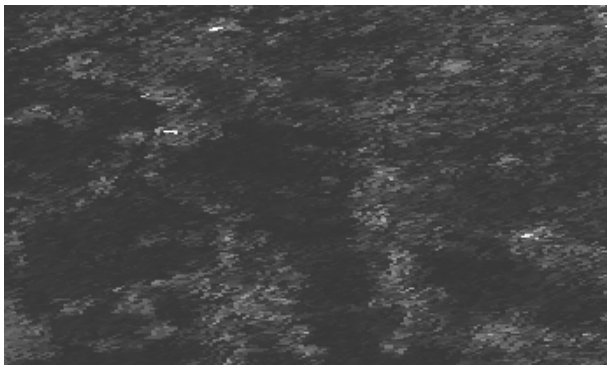


Рис. 4. Результат деления изображений

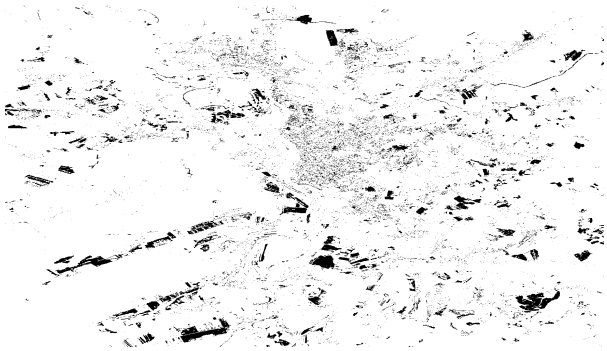


Рис. 5. Результат вычисления коэффициента линейной регрессии

Литература

1. Lu D. Change detection techniques / D. Lu, P. Mausel, E. Brondízio, E. Moran // International Journal of Remote Sensing. – 2004. – Vol. 25. – P. 2365–2401.

2. Катаев М.Ю. Обнаружение экологических изменений природной среды по данным спутниковых измерений / М.Ю. Катаев, А.А. Бекеров // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27, № 7. – С. 652–656.

3. Катаев М.Ю. Интернет-информационная система накопления, обработки и анализа спутниковых данных MODIS / М.Ю. Катаев, А.А. Бекеров, А.К. Лукьянов // Доклады ТУСУРа. – 2015. – № 1(35). – С. 93–99.

УДК 004.046

М.А. Хвостенко, Е.М. Луговская, А.И. Назарова, Д.И. Рубанов

Проектирование процесса управления страницей организации на мультигородском информационно-справочном портале «ЗнайГород»

Рассмотрен современный информационно-справочный портал «ЗнайГород». Изучены имеющиеся преимущества и недостатки предоставляемого сервиса. Предложены новые варианты управления страниц заведений. Описаны основные принципы и возможности работы с новой страницей организации на мультигородском портале «ЗнайГород».

Ключевые слова: личный кабинет, процесс управления, страница заведения, организация, информационно-справочные порталы, информационные порталы, управление информационными порталами.

Современный мир нельзя представить без Интернета. В целях экономии времени люди изо дня в день стремятся найти наиболее оптимальные и быстрые варианты решения своих проблем, обращаясь в Интернет за необходимой им информацией. Постоянными помощниками, удовлетворяющими информационные потребности людей, являются информационные порталы.

Информационный портал «ЗнайГород» представляет собой крупный веб-сайт, предоставляющий своим пользователям многообразие ресурсов и сервисов, обновление которых происходит в режиме реального времени. Основной целевой аудиторией, на которую ориентирован портал, являются жители Томской области. С помощью портала посетители сайта могут узнать следующую интересующую их информацию: актуальные скидки, последние новости, интересные конкурсы и предстоящие события [1].

Выявление недостатков в процессе добавления заведения

Несмотря на полноту предоставляемой информации, ее актуальность и своевременное обновление, портал имеет небольшой недостаток. Пользователи имеют личный кабинет и могут отправлять заявки на добавление организации, но управлять ею и действовать от ее лица они не имеют возможности. До создания страницы организации пользователи могли добавлять заведение только через специальную форму на сайте. Требовалось заполнить каждое поле информацией об организации, после этого ад-

министратор портала одобрял заявку, если она не была зарегистрирована ранее, и «вручную» добавлял заведение на сайт. Неудобство данного процесса заключалось в том, что он мог происходить только в рабочее время администратора, и, как следствие, организация могла быть внесена на портал только через некоторое время.

Помимо этого, если пользователи хотели добавить какую-либо дополнительную информацию об организации, логотип или фотографии, им приходилось приобретать пакет услуг сроком на год. В него входило оформление страницы заведения, два обзора, закрепление их на главной странице в течение недели и продвижение их в социальных сетях. Стоимость такого пакета была весьма высокой, что пугало пользователей. Если же они хотели только добавить логотип и описание, то, ознакомившись с условиями пакета, большинство отказывалось от этого из-за стоимости или ненужных им услуг.

Поэтому, чтобы сделать работу с организацией эффективнее, было решено реорганизовать процесс управления страницей заведения путем модернизации личного кабинета пользователя.

Новые возможности личного кабинета пользователя

Возникновение «личных кабинетов» на сайтах компаний фактически перенесло операционные процедуры по обслуживанию клиентов в сеть Интернет. Первым «личным кабинетом» стали электронные почтовые ящики, правда, таковыми они не назывались. Для обычного обывателя «личный кабинет» – это, в основном, удобный интерфейс получения определенных видов услуг: ведение счета, оплата услуг, накопление баллов корпоративной лояльности, выполнение заказов, обращение к определенным отделам поддержки клиентов и т.п. [2].

Организации создают личный кабинет, в первую очередь, для лучшего взаимодействия с клиентом. «Личный кабинет» в рамках информационного портала «ЗнайГород» – это раздел, позволяющий получить доступ к информации и права на добавление различного рода контента. Но так как на данный момент при работе с ним пользователь не имеет ряда возможностей, то для его увеличения был разработан процесс управления страницей заведения. В его рамках пользователь приобретает возможность создавать страницы заведения в своем личном кабинете в разделе «Мои организации». Это позволит: 1) добавлять от лица заведения афиши или скидки; 2) редактировать информацию о заведении; 3) управлять подписками; 4) следить за статистикой.

Разграничение прав на управление страницей организации

Если пользователь создает страницу организации, то автоматически получает права главного менеджера. При заполнении данных создатель может добавить менеджеров для организации из списка зарегистрированных на портале пользователей. Число менеджеров имеет ограниченный характер и не превышает пяти. Добавленные менеджеры, как и главный менеджер, имеют право редактировать информацию о заведении и могут добавлять различный контент в виде скидок, афиш и обзоров. Схема управления страницей организации представлена на рис. 1.

Рис. 1. Схема управления

Главный менеджер – пользователь, который обладает правом добавлять других менеджеров. Такой пользователь «привязан» к странице организации и в случае, если отсутствуют другие менеджеры, он не имеет возможности отказаться от правообладания страницей заведения, не удаляя ее. Чтобы сохранить страницу и отказаться от прав, пользователь может только добавить другого менеджера и передать ему права. Страница организации не может существовать без главного менеджера, если он один и удаляет свою страницу, то страница заведения будет удалена вместе с ним.

Менеджер – пользователь, имеющий возможность редактировать информацию о заведении и может беспрепятственно отказаться от прав.

Любой из менеджеров имеет право редактировать информацию о заведении, также, с целью привлечения клиентов, они могут приобрести один из платных пакетов услуг.

Описание пакетов услуг

Каждый из пакетов включает в себя набор прав на добавление определенного вида контента.

Разработано три вида пакетов: минимальный, базовый, полный. Набор инструментов, входящих в каждый из пакетов, представлен в таблице.

Состав пакетов услуг

	Минимальный	Базовый	Полный
Логотип	+	+	+
Краткое описание	+	+	+
Полное описание	–	+	+
Фотографии	–	+	+
Прайс	–	–	+
Уникальное брендивание и домен	–	–	+

Каждый из пакетов можно приобрести на определенный срок: месяц, полгода или год. Однако пользователь может приобрести и, например, пять месяцев, приобретая подписку 5*1 месяц. Также, если пользователь приобрел пакет, но хочет увели-

чить набор доступных инструментов, то он может доплатить разницу между пакетами. Важным условием является наличие предыдущего пакета. В случае, если он приобретает его не сразу, а в течение месяца, то инструменты станут доступны сразу же, но количество дней подписки будет таким же, как и предыдущего пакета.

Дополнительные услуги

Для более эффективного управления страницей заведения предоставляются статистические данные: 1) количество просмотров страницы заведения; 2) количество просмотров афиш, скидок и обзоров, добавленных организацией; 3) количество открытий номера телефона.

Также на портале станет возможно приобретение таких атомарных услуг, как, например, поднятие организации в списке или СМС-бронирование.

Заключение

Подводя итог, можно сказать, что процесс управления страницей организации, таким образом, станет более эффективным и легким. Пользователи самостоятельно смогут решить, какую информацию им добавлять и какие пакеты услуг необходимо приобрести в одностороннем порядке. Это значительно упростит процесс управления страницей и ее наполнением, что позволит сократить время на обслуживание, тем самым, возможно, повысив рентабельность организации.

Литература

1. Рубанов Д.И. Бакалаврская работа по направлению 231000.62 – Программная инженерия» на тему: Программный модуль справочника организаций информационного портала «ЗнайГород». – Томск, 2015. – 43 с.

2. Что такое «личный кабинет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hotlinesupport.ru/chto-takoe-lichnyj-kabinet, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

3. Информационный мультигородской портал «ЗнайГород» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://znaigorod.ru, свободный (дата обращения: 16.09.2016).

УДК 004.91

Мохаммедджавад Бушра Джабер М. Джавад, А.А. Пономарев

Современные способы организации электронной медицинской карты

Концепция электронных медицинских записей (ЭМК) связана со сложными задачами, сопроводительной документацией процессов обследования с помощью информационных технологий, диагностикой и лечением конкретного пациента, а также восстановлением здорового образа жизни и любой другой информацией, связанной со здоровьем конкретного индивидуума. Информация, собранная в ЭМК, необходима, в первую очередь, чтобы обеспечить непрерывность, преемственность и качество медицинской помощи, а также для своевременного принятия решений и других мер по обеспечению здоровья.

Ключевые слова: ЭМК, CDA, openEHR, анализ существующих стандартов для организации ЭМК.

Понятие «электронная медицинская карта» (ЭМК) связано с комплексом задач, охватывающих документирование с помощью информационных технологий различных медицинских процессов, таких как обследование, диагностика и лечение конкретного пациента, реабилитация, ведение здорового образа жизни и любой другой информации, связанной со здоровьем конкретного человека. Информация, собираемая в ЭМК, служит, в первую очередь, для обеспечения непрерывности, преемственности и качества оказания медицинской помощи, а также для проведения своевременной профилактики и иных мероприятий по обеспечению здоровья [1].

Применение ЭМК

В случае использования в медицинских организациях различной формы собственности, федеральных, территориальных и муниципальных органах управления здравоохранением, фондах обязательного медицинского страхования, других организациях, осуществляющих свою деятельность в области здравоохранения, необходимо использование общего стандарта с целью организации обмена этими данными [2].

Цели ЭМК

Основными целями создания и использования ЭМК являются:

- сбор и хранение в электронном виде максимально доступного объема информации о здоровье;
- оперативное предоставление доступа к этой информации уполномоченным медицинским работникам, самому индивиду и его законным представителям в максимально удобной и доступной для конкретного пользователя форме;
- использование накопленной информации в работе аналитических информационных систем, специализированных электронных сервисов, предназначенных как для медицинского персонала, так для самого индивида, и обеспечивающих общее увеличение уровня безопасности и качества медицинского обслуживания, а также повышение качества жизни и здоровья конкретного индивида.

Все перечисленные выше цели в соответствии с ГОСТ являются первичными и основными целями ведения электронных медицинских карт.

Ведение ЭМК может обеспечить выполнение дополнительных (вторичных) целей, которые могут

быть реализованы в соответствии с потребностями и возможностями конкретных медицинских организаций, органов управления здравоохранения или поставщиков услуг.

Анализ существующих стандартов для организации ЭМК

В настоящее время используются несколько хорошо зарекомендовавших себя способов организации ЭМК – Clinical Document Architecture (CDA) и openEHR.

CDA

Международным базовым стандартом медицинской документации является архитектура клинических документов Clinical Document Architecture, версия 3.0, разработанная комитетом Health Level Seven. В соответствии с требованиями, изложенными в данном стандарте, медицинский документ состоит из профиля аннотации и профиля локализации и содержит заголовок и тело документа [3].

Заголовок CDA-документа состоит из следующих данных:

- область применения документации;
- имя документации;
- шаблон;
- дата и время создания документации;
- уровень защищенности;
- язык;
- версия документа;
- персональные данные пациента;
- персональные данные врача;
- сведения о медицинском учреждении.

Текст документации состоит из информации, описанной в соответствии с стандартизированным электронным медицинским документом (МД). При этом информация может быть представлена как:

- структурированные записи в соответствии шаблоном XML;
- в произвольной форме (текстовый документ, изображение, видео, звук);
- внешняя ссылка на исходную информацию.

Вся клиническая информация сгруппирована внутри секций МД [9].

Элементы CDA способны описать одни и те же события различными способами.

Для обеспечения однозначного понимания описываемых событий между каждым звеном электронного обмена применяется шаблонный механизм. Шаблоны являются дополнительным ограничением CDA и определены OID-номером.

Документация автоматически анализируется на наличие ссылки на шаблон, а также на предмет соответствия этому шаблону. Система шаблонов имеет огромный потенциал к дальнейшему развитию и модернизации.

В качестве примера внутренних справочников ЭМК можно привести:

- тип диагноза;
- параметр визуального осмотра;
- тип документа о временной нетрудоспособности;
- виды аллергии (непереносимости).

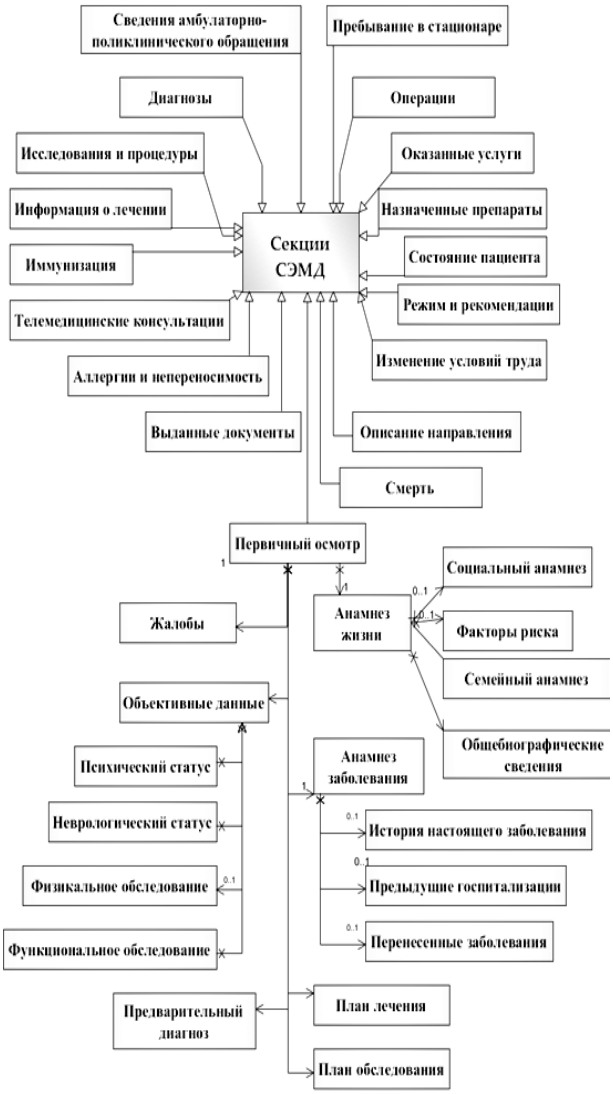


Рис. 1. Дерево шаблонов МД

OpenEHR

OpenEHR – это виртуальное сообщество, которое работает над средствами превращения данных о состоянии здоровья от физической формы в электронную, обеспечивая совместимость таких данных [4].

В качестве достоинств такого подхода выделяют [5]:

- простую, за счет использования архетипов, интуитивно понятную для врачей модель;
- соответствие стандарту ISO / TS 13808;
- возможность передачи в виде сообщений HL7v2;
- возможность с преобразованием в CDA.

В качестве недостатков выделяют:

- недостаток смысловой строгости и отсутствие онтологии;
- недостаточную поддержку семантических связей между архетипами;
- слабую распространенность и отсутствие положительного опыта реализации средних и крупных систем;
- нестабильность и изменяемость спецификации стандарта;

▪ сложность создания взаимосвязанной и логически не пересекающейся модели;

▪ слабую поддержку со стороны официальных разработчиков стандартов, таких как SNOMED CT или ISO 13606.

ГОСТ 52636–2006

Существующая нормативная база в области реализации медицинского документооборота направлена в первую очередь на выполнение формальных требований по содержательной части, во вторую очередь – на её функциональные возможности, в третью очередь – на достижение необходимой производительности готового решения. Вопросы же внутреннего устройства системы и организации ЭМК по-прежнему остаются без внимания.

В России с 1 января 2008 г. действует национальный стандарт «Электронные истории болезни. Общие положения» (ГОСТ Р 52636–2006), который описывает концепцию EHRs и требования к нему.

Основные проблемы в управлении электронных медицинских записей [6]:

▪ неизменность данных;

▪ контроль доступа и обеспечение конфиденциальности данных;

▪ разрешение коллизий с многопользовательским доступом;

▪ авторство записей подтверждается.

Отечественный стандарт организации ЭМК по сути представляет собой организацию классической бумажной истории болезни в электронном виде.

Такой продукт стал естественным результатом автоматизации и компьютеризации медицинских учреждений, и их появление ознаменовало переход от обычной истории болезни с помощью электронных документов к признанию электронной формы медицинской документации легитимной.

Вывод

Российский формат истории болезни представляет собой упрощенный вариант международных форматов, который для использования в реальных МИС должен быть существенно доработан.

Литература

1. Информационные технологии в медицине [Электронный ресурс]. – http://medconfer.com/node/1764 (дата обращения: 30.09.2016).

2. Проект национального стандарта «электронная медицинская карта». Основные принципы, термины и определения.

3. Емелин И.В. О стандартах электронного обмена медицинскими документами // Компьютерные технологии в медицине. – 1996. – № 1. – С. 44–48.

4. An open domain – driven platform for developing flexible e-health systems [Электронный ресурс]. – http://www.openehr.org/what_is_openehr# (дата обращения: 30.09.2016).

5. Сравнительный анализ HL7 и openEHR [Электронный ресурс]. – https://habrahabr.ru/post/257883 (дата обращения: 30.09.2016).

6. ГОСТ Р 52636–2006 [Электронный ресурс]. – http://www.resortsoft.ru/publications/gost52636.html (дата обращения: 30.09.2016).

УДК 621.805.08

А.Н. Горитов, М.Ф. Молокова

Исследование динамических характеристик манипулятора

Рассмотрена модификация системы моделирования РАУМС. Модификация системы включает модификацию модели компонентов и внедрение в систему блока по расчёту динамических характеристик робота-манипулятора. Реализованный алгоритм основан на методе Лагранжа–Эйлера и позволяет решать прямую и обратную задачи динамики. Результат выполнения расчётов представлен в виде графика и таблицы изменения динамических характеристик в момент времени. В результате разработки модуля были расширены возможности моделирования в плане анализа динамических характеристик робота.

Ключевые слова: робототехника, робот, робот-манипулятор, прямая задача динамики, обратная задача динамики, метод Лагранжа–Эйлера, динамические характеристики, система РАУМС.

В настоящее время робототехника обладает большой сферой применения. Роботы получили широкое распространение в различных сферах деятельности человека. Роботов используют для изучения океана, сварки различных деталей, а также в медицине, атомной промышленности и в быту. Однако создание самого робота, его проектирование и моделирование – довольно долгий и трудоёмкий процесс. Поэтому для повышения эффективности разработаны специальные программы, позволяющие создавать модель робота. Одной из таких сред является система автоматизированного моделирования управляемых механических систем РАУМС. Система РАУМС позволяет моделировать робот и внешнюю среду. Она решает многие задачи, такие как контроль на отсутствие столкновений, движения при заданных пространственных ограничениях, проверка на выполнение условий собираемости и поиска оптимальных компоновочных решений [1]. Однако при проектировании также важно знать динамические характеристики исследуемого объекта.

Цель работы заключается в разработке алгоритма решения прямой и обратной задачи динамики и его реализации в системе моделирования РАУМС.

Для достижения поставленной цели необходимо изучить структуру системы РАУМС, разработать блок по расчёту динамических характеристик и интегрировать разработанный блок в систему РАУМС.

Для моделирования движения манипулятора необходимо знать уравнения динамики. Уравнения динамики бывают двух видов: прямые и обратные. Прямая задача динамики: по заданному характеру движения определить действующие на тело силы. Обратная задача динамики: по заданным силам определить характер движения тела. Существует несколько методов, позволяющих вычислить уравнения динамики, такие как Лагранжа–Эйлера, Ньютона–Эйлера [2], Гаусса [3]. Метод Лагранжа–Эйлера позволяет получить удобную для анализа форму уравнений движения. Метод Ньютона–Эйлера позволяет получить чрезвычайно эффективную систему уравнений, с вычислительной точки зрения, однако такая форма представления мало пригодна для анализа. Метод Гаусса является итерационным методом решения получаемых линейных уравнений. Однако по числу арифметических операций этот метод нельзя назвать экономным. Так как для нас важна не только точность решения, а также время расчётов и форма уравнения, то для расчётов использовался метод Лагранжа–Эйлера.

Запишем уравнение Лагранжа–Эйлера для поиска динамических характеристик (1):

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}\right]-\frac{\partial L}{\partial q_i}=\tau_i. \qquad (1)$$

В уравнении (1) L-функция Лагранжа, $L=K-P$; K – полная кинетическая энергия манипулятора; P – полная потенциальная энергия манипулятора; q_i – обобщённые переменные манипулятора; $\dot{q}_i$ – первая производная по времени обобщённых переменных; τ_i – обобщённые силы или моменты, создаваемые в i-сочленении для реализации заданного движения i-го звена.

Уравнение (2) описывает динамику движения робота в векторном виде:

$$\tau_i=\sum_{k=1}^{n} D_{i,k}\ddot{q}(t)_k+\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} h_{i,k,m}\dot{q}(t)_k\,\dot{q}(t)_m-c_i, \qquad (2)$$

где τ_i – обобщённые силы в i-м сочленении для реализации движения i-го звена; $D_{i,k}$ – определяется формулой (3), устанавливает связь действующих в сочленениях сил и моментов с ускорениями присоединённых переменных; $h_{i,k,m}$ – определяется равенством (4) и (5), устанавливает связь действующих в сочленениях сил и моментов со скоростями изменения присоединенных переменных; c_i – определяется равенством (6), учитывает силу тяжести, действующую на каждое из звеньев манипулятора; $\ddot{q}(t)_k$ – обобщённое ускорение; $\dot{q}(t)_m$ – обобщённая скорость; n – количество звеньев робота-манипулятора.

Коэффициенты D_{ik} определяются равенством

$$D_{ik}=\sum_{j=\max(i,k)}^{n} Tr(U_{jk}\,J_j\,U_{ji}^{T}),i,k=\overline{1,n}. \qquad (3)$$

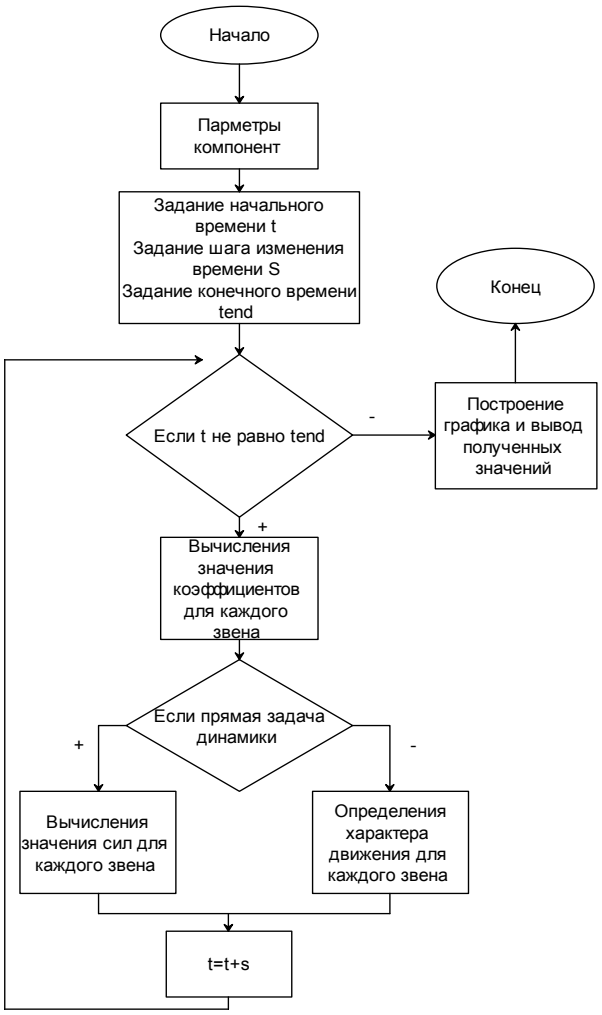


Рис. 1. Общий алгоритм

Коэффициенты h_{ikj} определяются равенством

$$h_{ikj}=\sum_{j=\max(i,k,m)}^{n} Tr(U_{jkm}J_jU_{ji}^{T}),i,k,m=\overline{1,n}, \qquad (4)$$

$$h_i=\sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} h_{ikm}\dot{q}_k(t)\,\dot{q}_m(t),\ i=\overline{1,n}, \qquad (5)$$

где U_{ji}^{j} – матрица, описывающая изменения положения i-го звена, вызванные движением в j-м сочленении манипулятора; J_j – матрица моментов инерции j-го звена; Tr – след полученной матрицы. Коэффициенты c_i, определяемые равенством

$$c_i=\sum_{j=i}^{n}(-m_j g U_{ji}^{j}\overline{r}_j),i=\overline{1,n}, \qquad (6)$$

где m_j – масса j-го звена; U_{ji}^{j} – матрица, описывающая изменения положения i-го звена, вызванное движением в j-сочленение манипулятора; $\overline{r}_j$ – вектор центра масс i-звена в собственной системе отсчёта; g – сила тяжести, действующая на каждое из звеньев манипулятора [2].

Для решения обратной задачи динамики уравнение (2) примет следующий вид:

$$\ddot{q}(t)_i = \frac{(\tau i - \sum_{k=1}^{n}\sum_{m=1}^{n} h_{ikm}\dot{q}_k\dot{q}_m - c_i)}{\sum_{k=1}^{n} D_{i,k}}, i=\overline{1,n}. \quad (7)$$

Значения обобщённой переменной и её производной вычисляются следующим образом:

$$\dot{q}(t+\Delta t)_i = \dot{q}(t)_i + \ddot{q}(t)_i \cdot \Delta t, i=\overline{1,n}, \quad (8)$$

$$q(t+\Delta t)_i = q(t)_i + \dot{q}(t)_i \cdot \Delta t, i=\overline{1,n}, \quad (9)$$

где Δt – изменение времени.

Общий алгоритм решения прямой и обратной задачи динамики изображён на рис. 1.

Более подробный алгоритм нахождения обобщённых сил изображён на рис. 2.

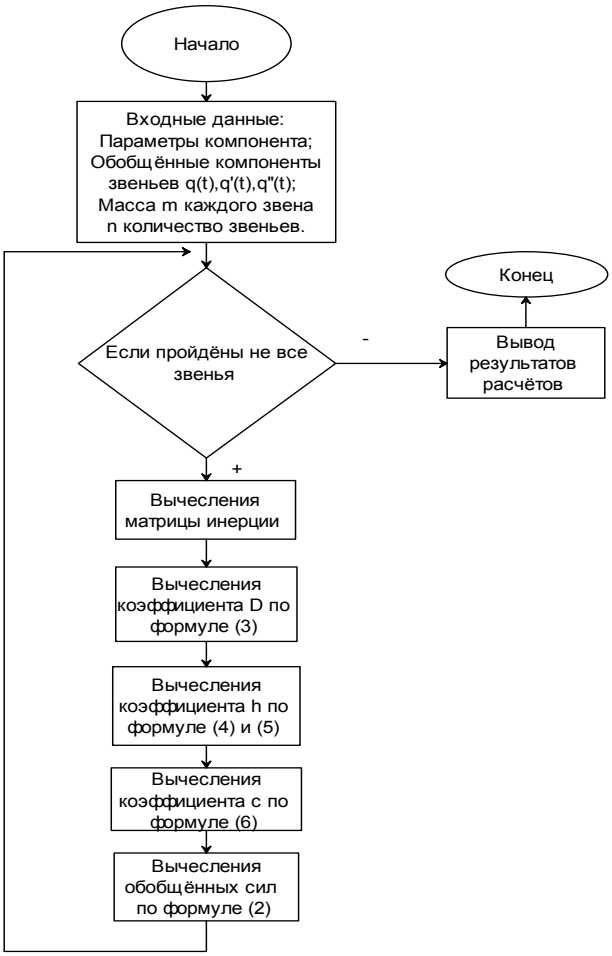


Рис. 2. Алгоритм нахождения сил и моментов

Более подробный алгоритм определения характера движения для звеньев изображён на рис. 3.

Описание исследуемого объекта строится на основе его компонентного представления. Формирование уравнения Лагранжа–Эйлера потребовало модификации программных модулей. Они были дополнены блоками формирования матрицы инерции. Кроме того, разработано два новых модуля: один, отвечающий за решения прямой задачи динамики, и второй, отвечающий за решение обратной задачи динамики. Результаты выполнения расчётов выводятся в виде таблицы и графика.

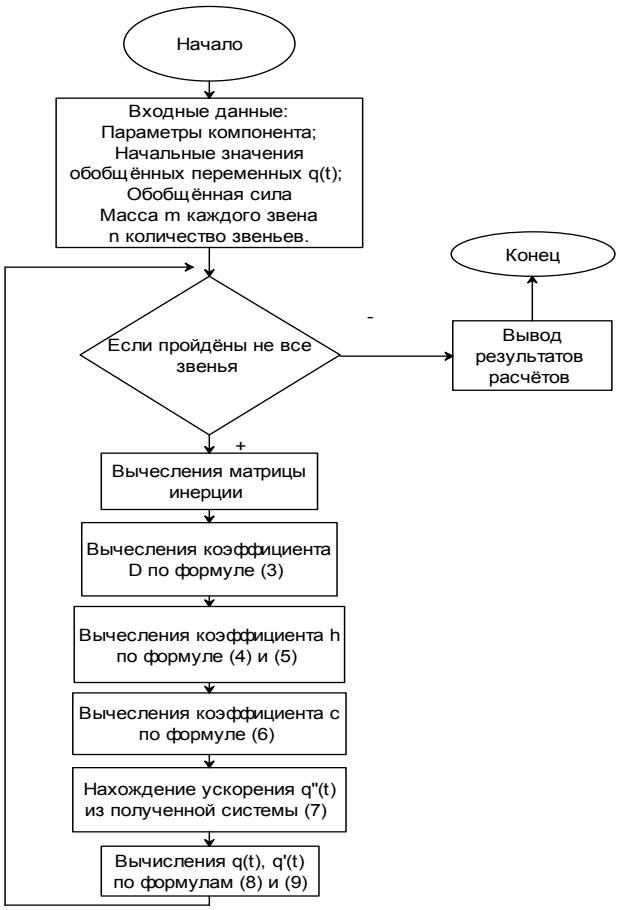


Рис. 3. Алгоритм определения характера движения звеньев

На рис. 4 и 5 представлены примеры расчёта обобщённой силы для манипулятора с двумя вращательными звеньями.

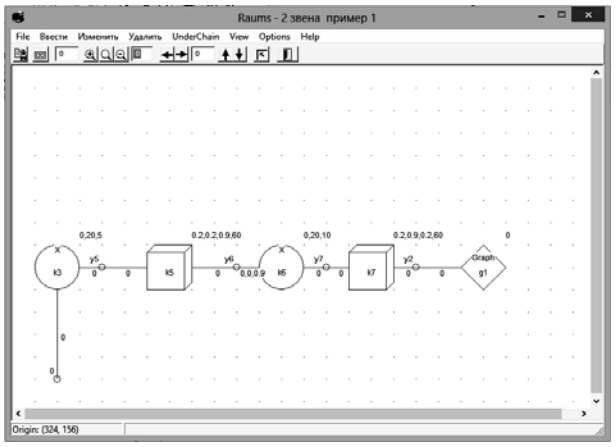


Рис. 4. Компонентная цепь манипулятора

Заключение

В результате выполненной работы был изучен метод решения прямой и обратной задачи динамики на основе уравнения Лагранжа–Эйлера. Разработан алгоритм формирования уравнения Лагранжа–

Эйлера для произвольного манипулятора. Разработан метод решения уравнения Лагранжа–Эйлера. Выполнена модификация модулей системы РАУМС для того, чтобы обеспечить формирование и решение уравнения Лагранжа–Эйлера.

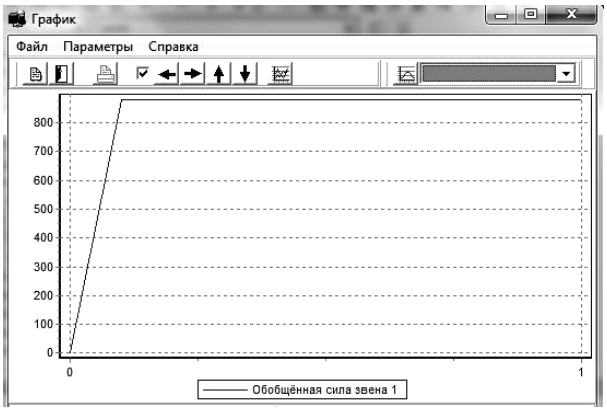


Рис. 5. Результат расчётов обобщённых сил для звена *k*2

Разработанный модуль позволяет для произвольного робота-манипулятора автоматически составлять уравнения и решать как прямую, так и обратную задачу динамики; находить обобщённые силы, которые необходимо задать для перемещения звеньев манипулятора по заданной траектории при решении прямой задачи динамики; вычислить траекторию движения, скорость и ускорения каждого звена манипулятора при решении обратной задачи динамики.

Литература

1. Горитов А.Н. Моделирование манипуляционных робототехнических систем в условиях неполной информации о внешней среде. – М.: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2005. – 276 с.

2. Гонсалис Фу К., Ли К.Р. Робототехника / под ред. В.И. Градетского. – М.: Мир, 1989. – 624 с.

3. Фролова К.В. Механика промышленных роботов: учеб. пособие для вузов: в 3 кн. – Кн. 1: Кинематика и динамика. – М.: Высш. шк., 1988. – 304 с.

УДК 681.53

Н.М. Олиферович

Изучение гармонической и меандровой идентификаций для технологических объектов в реальном времени

Представлены результаты исследования по определению динамических характеристик технологических объектов с нестабильными параметрами, изменяющими свои свойства в процессе эксплуатации в широком диапазоне. Для определения динамичесих характеристик таких объектов предлагается использовать в качестве воздействия смесь гармонических сигналов, подобранных таким образом, чтобы попадать в области значительных изменений амплитудно-частотных характеристик. В то же время вторичные гармоники, которые образуются при прохождении сигнала через выходной цифроаналоговый и входной аналогово-цифровой преобразователи, должны по минимуму попадать в спектр других гармонических сигналов. Выделение сигнала предполагается производить путем квадратурной демодуляции. Также проведено математическое моделирование в пакете Matlab гармонической и меандровой идентификаций.

Ключевые слова: квадратурный демодулятор, амплитудно-частотная характеристика, гармоническая и меандровая идентификации, контрольная гармоника.

На практике большое количество технологических процессов, особенно связанных с процессами тепло- и массообмена, изменяют свои свойства в процессе эксплуатации. Это обусловлено следующими факторами: распределенностью параметров температуры и концентрации; нелинейными свойствами этих процессов. Особенно это касается объектов с широким диапазоном регулирования. Для таких систем коэффициенты эквивалентных передаточных функций по каналам стабилизации могут изменяться в процессе эксплуатации на порядок. Подобрать настройки регулятора, которые обеспечат приемлемое качество переходного процесса, в таких условиях практически невозможно и, следовательно, для поддержания стабильности технологических режимов требуется одновременно с регулированием проводить идентификацию параметров объекта управления.

Цель исследования

С целью определения динамических характеристик технологических процессов предлагается воздействовать на объект смесью гармонических сигналов, выбранных таким образом, чтобы они находились в области значительных изменений амплитудно-частотных характеристик (АЧХ), и в то же время вторичные гармоники, которые образуются при прохождении сигнала через выходной цифроаналоговый и входной аналогово-цифровой преобразователи, по минимуму попадали в спектр других гармонических сигналов. Выделение сигнала предполагается производить путем квадратурной демодуляции [1].

Пропустив гармонический сигнал через квантователь по уровню, можно получить следующие зависимости вторичных гармоник: 3, 5, 7, 9, 11, 21, 31 отнесенных к амплитуде первой гармоники, от ко-

личества разрядов N, которые преподают на размах полезного сигнала (рис. 1).

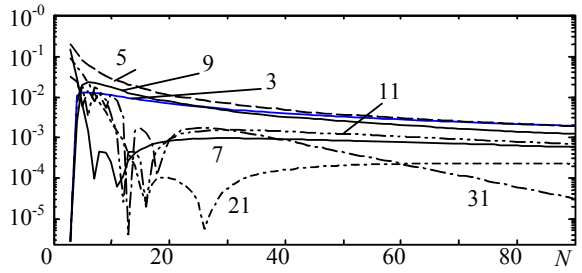


Рис. 1. Отношение амплитуды гармоник 3, 5, 7, 9, 11, 21, 31 к амплитуде первой гармоники в зависимости от количества разрядов при падающем на размах гармоническом сигнале

Математическое моделирование системы в пакете MatLab

С целью сравнения возможностей определения в реальном времени динамики технологических объектов в условиях ограничения на количество разрядов на выходе, для апериодического объекта третьего порядка с постоянными временами 150; 50; 16,7 с было проведено математическое моделирование в Matlab гармонической (ГИ) и меандровой (МИ) идентификации. На рис. 2 представлены результаты моделирования системы с учетом подбора настроек пропорционально-интегрального регулятора, который был проведен с использованием минимизации критерия [2] с расчетом на отсутствие колебательности переходного процесса.

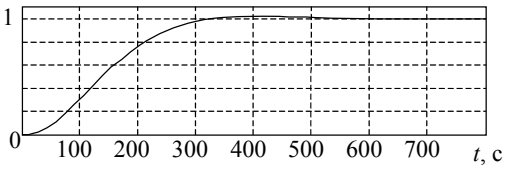


Рис. 2. Переходный процесс объекта управления

Далее были выбраны контрольные гармоники (КГ), при этом руководствовались таким диапазоном частотной характеристики, который обеспечит максимальное изменение коэффициента передачи частотной характеристики объекта (рис. 3).

Первоначально выбиралась самая высокочастотная КГ1, затем более низкочастотная, такая, чтобы высокочастотная КГ находилась между вторичными гармониками низкочастотной. Далее выбиралась еще более низкочастотная, опять же с условием отдаления ее спектра от уже выбранных (рис. 4), в частности, в эксперименте использовались КГ с частотами 0,274; 1,23; 2,03; 3,52 мГц.

Частота меандрового сигнала была выбрана из условия выхода объекта на стационарное состояние с погрешностью не выше 0,5% и составила 0,2604 мГц. В ходе эксперимента определяемые гармоники меандрового сигнала (МС) выбирали исходя из близости к КГ гармонической идентификации, в частности, 1, 5, 8 и 14 (рис. 3). Амплитуда МС ±1.

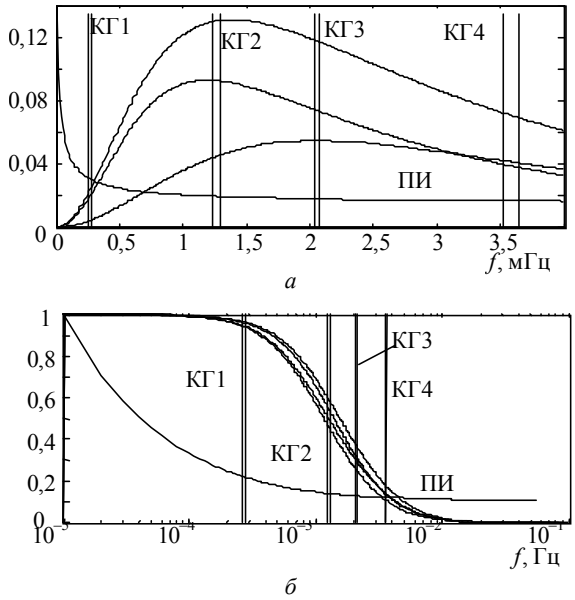


Рис. 3. Относительные изменения АЧХ – *а*; АЧХ объекта – *б* при вариации его постоянных и положения выбранных КГ для ГИ (сплошные линии) и МИ (штрихпунктирные) и АЧХ ПИ-регулятора

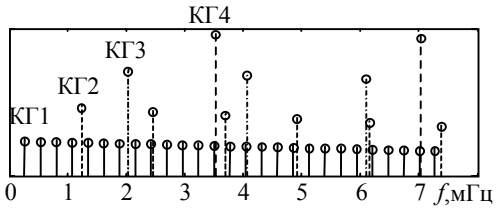


Рис. 4. Амплитудно-частотная характеристика объекта при вариации его постоянных и положения выбранных четырех КГ для ГИ (сплошные вертикальные линии) и МИ (штрихпунктирные вертикальные линии)

Амплитуды КГ подбирались таким образом, чтобы на выходе путем перерасчета получались одинаковые значения, исходя из коэффициентов передачи по АЧХ объекта. Суммарная мощность четырех КГ регулировалась общим коэффициентом так, чтобы она была равна мощности МС. Отдельно проводилось моделирование при уменьшении общего коэффициента на 0,5 (ГИ05). Фрагмент тестовых сигналов при дискретизации по уровню 0,5 и без дискретизации показан на рис. 5.

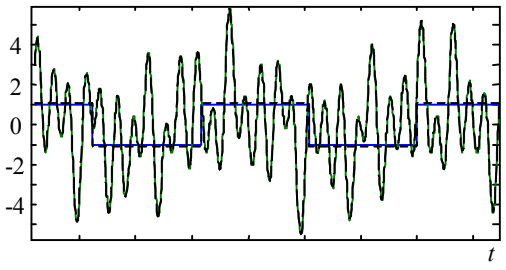


Рис. 5. Фрагмент тестовых сигналов

Далее производился раздельный анализ возможности идентификации объекта при отсутствии обратной связи и с обратной связью, при добавлении

тестового сигнала (ТС) после регулятора либо по каналу задания (SP) (рис. 6).

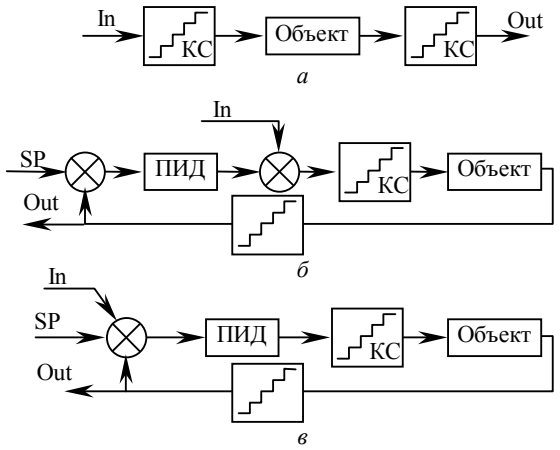


Рис. 6. Структуры моделирования: при отсутствии обратной связи (S1) – *а*; с обратной связью, при подаче ТС после регулятора (S2) – *б*; с обратной связью, при подаче ТС по каналу задания (S3) – *в*. In – точка приложения ТС; Out – выходной сигнал для анализа

Уровень квантователя (разница между соседними значениями) менялся синхронно на входе и на выходе с выбором точек по логорифмической зависимости от минимальных значений до 0,514, т.е. немного больше уровня половины МС. Моделирование ГИ и МИ производилось при одном уровне квантователя в рамках одной модели Simulink для обеспечения одинаковой точности. Моделирование проводилось на промежутке, достаточном для выхода сигналов квадратурных демодуляторов на стационарное значение. Амплитуда и фаза сигналов определялись как среднее значение последних 1000 точек. Также производилась оценка дисперсии значений.

Анализ результатов показал, что предложенный способ ГИ имеет большую точность в определении динамики в режиме реального времени. Из всех структур наилучшую точность показывает вариант идентификации без обратной связи S1. Наихудшие показатели – в случае воздействия на объект по каналу задания. Наличие обратной связи существенно влияет на форму сигналов, которые поступают на вход контроллера для анализа. Если для структуры S1 выход мало отличается от фрагмента, показанного на рис. 5 (только высокочастотные составляющие теряют амплитуду больше, чем низкочастотные), то S2 вносит значительные изменения в форму сигнала (рис. 7) и затрудняет анализ. Наибольшее уменьшение мощности отклонения выходного сигнала происходит в S2 вследствие его подавления обратной связью с регулятором.

Дальнейшая процедура предполагает восстановление всей АЧХ с помощью интерполяции. Один из лучших вариантов функции $\sin(x)/x$. Однако в большинстве технологических задач можно корректировать настройки регулятора непосредственно по колебаниям амплитуд и фаз КГ. Количество КГ можно также изменять в зависимости от требований точности и структурных особенностей динамики объекта наблюдения.

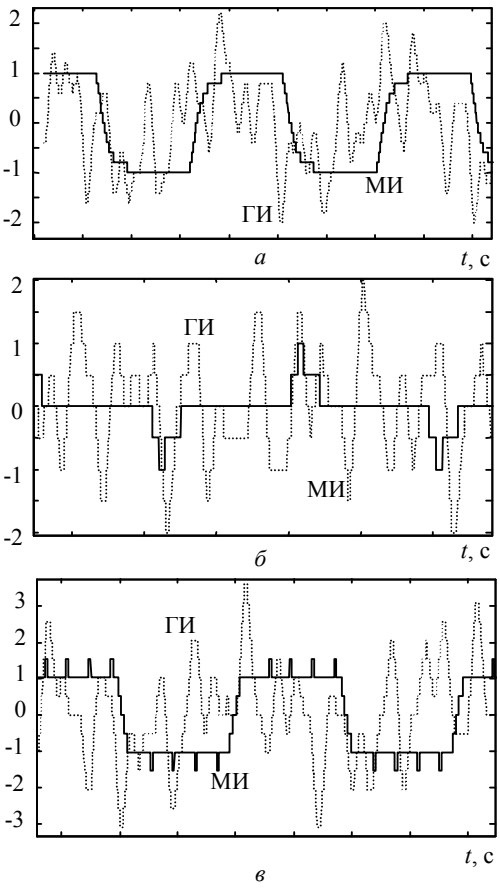


Рис. 7. Фрагмент зависимости Out для ГИ и МИ: для S1 – *а*; для S2 – *б*; для S3 – *в*

Для МИ можно увеличить точность идентификации путем увеличения количества определяемых гармоник. МИ показывает лучшие результаты при работе по структуре S3. Наибольшие проблемы МИ проявляются в определении высокочастотной АЧХ объекта. В зависимости от особенностей объекта и настроек регулятора результаты могут изменяться. Следует отметить, что погрешность в определении гармоник во втором знаке начинается с уровня 0,05 квантования при МИ, что может быть приемлемо для ряда прикладных задач.

Выводы

1. Результаты эксперимента показали, что ГИ обладает большим потенциалом по сравнению с МИ. Даже в случае уменьшения мощности КГ метод сохраняет хороший потенциал.

2. Использование узкополосных фильтров квадратурной демодуляции позволяет существенно уменьшить погрешности, которые вносит квантование. Такой подход также позволит значительно снизить влияние шумов, которые всегда присутствуют в измерительном тракте на технологических объектах.

3. Раздельная генерация гармоник с индивидуальным изменением амплитуды позволяет обеспечить точность определения частотной характеристики объекта на более широком диапазоне регулирования.

Литература

1. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: в 2 т. – Т. 2. – М.: Мир, 1983. – 256 с.

2. Сухорукова И.Г., Гринюк Д.А., Оробей И.О. Модификация интегральных критериев для повышения запаса по устойчивости // Труды БГТУ. Физ.-мат. науки и информатика. – 2012. – № 6. – С. 118–121.

УДК 519.67

В.А. Потехин

Аппроксимация и интерполяция динамических рядов параболическими сплайнами

Методы сплайн-функций применяют чаще всего для таблично заданных рядов. Для динамических рядов условия для начала ряда и конца ряда не полностью определены. Рассматривается вариант «разгона» метода аппроксимации и интерполяции сплайнами на примере параболического полинома, редко применяемого на практике.

Ключевые слова: сплайн-функция, аппроксимация, интерполяция, парабола, полином, узел, уравнение, производная, интервал, координата.

Статистический материал о значении одного или нескольких параметров исследуемого процесса, собранный в хронологическом порядке на определенном отрезке времени, есть временной ряд (или ряд динамики). Каждая единица статистического материала называется измерением, отсчетом или уровнем ряда. Это могут быть как характеристики технических систем, так и показатели социально-экономической сферы. Причем каждый отсчет ряда связан с конкретным моментом времени или порядковым номером измерения. Этой конкретной связью «время–отсчет» временной ряд принципиально отличается от статистической выборки, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем. Необходимо отметить, что в научной технической литературе в России и за рубежом чаще всего используется термин «временной ряд» (в немецкой литературе принят термин zeitreihen analyze, в англоязычной – time series). В отечественных учебниках по общей теории статистики преобладают термины «статистическое изучение динамики», «ряды динамики», «динамические ряды». Динамический ряд в совокупности позволяет детально проанализировать особенности развития системы при помощи характеристик ряда, которые отражают изменение параметров системы во времени [1].

В данной работе используется термин «динамический ряд», хотя это никоим образом не связано с областью применения предлагаемого метода. Это связано с тем, что значения (отсчеты) ряда по условию поступают в темпе их получения в определенные тактовые моменты – в динамике.

Существуют две основные цели анализа временных рядов: выявление основной тенденции развития в рядах динамики (тренда); прогнозирование (предсказание будущих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям).

Обе эти цели можно реализовать при условии, что модель ряда могла быть формально описана. На основе найденной модели можно произвести экстраполяцию ряда. Если временные ряды содержат значительную ошибку, то первым шагом выделения тренда является сглаживание.

Сглаживание всегда базируется на способе локального усреднения данных, при котором случайные компоненты взаимно погашают друг друга. Самый популярный метод сглаживания – *скользящее среднее,* в котором каждый член ряда заменяется простым или взвешенным средним n соседних членов, где n – ширина «окна»). Вместо среднего можно использовать *медиану* значений, попавших в окно. Основное преимущество медианного сглаживания, в сравнении со сглаживанием «скользящим средним», состоит в том, что результаты становятся более устойчивыми к выбросам (имеющимся внутри окна).

Относительно реже, когда ошибка измерения очень большая, используется метод сглаживания *методом наименьших квадратов*. Ряды с относительно небольшим количеством наблюдений и систематическим расположением точек могут быть сглажены с помощью *бикубических сплайнов*.

Многие монотонные временные ряды можно хорошо приблизить линейной функцией. Если же имеется явная монотонная нелинейная компонента, то данные вначале следует преобразовать, чтобы устранить нелинейность. Обычно для этого используют логарифмическое, экспоненциальное или (менее часто) полиномиальное преобразование данных.

Ниже рассматривается возможность аналитического сглаживания рядов динамики при помощи сплайн-функций полиномами низких степеней, в данном случае – вторым (параболическим полиномом). Чем ниже степень интерполирующего полинома, тем проще вычислительные процедуры, поэтому интерполяция параболическими сплайнами представляет существенный интерес [2].

Ряд динамики включает два обязательных элемента: во-первых, время (t) и, во-вторых, конкретное значение показателя, или уровень ряда (y).

Пусть исходная функция представлена динамическим рядом, содержащим *n* уровней (узлов) *Fi*. На рис. 1 показан начальный участок некоторой произвольной функции (первые пять узлов). Пунктирная ломаная линия, соединяющая вершины (узлы) ряда, является исходной функцией.

Постановка задачи: аппроксимировать данную ломанную аналитической кривой *Si*(*t*), оставляющей уровни *Fi* в узлах неизменными и сохраняющей монотонность кривой в узлах стыковок, т.е. равенство хотя бы первых производных. Такими свойствами обладает сплайн-функция (гибкая линейка) [3].

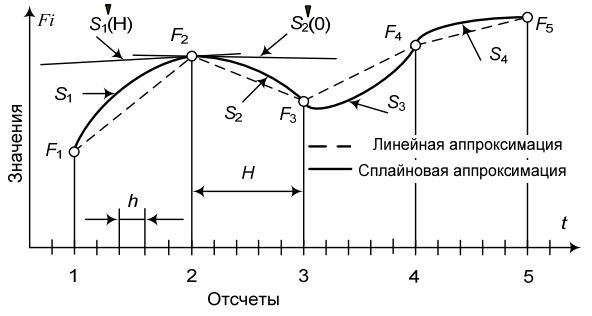


Рис. 1. Аппроксимация параболическими сплайнами

Параболическим сплайном для функции $F(t)$ является функция $S(t)$, удовлетворяющая следующим условиям:

– на каждом участке $[t_i, t_{i+1}]$ сплайн описывается выражением

$$S_i(t) = a_i + b_i(t - t_i) + c_i(t - t_i)^2,\ i = 1 - (n - 1), \quad (1)$$

причём $(t_i \le t \le t_{i+1})$, n – число узлов исходной функции;

– на каждом внутреннем узле интерполируемая и сплайн-функция тождественно равны $S(t_i) \equiv F(t_i)$;

– первые производные сплайн-функции слева и справа от каждого узла должны быть равны.

Разработка метода расчета

Для аналитического описания кривой на любом участке необходимо знать значения коэффициентов a_i, b_i и c_i. На первом участке краевые условия для левого узла не определены и, следовательно, рассчитать эти коэффициенты невозможно. Для «разгона» метода требуется сделать какие-то допущения для начальных условий. Нами предложено для отыскания a_1, b_1 и c_1 прибегнуть к кусочно-полиномиальной аппроксимации по Лагранжу (для трёх точек ряда $F_1 - F_3$):

$$S(t) = a_1 + b_1(t) + c_1(t)^2 = F(t_i). \quad (2)$$

Для первых узлов запишем три уравнения:

$$a_1 + b_1(t_1) + c_1(t_1)^2 = F_1;$$
$$a_1 + b_1(t_2) + c_1(t_2)^2 = F_2;$$
$$a_1 + b_1(t_3) + c_1(t_3)^2 = F_3. \quad (3)$$

Учитывая, что: $t_1 = 0$, $t_2 = H$, $t_3 = 2H$, имеем:

$$b_1(0) + c_1(0)^2 = F_1; \quad (4)$$
$$a_1 + b_1(H) + c_1(H)^2 = F_2;$$
$$a_1 + b_1(2H) + c_1(2H)^2 = F_3 \quad (5)$$

По уравнению (6) находим $a_1 = F_1$, совместное решение уравнений (7) и (8) дает

$$b_1 = (4F_2 - F_3 - 3F_1)/2H; \quad (6)$$
$$c_1 = (F_3 - 2F_2 + F_1)/2H^2. \quad (7)$$

Принимая значение шага $H = 1$, получим:

$$b_1 = (4F_2 - F_3 - 3F_1)/2; \quad (8)$$
$$c_1 = (F_3 - 2F_2 + F_1)/2. \quad (9)$$

Первая производная на первом участке равна

$$S'(t) = b_1 + 2c_1(t),$$

Причём на конце первого интервала ($t = H = 1$) она равна

$$S'(t) = b_1 + 2c_1H = b_1 + 2c_1. \quad (10)$$

Итак, на первом шаге коэффициенты полинома a_1, b_1, c_1 и производная на конце интервала $t_0 - t_1$ определены, можно перейти к расчёту коэффициентов a_2, b_2, c_2 сплайна на втором интервале.

Уравнение сплайна на втором интервале:

$$S_2(t) = a_2 + b_2(t) + c_2(t)^2,$$

где $t_1 \le t \le t_2$ изменяется в пределах $0 - H$ или $0 - 1$.

По условию $t = 0$ находим $a_2 = F_2$.

Из условия $t = H$ (конец второго интервала)

$$S(t) = a_2 + b_2(H) + c_2(H)^2 = F_3, \quad (11)$$

откуда найдем

$$c_2 = (F_3 - F_2 - b_2H)/H^2. \quad (12)$$

Значение b_2 находим из условия равенства первых производных на конце первого интервала и начала второго. Это условие запишется в следующем виде:

$$S'(t) = b_1 + 2c_1(H) = b_2 + 2c_2{*}0. \quad (13)$$

Из уравнения (13) определяем b_2 при $H = 1$

$$b_2 = b_1 + 2c_1(H) = b_1 + 2c_1. \quad (14)$$

Получили рекуррентное соотношение для любых соседних участков:

$$b_{i+1} = b_i + 2c_i(H) = b_i + 2c_i. \quad (15)$$

Кроме того, можно записать выражение (15) для c_2 в виде рекуррентного соотношения для любого i:

$$c_i = (F_{i+1} - F_i - b_iH)/H^2 \quad c_2 = (F_{i+1} - F_i - b_i). \quad (16)$$

Или после соответствующих подстановок можно записать:

$$c_2 = (F_3 - 2F_2 + F_1)/2H^2 = (F_3 - 2F_2 + F_1)/2,$$
$$c_i = (F_{i+1} - 2F_2 + F_{i-1})/2H^2 = (F_{i+1} - 2F_i + F_{i-1})/2.$$

Для получения промежуточных значений (интерполяции) между узлами $[t_i, t_{i+1}]$ каждый отрезок делится на m частей:

$$h = H / m,$$

где h – длина шага на отрезках между узлами интерполяции.

Координата узла интерполяции рассчитывается как

$$h_j = (H{*}j) / m, \quad (17)$$

где j изменяется от 1 до $(m - 1)$.

Например, ели отрезок H_i разделить на десять частей (число m можно выбирать произвольно равным 2, 3, 4, 5 и т.д.), то h будет равно $0{,}1H_i$.

Пример расчета сглаживания ряда параболическими сплайнами

Дан ряд, содержащий одиннадцать уровней $n = 11$ (табл. 1), который необходимо аппроксимировать параболическими сплайнами по изложенной выше методике.

Таблица 1

Значения динамического ряда

Отсчеты *F*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Значение	4	2	5	7	4	2	3	3,6	5,6	6,6	3,6

Результаты расчетов в Exel приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет коэффициентов полинома в Exel

№	*A*	*B*	*C*	*F*	*G*	*H*
1	*N* = 11	*H* = 0,2	*Fi*	*Si*	*bi*	*ci*
2	1	0	4	4	–4,5	2,5
3		0,2		3,2		
4		0,4		2,6		
5		0,6		2,2		
6		0,8		2		
7	2	0	2	2	0,5	2,5
8		0,2		2,2		
9		0,4		2,6		
10		0,6		3,2		
11		0,8		4		
12	3	0	5	5	5,5	–3,5
13		0,2		5,96		
14		0,4		6,64		
15		0,6		7,04		
16		0,8		7,16		
17	4	0	7	7	0	–3
18		0,2		6,88		
19		0,4		6,52		
20		0,6		5,92		
21		0,8		5,08		
22	5	0	4	4	–6	4
23		0,2		2,96		
24		0,4		2,24		
25		0,6		1,84		
26		0,8		1,76		
27	6	0	2	2	2	–1
28		0,2		2,36		
29		0,4		2,64		
30		0,6		2,84		
31		0,8		2,96		
32	7	0	3	3	0	0,6
33		0,2		3,024		
34		0,4		3,096		
35		0,6		3,216		
36		0,8		3,384		
37	8	0	3,6	3,6	1,2	0,8
38		0,2		3,872		
39		0,4		4,208		
40		0,6		4,608		
41		0,8		5,072		
42	9	0	5,6	5,6	2,8	–1,8
43		0,2		6,088		
44		0,4		6,432		
45		0,6		6,632		
46		0,8		6,688		
47	10	0	6,6	6,6	–0,8	–2,2
48		0,2		6,352		
49		0,4		5,928		
50		0,6		5,328		
51		0,8		4,552		
52	11	0	3,6	3,6		

Для первого участка расчетные формулы в Exel:

Строка 2:

столбец *F* *S*2 = *E*2 + *G*2**B*2 + *H*2**B*2^2;

столбец *G* *b*2 = (4**E*7 – *E*12 – 3**E*2)/2;

столбец *H* *c*2 = (– 2**E*7 + *E*2 + *E*12)/2.

В следующих четырех строках приведены расчетные значения интерполяции с шагом 0,2:

столбец *F* *S*3 = *E*2 + *G*2**B*3 + *H*2**B*3^2;

столбец *F* *S*4 = *E*2 + *G*2**B*4 + *H*2**B*4^2;

столбец *F* *S*5 = *E*2 + *G*2**B*5 + *H*2**B*5^2;

столбец *F* *S*6 = *E*2 + *G*2**B*6 + *H*2**B*6^2.

Следующий интервал начинается с седьмой строки.

Строка 7:

столбец *F* *S*7 = *E*7 + *G*2**B*7 + *H*2**B*7^2.

Расчет коэффициентов *bi*, *ci* ведется по рекуррентным соотношениям:

столбец *G* *b*7 = *G*2 + 2**H*2;

столбец *H* *c*7 = *E*12 – *E*7 – *G*7.

Интерполяционные значения на втором интервале рассчитываются так же, как и на первом участке.

Строка 8:

столбец *F* *Si* = =*E*7 + *G*7**B*8 + *H*7**B*8^2 и т.д.

Последний участок и последующие участки экстраполяции рассчитываются по известным коэффициентам предпоследнего участка.

На основании расчетов построен график аппроксимированной функции (рис. 2). На приведенном рисунке пунктирной линией показана исходная ломаная кривая, сплошной линией – расчетная аппроксимирующая линия.

Судя по приведенному рисунку, можно сделать вывод о том, что сглаживание рядов параболическими сплайнами может оказаться целесообразным ввиду простоты расчетов и легкости программирования.

Многочисленные расчетные проверки показали, что в определенных ситуациях метод проявляет существенную немонотонность, т.е. уходит в осцилляцию. Покажем это на следующем примере.

Дан ряд, переходящий на некоторых участках в прямую линию (табл. 3). Необходимо провести аппроксимацию сплайнами по описываемой методике.

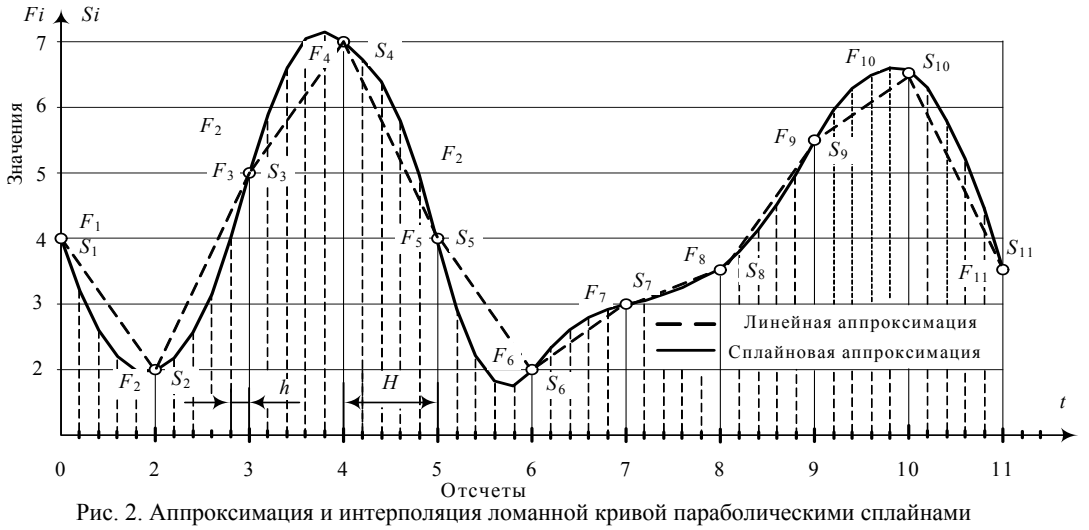


Рис. 2. Аппроксимация и интерполяция ломанной кривой параболическими сплайнами

Таблица 3

Ряд с прямолинейным участком

Отсчеты *F*	1	2	3	4	5	6	7	8
Значение	0	5	2,5	3	3,5	4	4,5	5

Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет коэффициентов полинома в Exel

№	*A*	*B*	*C*	*F*	*G*	*H*
1	*n*=8	*h*=0,2	*Fi*	*Si*	*bi*	*ci*
2	1	0	4	4	–4,5	2,5
3		0,2		3,2		
4		0,4		2,6		
5		0,6		2,2		
6		0,8		2		
7	2	0	2	2	0,5	2,5
8		0,2		2,2		
9		0,4		2,6		
10		0,6		3,2		
11		0,8		4		
12	3	0	5	5	5,5	–3,5
13		0,2		5,96		
14		0,4		6,64		
15		0,6		7,04		
16		0,8		7,16		
17	4	0	7	7	0	–3
18		0,2		6,88		
19		0,4		6,52		
20		0,6		5,92		
21		0,8		5,08		
22	5	0	4	4	–6	4
23		0,2		2,96		
24		0,4		2,24		
25		0,6		1,84		
26		0,8		1,76		
27	6	0	2	2	2	–1
28		0,2		2,36		
29		0,4		2,64		
30		0,6		2,84		
31		0,8		2,96		
32	7	0	3	3	0	0,6
33		0,2		3,024		
34		0,4		3,096		
35		0,6		3,216		
36		0,8		3,384		
37	8	0	3,6	3,6	1,2	0,8

На основании полученных данных построен график, представленный на рис. 3.

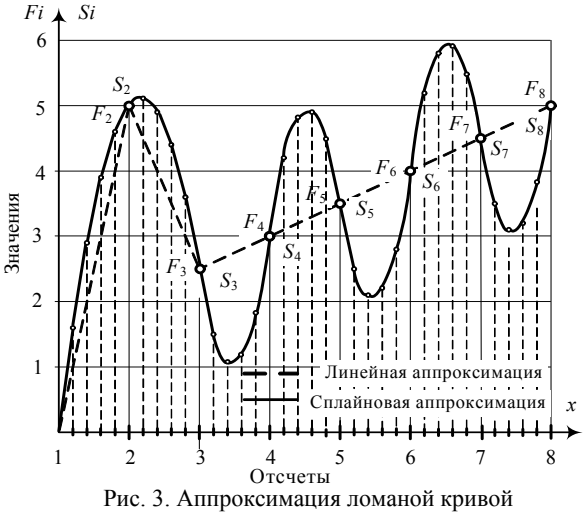


Рис. 3. Аппроксимация ломаной кривой с прямолинейным участком

Судя по изображению аппроксимированной сплайнами кривой, при выходе на линейный участок начался колебательный процесс, который, судя по всему, не уходит в режим стабилизации (уровень осцилляции не уменьшается). Ничего удивительного в этом нет, поскольку в полиноме второй степени отсутствуют нечетные степени гармоник. Это основной недостаток рассматриваемого метода.

Выводы

Аппроксимация параболическими сплайнами привлекательна простотой расчетов, высокой скоростью вычислений (что важно при работе в реальном времени). Однако склонность к осцилляции показывает, что применять ее надо с некоторой осторожностью.

Литература

1. Статистика: учебник / И.И. Елисеева, И.И. Егорова и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: ТК Велби; Проспект, 2004. – 448 с.

2. Потехин В.А., Пустынский И.Н., Шелковников Ю.К. Интерполяция координатных характеристик телевизионных датчиков параболическими сплайнами // Оптические сканирующие устройства и измерительные приборы на их основе: Тез. докл. Второго Всесоюзного совещания. – Барнаул, 1984.

3. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.А. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980. – 352 с.

УДК 004.453

М.В. Кучер, А.В. Серяков

Система автоматизации процессов сборки и распространения программного обеспечения на примере программного комплекса проведения компьютерных экспертиз «COEX»

Данная система – это набор разработанных программ по управлению процессами сборки и распространения программного обеспечения.

Ключевые слова: двоичный пакет, разработка программного обеспечения, Linux, программный комплекс «COEX», сборка программного обеспечения, сервисы обновления программного обеспечения, GIT, CRON.

В настоящее время в среде разработки программного обеспечения (далее – ПО) присутствует проблема удобного и лёгкого средства сборки и распространения с минимальным участием, а лучше и вовсе без участия разработчика в этих процессах. Данная проблема в большей мере касается некоммерческих или ранних проектов разработчиков с небольшим бюджетом. Некоторыми из популярных способов доставки новой версии ПО являются:

– создание тонкого WEB-клиента, где пользователю будет доступна версия клиента ПО, установленного на сервер;

– специальные библиотеки «Publisher» (как коммерческие, так и некоммерческие), позволяющие по выбранному разработчиком языку программирования создать определенную модель «клиент / сервер». В ходе данного взаимодействия программа при запуске обращается к серверу за информацией о новой версии ПО. Если на сервере появилась новая версия ПО, то клиент (программа, сделавшая в данном случае запрос) скачивает и устанавливает доступную новою версию;

– обновление ПО посредством специальных сервисных менеджеров обновлений, получивших наиболее широкое распространение в операционных системах семейства Linux и Unix из-за удобности и гибкости обновления ПО. К примеру, в семействе Debian GNU/Linux можно обновить все ПО на персональном компьютере, введя всего лишь одну команду в терминале.

Также современная разработка ПО немыслима без систем контроля версий. Это довольно простая система, но располагает в себе кладезь возможностей, которые помогают в командной разработке ПО и контроле за версиями. Каждая новая версия для распространения включает в себя не только нововведения в коде ПО, но и сопровождающую информацию, содержащую сведения о зависимостях в библиотеках, о новых характеристиках, описаниях новых возможностей или исправлениях старых ошибок. Данная информация помогает не только пользователю «разобраться, что к чему», но и указывает разработчикам на изменения, произошедшие в определенный момент жизненного цикла ПО.

Из вышеперечисленного следует, что автоматизация процесса сборки и распространения ПО позволит сэкономить различные ресурсы на разработку проекта. Далее на примере программного комплекса «COEX» будет рассмотрена разработанная система автоматизации процесса сборки и распространения ПО, на данный момент она применима лишь для семейства операционных систем Linux.

Средство для передачи и установки программного обеспечения

Для распространения и установки программного комплекса «COEX» на электронные вычислительные машины был выбран формат двоичного пакета *.deb. Данный пакет включает в себя все необходимые файлы для работы программы, а также содержит список зависимостей. Он имеет строго типизированную структуру и используется операционными системами Linux [2]. Строго типизированная структура позволяет операционной системе узнавать все нужные элементы для установки и работы с данным пакетом вне зависимости от ПО, находящегося в данном двоичном пакете, узнавать зависимости программных библиотек, необходимых для запуска программного продукта, содержащегося в двоичном пакете. Выбор данного формата пакета обусловлен его гибкой настройкой для любого ПО (возможность использовать встроенные подпрограммы для настройки процесса установки ПО), поддержкой почти всеми операционными системами Linux. Также выбор обусловлен широкой распространенностью deb-пакета в семействе операционных систем Linux в связи с высокой популярностью дистрибутивов операционных систем, в которой он распространяется [1].

Распространение новой версии программного обеспечения пользователям

Для пакета *.deb, содержащего программный комплекс «COEX», ранее использовалась ссылка на репозиторий, содержащий данный пакет для его дальнейшей установки. Так, при появлении новой версии программного комплекса «Coex» одним из разработчиков создавался новый deb-пакет, после чего пользователю нужно было зайти на сайт программного комплекса «Coex» и скачать новый deb-пакет. Для автоматизации данного процесса были написаны две программы, а также настроена операционная утилита CRON для запуска программ в конкретный промежуток времени, определяемый в конфигурационном файле *.cron. Первая программа запрашивает у пользователя права на внесение изменений в конфигурационный файл sources.list, затем находит данный файл и вносит в него изменения (рис. 1).

```
#!/bin/bash
echo "Install coex"
cd //
cd etc/apt
sudo su -c "echo 'deb http://rep.coex.su linux non-free' >> sources.list"
gpg --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv F442F58696D6E45E
sudo su -c "gpg --export --armor F442F58696D6E45E" | sudo su -c "apt-key add --
if[["$OSTYPE" -eq "Debian"]]
    then
        sudo su -c "aptitude update"
        sudo su -c "aptitude install coex"
        exit 1
    elif [["$OSTYPE" -eq "Linux" ]]
        then
            sudo su -c "apt-get update"
            sudo su -c "apt-get install coex"
fi
```

Рис. 1. Часть программы по внесению изменений в sources.list

Изменения включают в себя адрес до репозитория в сети Internet, где хранится deb-пакет программного комплекса COEX, а также запись ключа, которым подписывают скачанные с репозитория

файлы, вносятся также команды по установке и обновлению пакета при скачивании через менеджер обновлений. Данные действия позволяют менеджеру обновлений операционной системы Linux следить за версиями deb-пакета в репозитории [3], содержащем программный комплекс COEX, при появлении новой версии менеджер сообщит пользователю о возможном обновлении. Первая программа находится на сайте проекта COEX, скачивается и запускается пользователем.

Вторая программа находится на сервере с репозиторием и с помощью системной утилиты CRON запускается в определенное время при наличии изменений из ветки master в системе контроля версий GIT (рис. 2).

```
#!/bin/bash
papackage_name="coex"
versionNewDeb=$(git describe --long)
#Eqvile old and new verssion *.deb package
valueOldContainVersionDeb=$(cat fileContainVersionCoex)
if [ "$valueOldContainVersionDeb" = "$versionNewDeb" ]
then
        echo "Version new package dont matches with old version package"
else
    echo "$versionNewDeb" > fileContainVersionCoex
    echo "$versionNewDeb"
    ./create_package.sh
    echo "Deb package full update"
fi
```

Рис. 2.Часть программы для запуска сборки по времени с помощью домена «CRON»

Автоматизированное создание описания новой версии на основе коммитов с GIT

Программа на основе сведений из системы контроля версий GIT проекта COEX создает версию для двоичного пакета формата deb, сам deb-пакет создается при помощи программы по созданию deb-пакета из текстов программ проекта (рис. 3).

Заключение

На примере программного комплекса «COEX» процессы сборки и распространения ПО автоматизированы системой, состоящей из нескольких подпрограмм, описанных выше. Созданная система заметно сэкономила время разработчикам и дала больше времени на проект «COEX».

```
#!/bin/bash
papackage_name="coex"
version=$(git describe --long)
maintainer_name="$(git config user.name)"
maintainer_email="$(git config user.email)"
echo "|------------------------------------------------------------
echo "$  papackage_name ($version) ; urgency=low"
git tag -l | sort -u -r | while read TAG ; do
    echo
    if [ $NEXT ];then
        echo [$NEXT]
    else
        echo "*[Current]"
    fi
    GIT_PAGER=cat git log --no-merges --format=" * %s" $TAG..$NEXT
    NEXT=$TAG
done
FIRST=$(git tag -l | head -1)
#echo
echo " -- $maintainer_name $maintainer_email $(date -R) --"
echo "|------------------------------------------------------------
#GIT_PAGER=cat git log --no-merges --format=" * %s" $FIRST
```

Рис. 3.Часть программы для присвоения версии

Плюсы со стороны пользователя тоже заметны: для установки «COEX» стоит один раз скачать и инициировать программу с сайта программного комплекса «COEX», программа уточнит директорию установки, скачает двоичный пакет *.deb, установит данное ПО и сообщит об отсутствующих программных библиотеках, а также запросит разрешения на скачивание и установку данных библиотек с помощью сервисных системных утилит Linux. Узнать о новой версии разработанного ПО становится проще, так как сервис обновлений ПО Linux опрашивает все репозитории с ПО, указанными в source.list, и если найдется новая версия установленного ПО, сервис отобразит эту информацию в своем диалоговом окне пользователю. Запустить обновление всего ПО на персональном компьютере можно за одну команду «apt-get update».

Литература

1. Techmint [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tecmint.com/ (дата обращения: 04.03.2016).

2. Как собрать бинарный deb пакет: подробное HowT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/78094// (дата обращения: 12.05.2016).

3. Брайан Уорд. Внутреннее устройство Linux. – Л.: Питер, 2016. –С. 174–198.

УДК 004.942

С.К. Важенин, Т.В. Ганджа

Компьютерное моделирование системы управления теплоэнергетическими процессами

Рассматривается многоуровневая компьютерная модель системы управления теплоэнергетическими процессами, протекающими в системах осушки и обжига керамических изделий.

Ключевые слова: система управления; физико-химические процессы; химико-технологическая подсистема, компьютерная модель, теплоэнергетическая подсистема, метод компонентных цепей.

При управлении процессами осушки и обжига керамических изделий актуальным вопросом являются установка и поддержание заданного климатического режима, характеризующегося определенным значением температуры. Для реализации системы поддержания заданных температур была реализована модель системы управления теплоэнергетическими процессами. При её использовании открываются возможности настройки оптимальных температур воздушных потоков искусственных источников для подачи теплоносителя. Также благодаря данной модели системы управления возможно экспериментирование с температурами естественных и искусственных воздушных потоков, тем самым можно проследить за поведением сушки керамического изделия от стадии сырца до готового изделия, а также выработкой оптимальных режимов нагрева и охлаждения керамических изделий.

Многоуровневая компьютерная модель системы управления теплоэнергетической системы

В структуру системы управления теплоэнергетическими процессами предлагается включить компьютерную модель управляемого объекта, используемую для определения адекватных и оптимальных управляющих воздействий. Такая модель будет способна осуществлять контроль состояния реального объекта и осуществлять прогнозирование его поведения при изменении параметров входных потоков.

Структурная система управления теплоэнергетическими процессами с компьютерной моделью объекта управления позволит автоматизировать проведение вычислительного эксперимента. Он должен быть направлен на определение оптимальных управляющих воздействий на теплоэнергетическую систему (реальную ТЭС) с помощью ее компьютерной модели (модель ТЭС).

Данная структурная схема управления, представленная на рис. 1, может быть реализована в среде моделирования МАРС [1] в виде многоуровневой структуры [2], каждый уровень которой включает в себя компоненты определенного графического подъязыка метаязыка многоуровневого компьютерного моделирования:

– *Объектный уровень* содержит составленную из компонентов языка моделирования управляемых технических (технологических) объектов компьютерную модель исследуемого объекта, в которую включены модели исполнительных и измерительных устройств.

– *Логический уровень* включает в себя состоящую из компонентов языка моделирования алгоритмических конструкций функциональную модель алгоритма функционирования устройства управления, включающую в себя модель метода оптимизации, позволяющего с помощью компьютерной модели ТЭС определять оптимальные управляющие воздействия на реальную ТЭС.

– *Визуальный уровень* организует взаимодействие модели с пользователем во время ее работы, осуществляя визуализацию результатов анализа и предоставляя возможность пользователю изменять значения варьируемых параметров компонентов и управляющих воздействий на объект или его компьютерную модель.

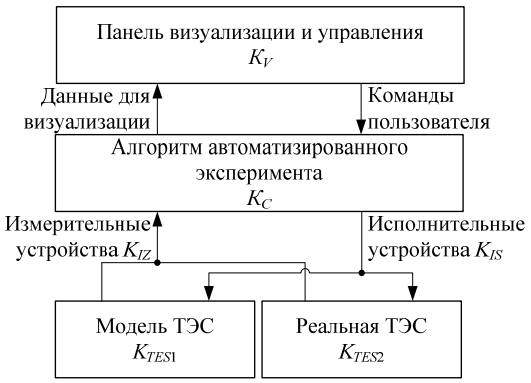


Рис. 1. Структурная схема многоуровневой компьютерной модели системы управления теплоэнергетическим процессом

Компьютерная модель теплоэнергетической системы

Теплоэнергетической называется такая система, в которой осуществляется процесс переноса тепловой энергии жидким или газообразным теплоносителем.

Исполнительными устройствами в ТЭС являются такие компоненты, как шиберная задвижка SH, нагревательно-охладительный элемент H, который с помощью подводимой к нему энергии подогревает горячий поток для нагревания им холодного потока или, наоборот, подводит холодный поток для охлаждения им горячего потока, источник теплоносителя TS, термотерминатор TT и т.д. [3].

Наблюдение за процессами, протекающими в теплоэнергетической системе, осуществляется с помощью следующих измерительных приборов: термометра T, измеряющего температуру в заданной точке, и измерителя теплового потока Q, давления P, объемного потока теплоносителя G. Помимо измерения, они осуществляют передачу измеренных значений с объектного уровня многоуровневой компьютерной модели на её логический уровень. На основе полученных значений оно вырабатывает управляющее воздействие на нагревательно-охладительный элемент H, шиберные задвижки SH, насос N.

Объектом управления в таких системах являются камера и находящиеся в ней объекты. Задача управления такими объектами – установление и поддержание необходимой температуры и давления.

Переменными, описывающими состояние теплоэнергетического процесса в каждой точке соединений ее элементов, являются температура, тепловой поток, давление и поток теплоносителя. Элементами компьютерной модели ТЭС являются источник теплового потока TS, тепловое сопротивление TR, тепловая емкость TC, термотерминатор TT, смеситель Smes, нагреватель H, в котором наблюда-

ется передача тепловой энергии от горячего тела к холодному.

Связи между компонентами теплоэнергетической системы являются термодинамическими [2]:

$$S_{TE} = [S_G, S_T],$$

где S_G = {P, G}; P – давление [Па]; G – объемный расход [м^3/с]; S_T = {T, Q}, T – температура [К]; Q – тепловой поток [Дж/с].

Функциональная модель устройства управления

Функционирование устройства управления, направленное на определение, установление и поддержание оптимального режима в ТЭС, может быть представлено в виде совокупности взаимосвязанных между собой различных математических компонентов. Вся система управления построена таким образом, что нужный параметр в объекте управления достаточно лишь зафиксировать и переменные в исполнительных устройствах будут изменяться автоматически в зависимости от изменений параметров и условий окружающей среды либо иных переменных в исполнительных устройствах. Появляется возможность управлять температурой при помощи изменения давления потока холодного или горячего теплоносителя. Такой принцип управления характерен при использовании в технологической системе шиберных задвижек. При этом открываются возможности прогнозирования поведения системы при помощи изменения параметров окружающей среды или других воздействиях, а также её настройки на оптимальный режим функционирования.

Для поиска такого режима применяется компонент «Оптимизатор», являющийся макрокомпонентом языка моделирования алгоритмических конструкций. Представленный на рис. 2, он реализует любой метод оптимизации, градиентный или безградиентный. Связями компонента «Оптимизатор» являются:

$$S_1 = \left(b_1 \eta^+ n_1\right) \to \{P_1\}, \quad S_2 = \left(b_2 \eta^+ n_2\right) \to \{P_2\},$$

$S_n = \left(b_n \eta^+ n_n\right) \to \{P_n\}$ – связи для установки текущих значений варьируемых параметров $P_1, P_2, ..., P_n$ компонентов компьютерной модели ТЭС, сформированной на объектном уровне многоуровневой компьютерной модели;

$S_{n+1} = \left(b_{n+1} \eta^- n_{n+1}\right) \to \{F\}$ – связь для получения текущего значения целевой функции F, полученного путем численной обработки результатов анализа КМ ТЭС с помощью компонентов-блоков обработки результатов анализа и других компонентов математических и алгоритмических функций, входящих в язык моделирования алгоритмических конструкций;

$S_{n+2} = \left(b_{n+2} \eta^+ n_{n+2}\right) \to \{Start\}$ – сигнал о начале очередного одновариантного анализа с установленными значениями варьируемых параметров;

$S_{n+3} = \left(b_{n+3} \eta^+ n_{n+1}\right) \to \{Stop\}$ – сигнал об окончании процесса оптимизации. В случае, когда метод оптимизации получил минимальное значение целевой функции с заданной точностью, передается сигнал «Истина» (*true*). Если реализованный метод оптимизации не добрался до минимального значения целевой функции, а окончание процесса оптимизации произошло по другой причине, передается сигнал «Ложь» (*false*).

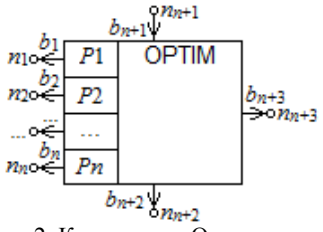


Рис. 2. Компонент «Оптимизатор»

При этом на его входную связь

$$S_{n+1} = \left(b_{n+1} \eta^- n_{n+1}\right) \to \{F\}$$

поступает текущее значение целевой функции, вычисленное с помощью компонентов логического уровня многоуровневой компьютерной модели, к которым могут относиться простейшие математические и логические операции, а также компоненты-блоки обработки результатов, предназначенные для вычисления параметров-функционалов временных, частотных или параметрических характеристик. В число аргументов целевой функции входят результаты анализа компьютерной модели ТЭС, представленной на объектном уровне многоуровневой компьютерной модели.

Панель визуализации и управления

Множество компонентов визуального уровня многоуровневой компьютерной модели, называемых далее *визуальными компонентами*, предназначено для формирования панелей визуализации и интерактивного управления на визуальном уровне многоуровневой компьютерной модели системы управления теплоэнергетическими процессами. К подлежащим визуализации данным относятся результаты анализа модели ТЭС и данные измерения характеристик реального объекта, а также данные, полученные в результате работы любого шага модели алгоритма функционирования устройства управления. Множество визуальных компонентов, каждый из которых принадлежит визуальному уровню многоуровневой модели, образует *панели визуализации и интерактивного управления* [115] и включает в себя компоненты следующих множеств:

– множество компонентов статической информации, предназначенных для представления на панели ВП статической информации с целью повышения информативности их лицевых панелей и панелей визуализации;

– множество компонентов-визуализаторов результатов моделирования и измерения, представлен-

ных значениями числовых и нечисловых типов данных;

– множество управляющих компонентов, позволяющих пользователю вводить данные числовых и нечисловых типов для их использования в алгоритмах устройства управления, в том числе и в качестве значений параметров компонентов КМ ТЭС;

– множество компонентов, обладающих специальными оконными интерфейсами для более детального исследования динамических характеристик, получаемых в результате моделирования КМ ТЭС и при измерении величин реальной системы.

Множество компонентов статической информации предназначено для повышения информативности лицевых панелей ВИП. К таким компонентам относится компонент «Надпись», в котором в качестве параметра «Текст» строкового типа данных вводится строка, статически отображаемая в панели визуализации и интерактивного управления.

Для визуализации результатов моделирования и измерения, представленных значениями числовых типов данных, используются *компоненты-визуализаторы*. На визуальном уровне модели каждый из них представляет собой поле, на котором в понятной пользователю форме выводятся соответствующие результаты моделирования и (или) измерения. Компоненты данного множества, принадлежащие визуальному уровню многоуровневой КМ СТУС, также отображаются на логическом слое редактора в виде компонента с единственной связью, с помощью которой они принимают подлежащее отображению значение. Одновременное отображение компонентов-визуализаторов на визуальном и логическом слоях редактора реализует функцию передачи подлежащих визуализации значений с логического уровня многоуровневой КМ на ее визуальный уровень.

Управляющие компоненты предоставляют пользователю возможность вносить изменения в процесс функционирования алгоритмических моделей, а также задавать различные значения, которые могут использоваться для расчета значений параметров компьютерной модели ТЭС, а также управляющих воздействий на реальную систему. К таким компонентам относятся разнообразные кнопки, бегунки, цифровые табло с возможностью задания значений и др.

Многоуровневая компьютерная модель системы управления теплоэнергетическими системами

С помощью реализованных компонентов была сформирована многоуровневая компьютерная модель системы управления теплоэнергетическими процессами, предназначенная для определения управляющих воздействий на исполнительные устройства, которые в зависимости от изменений параметров и условий окружающей среды или иных переменных позволяют поддерживать в объекте управления требуемые климатические условия.

На рис. 3 представлен объектный уровень построенной модели. Два независимых потока смешиваются при помощи компонента «Смеситель», и уже смешанный поток воздуха поступает в сушильную камеру, где происходит сушка керамических изделий. Обе системы подачи воздуха имеют датчики давления и температуры.

На логическом уровне формируется модель обработки полученных результатов (рис. 4), а также оптимизация температурных характеристик одного из воздушных потоков при помощи оптимизатора OPTIM.

Все полученные результаты отображаются на визуальном уровне, представленном на рис. 5. На данном уровне происходит изменение параметров воздушных потоков оператором.

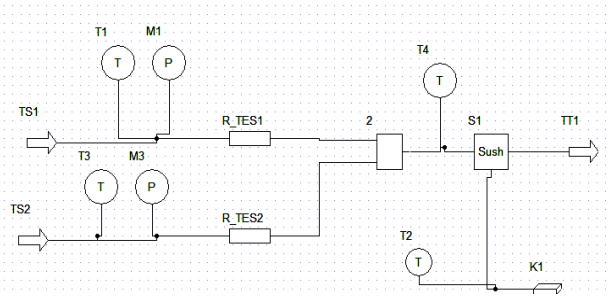


Рис. 3. Объектный уровень многоуровневой компьютерной модели поддержания температуры в камере осушки керамических изделий

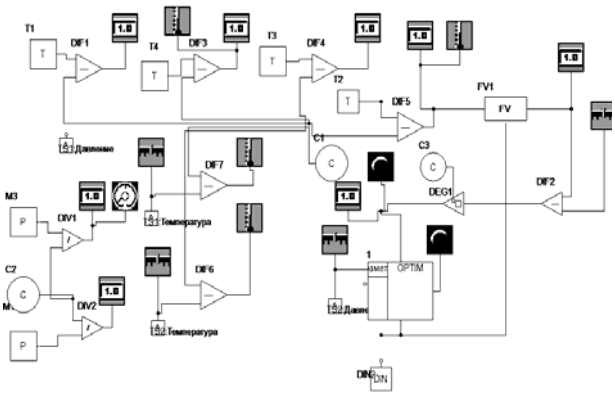


Рис. 4. Логический уровень

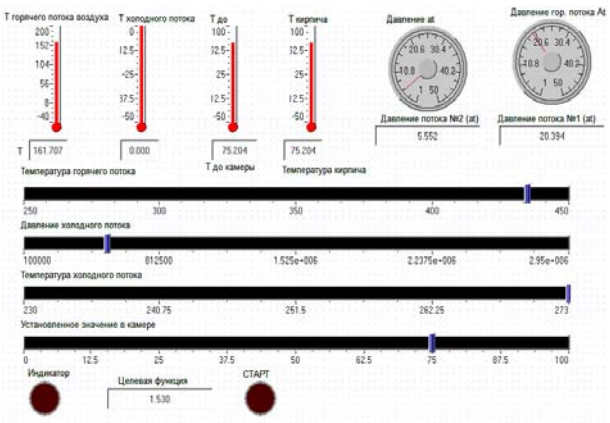


Рис. 5. Визуальный уровень

Заключение

В данной работе была рассмотрена возможность поддержания оптимальной температуры в сушильной камере благодаря методу оптимизации, реализованному на базе многоуровневой компьютерной модели. Температурный режим изменяется как в автоматическом режиме, так и при помощи оператора, что позволяет спрогнозировать поведение климатических характеристик в камере и получить наиболее качественные керамические изделия.

Литература

1. Дмитриев В.М. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. – Томск: В-Спектр, 2011. – 278 с.

2. Дмитриев В.М. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа // Информатика и системы управления. – 2013. – № 2 (36). – С. 24–35.

3. Дмитриев В.М. Моделирование теплоэнергетических систем для построения многоуровневых компьютерных моделей управления теплообменными процессами / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, С.К. Важенин // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-13–2013): докл. (матер.) 19-й Междунар. науч.-практ. конф. г. Новокузнецк, 6–8 нояб. 2013 г. / отв. ред. Л.С. Петрова, В.Н. Масленников. – Томск: В-Спектр, 2013. – С. 91–95.

УДК 004.522

А.Ю. Якимук, Н.С. Егошин, А.О. Осипов, И.М. Боков

Повышение качества идентификации нот в автоматизированной системе распознавания вокала

Описываются результаты исследования качества распознавания нот на основе алгоритма вычисления частоты основного тона с учетом особенностей слуховой системы человека, воспринимающей звук. Полученные данные позволили определить перечень необходимых модификаций для повышения качества работы используемых алгоритмов.

Ключевые слова: речевые технологии, характеристики голоса, частота основного тона, распознавание нот.

Вокальное мастерство, как и любая другая сфера человеческой деятельности, требует автоматизации. Две очевидные области в музыке, требующие к себе подобного внимания с точки зрения удобства для человека, – это перевод вокала в партитуру (нотную запись) и уроки сольфеджио. Оба этих направления безусловно важны как для обучающихся новичков, так и для опытных музыкантов.

К тому же «песенная» речь гораздо лучше обычной разговорной в плане чистоты звучания отдельных звуков, что позволяет анализировать характеристики фонем без каких бы то ни было помех (как фоновых, так и связанных с особенностями диктора), а значит, исследования в данном направлении являются неотъемлемой частью более глобальных исследований в области распознавания человеческой речи и идентификации диктора [1].

В ходе исследования возможности идентификации музыкальных нот на базе алгоритма распознавания частоты основного тона речевого сигнала была написана программа для проведения тестирования [2]. В основе применяемого алгоритма лежит модель обработки речевого сигнала на периферии слуховой системы, учитывающая иерархическую структуру обработки речевого сигнала и его представление в слуховой системе [3]. Проведенное сравнение качества работы разработанного программного обеспечения с программами-аналогами показало, что используемый в работе алгоритм точнее справляется со своей задачей в области нижней части спектра. Помимо этого, были определены основные моменты, требующие модернизации для более качественного распознавания.

Необходимость модификации алгоритмов

Одной из основных проблем в тестовой версии программы для распознавания нот стало отсутствие возможности получения результатов работы алгоритма идентификации ноты в режиме реального времени. Причиной этому стала структура работы первоначальной программы, в которой осуществление работы выполнялось двумя отдельными подпрограммами (рис. 1). Подпрограмма pitch-track осуществляла сбор материалов речевого сигнала и определение частот основного тона на основе имеющихся данных, а DefNotes в свою очередь, получив массив частот основного тона всего проанализированного речевого материала, выводила информацию о том какие ноты были идентифицированы. В результате, данные о том, какие ноты были спеты, выводились только после окончания записи речевого сигнала.

Поскольку вопрос скорости предоставления результатов крайне важен в задачах обучения вокальному мастерству, потребовалось изменить концепцию работы программного средства. Для этого потребовалось совершить переход от использования подпрограммы, написанной на языке программирования с++, к применению библиотеки, полученной на основе первоначальной программы и содержащей все необходимые функции для вычисления частоты основного тона. В дальнейшем потребуется провес-

ти модификацию применяемого алгоритма идентификации нот для того, чтобы получать результат распознавания последовательности спетых нот так же оперативно, как и вычислять значения частот основного тона для каждого момента времени речевого сигнала.

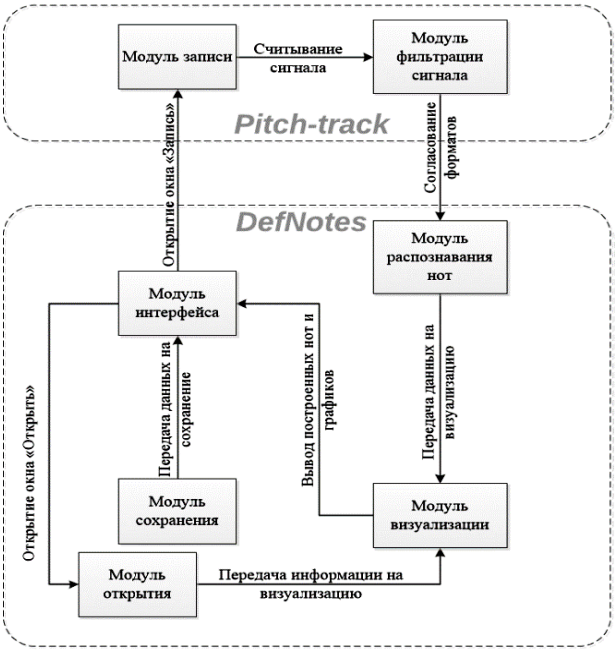


Рис. 1. Модули первоначальной версии разработанной программы

На данный момент более важным представляется вопрос расширения охватываемой области частот распознавания с диапазона речевого сигнала (от 70 до 400 Гц) до диапазона пения (от 65 до 1400 Гц). Первоначальный диапазон обусловлен тем, что модуль pitch-track и применяемые в нем алгоритмы были рассчитаны. на работу с речью, а не с вокалом. Однако при пении частота звучания голоса варьируется в среднем от 130 до 739 Гц. Также следует учесть, что профессиональные певцы имеют голосовой диапазон куда больше, чем обычный человек.

Певческие голоса варьируются от мужского баса до женского сопрано, что как раз и дает нам конечный диапазон для распознавания нот – от ноты «до» большой октавы до ноты «фа» третьей октавы (рис. 2).

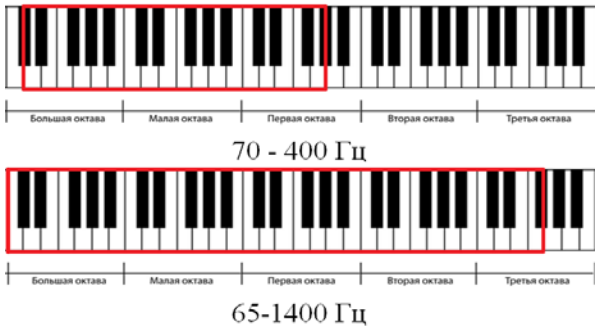


Рис. 2. Диапазон распознавания нот: текущий (вверху) и планируемый (внизу)

Анализ аудиозаписей

Для решения поставленной задачи была введена функция обработки аудиозаписей в формате wav, что позволило точнее отслеживать процесс обработки речевого сигнала на каждом этапе работы программы (рис. 3).

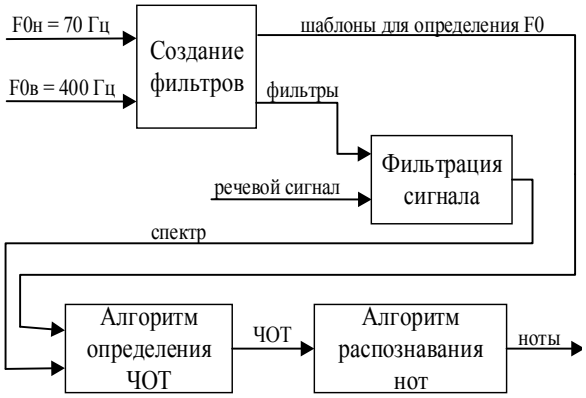


Рис. 3. Последовательность этапов распознавания нот в речевом сигнале

За счет обработки wav-файлов появилась возможность исследовать результаты распознавания нот в одном и том же речевом сигнале не только через разработанную программу, но и сравнить их с данными, полученными в программах-аналогах. На предыдущем этапе исследования обработка речевого материала осуществлялась напрямую с микрофона, что не позволяло сравнить итоговую версию программного средства с другими алгоритмами на предмет качества распознавания того же речевого материала.

В качестве программ-аналогов вновь были рассмотрены: программа Praat, являющаяся разработкой университета Амстердама и определяющая ЧОТ записи звукового сигнала [4], и программа Melodyne, разработанная в Мюнхене и осуществляющая непосредственно распознавание нот из звукового файла, отображая результаты в формате областей звучания на шкале частот [5].

Для нового тестирования разработанной программы было сделано по 8 аудиозаписей мужского и женского голосов на основе стратегий, описанных в [2], которые были применены при тестировании итогового программного средства. Исследование аудиозаписей показало, что результаты обработки последовательностей нот, спетых стаккато [6], крайне близки для разработанной программы и рассмотренных аналогов.

Однако стратегиями, исполненными легато, аналоги справились немного хуже. Для примера, в аудиозаписи по 8-й стратегии были легато исполнены ноты «до», «ми», «ре», «фа», «ми», «соль». Исполнение осуществлялось с произношением названий нот. Из-за специфики исполнения легато переходы между нотами, не являющимися соседними по отношению друг к другу, могут быть ошибочно восприняты за какую-либо ноту, расположенную между ними. В программе Praat видно, что первый зафиксированный участок колеблется в диапазоне от 240

до 250 Гц, что может быть воспринято за ноту «си» (рис. 4). После указанного всплеска в самом начале исполнения все прочие вокализованные участки колеблются в пределах звучания спетых диктором нот и определяются верно.

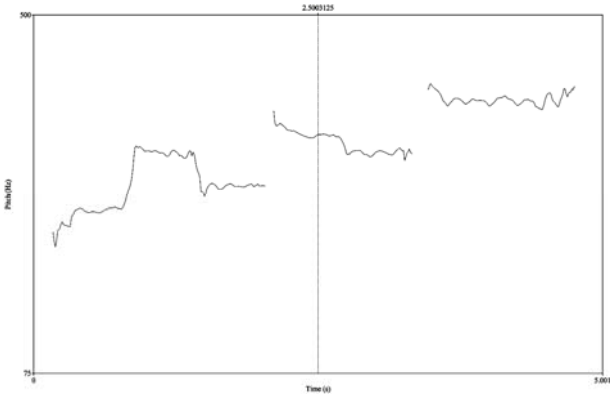


Рис. 4. Исследование последовательности нот, спетых легато в программе Praat

Анализ аудиозаписи с помощью программы Melodyne также показал существование ноты «си», звучавшей непродолжительный промежуток времени в начале записи (рис. 5).

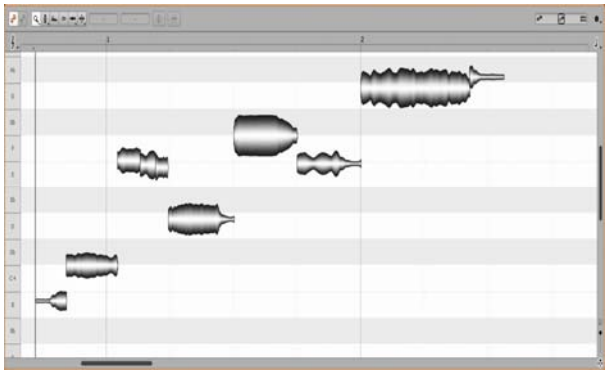


Рис. 5. Исследование последовательности нот, спетых легато в программе Melodyne

В результате оценки по критерию минимальной длительности звучания разработанная программа отсеяла всплеск в начале аудиозаписи (рис. 6, 7), что позволило в итоге получить только реально прозвучавшие ноты.

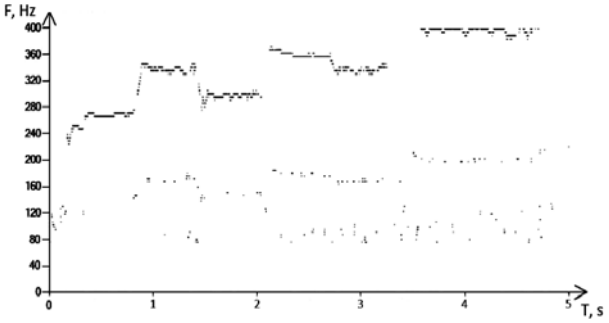


Рис. 6. Полученный массив частот для исследуемой аудиозаписи

Изменение алгоритмов программы

Помимо этого, был пересмотрен алгоритм генерации фильтров для последующего вычисления частоты основного тона. Поскольку для фильтрации спектрограммы сигнала важную роль играют сведения о наличии гармоник выше частоты основного тона, необходимо исследовать более широкий диапазон частот, чем отрезок от 70 до 1400 Гц. Кроме того, первоначальное число возможных итоговых каналов частот может оказаться недостаточным для более широкого диапазона.

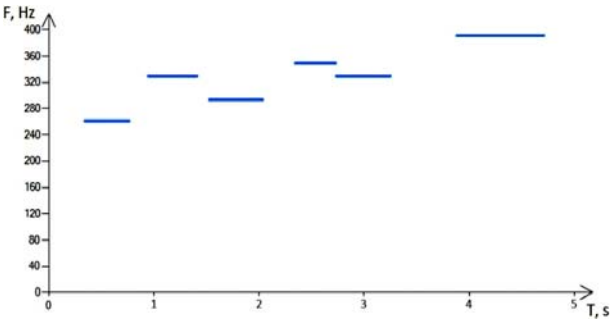


Рис. 7. Определенные вокализованные участки, соответствующие спетым нотам

Таким образом, от генерации набора шаблонов и фильтров по зафиксированным в теле соответствующей функции константам был совершен переход к использованию ряда новых переменных с целью исследования влияния данных характеристик на итоговое качество работы алгоритма в новых условиях. Кроме того, что значения верхней и нижней границ частоты стали переменными значениями на этапе генерации фильтров, также добавилась возможность самостоятельно указывать число итоговых каналов частот основного тона (рис. 8).

Рис. 8. Изменения в модуле генерации фильтров

Проведенное изменение позволило провести предварительное исследование возможности распознавания нот на частотах выше 400 Гц. Для решения поставленной задачи был использован набор аудиозаписей в формате wav звучания нот фортепиано.

В диапазоне частот от 69,3 до 932,32 Гц, что характеризуется диапазоном нот от «до-диез» большой октавы до ноты «си-бемоль» второй октавы соответственно, были верно распознаны все существующие ноты. Однако при исследовании нот выше или ниже указанного промежутка обнаружить четких вокализованных участков не удалось. Это произошло по причине недостаточности продолжительности звучания ноты относительно установленной минимальной длительности звучания, что в результате привело к отнесению большей части обнаруженных частот основного тона к шуму. В связи с полученными результатами были определены необходимые шаги по повышению качества идентификации нот, исполненных диктором, которые планируется учесть при дальнейшей работе.

Заключение

На основе проведенных исследований возможно сделать следующие выводы:

1. Применение метода идентификации нот, основанного на минимальной длительности звучания, позволяет повысить точность распознавания вокализованных участков и снизить влияние шума на конечный результат.

2. Расширение охватываемого диапазона позволяет распознавать ноты, лежащие вне диапазона звучания речи человека, но требует определения достаточного числа каналов частот основного тона.

Литература

1. Егошин Н.С., Конев А.А., Якимук А.Ю. Идентификация параметров речевого сигнала // Электронные средства и системы управления. – 2015. – № 1-2. – С. 147–150.

2. Конев А.А., Онищенко А.А., Костюченко Е.Ю., Якимук А.Ю. Автоматическое распознавание музыкальных нот // Научный вестник Новосиб. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 3 (60). – С. 32–47.

3. Конев А.А. Модель и алгоритмы анализа и сегментации речевого сигнала: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Томск, 2007.

4. Boersma P., Heuven V. Speak and unSpeak with PRAAT // Glot International. – November/December 2001. – Vol. 5, No. 9/10. – P. 341–347.

5. Lim K.A., Raphael C. In tune: a system to support an instrumentalist's visualization of intonation // Computer Music Journal. – 2010. – № 34. 3. – P. 45–55.

6. Gfeller K., Witt S., Adamek M. Efects of training on timbre recognition and appraisal by postlingually deafened cochlear implant recipients // Journal of the American Academy of Audiology. – 2002. – № 13. 3. – P. 132–145.

А.Е. Косова, А.М. Кориков

Применение видеокамер на борту беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для задач автоматического определения координат БПЛА

Выполнены обзор и описание актуальной в настоящее время задачи разработки математических моделей, алгоритмов и программ для моделирования полёта и определения трёхмерных координат и углов ориентации беспилотного летательного аппарата с использованием камер на борту при отсутствии сигналов спутниковой навигации.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, бортовые камеры, техническое зрение, автономное движение, автоматическое определение координат.

Важность развития технологий для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в настоящее время достаточно очевидна. Задачи, которые ставятся перед БПЛА, обусловлены их многочисленными применениями как в военной, так и в гражданской сферах (например, картографирование, геологоразведка, сельское хозяйство, связь, охрана границ, лесов, полицейское патрулирование, мониторинг опасных объектов и процессов, информационное сопровождение чрезвычайных ситуаций, наблюдение за линиями электропередач, газо- и нефтепроводами).

В настоящее время выполняется производство широкого ряда БПЛА – от тяжёлых до сверхмалых и создание надёжных систем навигации этих аппаратов является одним из важных направлений разработок. При этом существует много проблем, связанных с управлением и навигацией БПЛА. Одна из таких проблем – стабильность полёта большинства БПЛА очень сильно зависит от качества сигналов спутниковой связи GPS/ГЛОНАСС. К тому же использование этих технологий позиционирования может быть затруднено или вообще невозможно. Работа таких систем может быть нарушена в результате целенаправленного подавления либо из-за технических неполадок. Сигнал GPS/ГЛОНАСС может оказаться недоступным из-за рельефа горной местности или городских зданий. Также использование GPS/ГЛОНАСС может быть неприемлемым по причине секретности или недостаточной точности. Например, при решении задачи целеуказания требуемая точность позиционирования может составлять $2\sigma < 3$ м, а на этапе посадки – $2\sigma < 2{,}6$ м на высоте 10 м. Поэтому создание автономной системы позиционирования, которая позволила бы БПЛА меньше зависеть (или вообще отказаться) от спутниковой навигации, является актуальной, перспективной и важной научной задачей [1–3].

Постановка задачи

Задача автоматического определения координат (положения и ориентации) БПЛА заключается в следующем. Необходим беспилотный летательный аппарат, на борту которого установлена одна или несколько видеокамер, которые могут быть жёстко закреплены или подвижны. Должны быть известны технические характеристики камер на БПЛА, а также (особенно в случае подвижности) должна быть известна ориентация камер относительно аппарата. Необходим вычислитель для обработки данных, который может находиться как на самом аппарате, так и на наземной станции.

Описание математической модели камеры

В качестве математической модели камеры выбирается модель камеры-обскуры [4, 5]. В трёхмер-

ном пространстве задана глобальная система координат с центром в точке O (рис. 1).

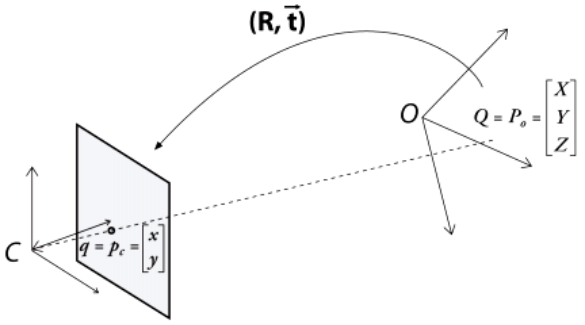


Рис. 1. Математическая модель камеры и введённые системы координат

Далее вводятся следующие обозначения: P_0 – наблюдаемая камерой точка пространства, проецируемая на некоторую плоскость изображения (аналог светочувствительной матрицы камеры); точка C – центр проекции, является началом системы координат, связанной с камерой; фокусное расстояние камеры – это расстояние между плоскостью изображения и центром проекции; оптическая ось – луч, имеющий начало в точке C и перпендикулярный плоскости изображения.

Пересечение отрезка P_0C с плоскостью изображения даёт двумерный образ точки P_0 – точку p_c, координаты которой выражаются в пикселях. Для вычисления координат точки p_c используются следующие матричные уравнения (где точка p_c представлена в однородных координатах):

$$P^* = \begin{bmatrix} X^* \\ Y^* \\ Z^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} r_{12} r_{13} \\ r_{21} r_{22} r_{23} \\ r_{31} r_{32} r_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} = RP_0 + T,$$

$$p_c^* = \begin{bmatrix} x^* \\ y^* \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^* \\ Y^* \\ Z^* \end{bmatrix} = MP^*,$$

$$p_c = \frac{1}{\omega} p_c^*.$$

Матрица **M** содержит внутренние параметры камеры, не зависящие от положения камеры в пространстве. Точка с пиксельными координатами (c_x, c_y) – это главная точка, в которой оптическая ось пересекается с плоскостью изображения, обычно эта точка почти совпадает с центром изображения. Параметры f_x и f_y – фокальные длины. Если F – фокусное расстояние камеры, а s_x, s_y – ширина и высота одного элемента светочувствительной матрицы, то $f_x = F / s_x$, $f_y = F / s_y$. Матрица **R** и вектор **T** – внешние параметры камеры. Они задают ориентацию и положение камеры относительно глобальной системы координат и используются для перехода в систему координат камеры с помощью операций поворота (**R**) и параллельного переноса (**T**). Поворот вокруг произвольной оси в трёхмерном пространстве можно представить в виде комбинации трёх поворотов вокруг каждой из координатных осей на некоторые углы ϕ, ψ и θ. Существует взаимно однозначное соответствие между тремя углами и матрицами поворота [2].

Подход к решению

В [1–3] дополнительно предполагается вместе с БПЛА использовать ещё один летательный аппарат – искусственный спутник Земли (ИСЗ), оборудованный камерой. Матрица внутренних параметров камеры должна быть известна, центром проекции камеры является точка O (рис. 2).

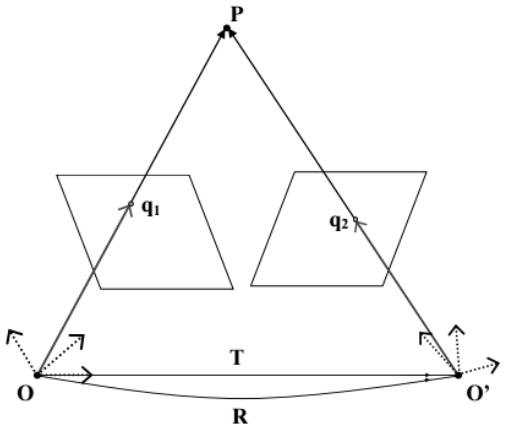


Рис. 2. Вид на точку P из двух разных камер

Положение и ориентация спутника относительно мировой системы координат, связанной с Землёй (с ее центром), для этой задачи должны быть известными. Пусть в трёхмерном пространстве задана точка P, которой на снимке, полученном с камеры ИСЗ, соответствует точка q_1. Центр проекции камеры, установленной на БПЛА, – точка O', а образ точки P – в точке q_2. Требуется вычислить матрицу **R** и вектор **T**, которые связывают системы координат ИСЗ и БПЛА посредством поворота и параллельного переноса. Если возможно нахождение этих параметров, то возможно вычисление положения и ориентации БПЛА относительно мировой системы координат [2].

Моделирование полёта БПЛА с бортовой камерой и обработка получаемых изображений

Для решения этой задачи также должна быть доступна карта высот участка местности, где предполагается проводить полёт, эта карта представляет собой псевдоизображение, где каждому пикселю сопоставлена высота над уровнем моря той точки, проекция которой попадает в этот пиксель. Спутниковый снимок вместе с картой высот составляют трёхмерную модель заданного участка земной поверхности. При отсутствии карты высот считается, что участок является плоским.

Для моделирования полёта БПЛА должны быть заданы точки отправки и назначения. Траектория полёта представляет собой некоторую эталонную кривую, по которой предполагается, что будет двигаться БПЛА. В [6] описан также возможный алгоритм генерации траектории.

В [2] предполагается, что траекторию можно аппроксимировать последовательностью прямых отрезков. На эталонной траектории выбирается серия точек (называемая опорными) и каждой такой точке сопоставляется некоторая прямоугольная область на карте выбранной местности. Каждая такая область – опорный снимок местности. Предполагается, что снимки выполняются с помощью камеры, установленной на ИСЗ для дальнейшего определения положения и ориентации БПЛА.

Каждый из прямоугольников позиционируется таким образом, чтобы соответствующая ему опорная точка располагалась в его центре и чтобы ориентация совпадала с направлением отрезка пути, на котором находится опорная точка.

Для моделирования реального полёта БПЛА делается множество снимков с помощью камеры, установленной на БПЛА. Также выбирается на эталонной траектории ещё одна серия точек, которые являются моментами съёмки, в которые нужно определять координаты и ориентацию БПЛА. Координаты этих точек смещаются на некоторый случайный вектор. Такие смещения имитируют воздействие внешних факторов на БПЛА, отклоняя его от эталонной траектории. Каждой точке также можно сопоставить свою прямоугольную область на карте местности, в результате получив серию тестовых снимков. Ещё одним возможным подходом может быть разбиение всей карты местности на множество фрагментов (перекрывающихся или неперекрывающихся). Применение такого подхода, возможно, позволит находить положение и ориентацию БПЛА без привязки к какому-то конкретному маршруту или в случае значительного отклонения от заданного маршрута.

Таким образом задано множество опорных снимков $A = \{A_1, A_2, \ldots A_a\}$. Необходимо, используя это множество, определить ориентацию и координаты *Б*, из которых был сделан некоторый тестовый снимок *B*. В качестве основного средства для решения этой задачи предлагается использовать множество пар соответствующих точек, наблюдаемых на обоих изображениях. Для снимка *B* необходимо выбрать наиболее подходящий снимок *A** из множества *A*, исходя из предположения, что функция match должна возвращать для снимков *B* и *A** как можно больше пар соответствующих точек:

$$A^* = \arg\max_{A_k \in A}(\text{count}(\text{match}(B, A_k))),$$

где count – функция, которая возвращает мощность множества, вычисляемого функцией match.

Так как исходное изображение дискретно, а также имеется шум, исходные параметры не всегда вычисляются правильно (функция match не всегда выдаёт точные значения). Одним из возможных способов решения задач подобного рода является алгоритм RANSAC – стабильный метод оценки параметров некоторой модели на основе случайных выборок [1].

Вычисление координат и ориентации БПЛА

Пусть опорный снимок сопоставлен точке на карте с координатами (x_0, y_0), а ориентация спутника, с применением которого был выполнен этот снимок, определяется углом θ_0. Тогда координаты и ориентация БПЛА, из которого был выполнен тестовый снимок, следующие:

$$\tilde{\theta} = \theta_0 + \theta, \begin{bmatrix}\tilde{x}\\ \tilde{y}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}x_0\\ y_0\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}dx\\ dy\end{bmatrix}.$$

При этом координаты и ориентация аппарата определяются в системе координат карты заданной местности и в дальнейшем необходимо переводить эти координаты в географические.

Программные решения для обработки изображений, получаемых с бортовой камеры

В качестве основного инструмента для обработки изображений обычно используется программная библиотека компьютерного зрения OpenCV [5].

В [1] для порождения кадров с камеры на виртуальном аппарате применяются возможности программной библиотеки GDAL [7] и часть программного кода библиотеки QGIS. Преимущество библиотеки GDAL в том, что она позволяет осуществлять проективные преобразования изображений и при этом не надо загружать изображения целиком в оперативную память компьютера.

Заключение

Выполнены обзор и описание существующих актуальных в настоящее время задач, математических моделей, алгоритмов и программ для моделирования полёта и определения трёхмерных координат и углов ориентации беспилотного летательного аппарата с использованием камер на борту при отсутствии сигналов спутниковой навигации.

Литература

1. Степанов Д.Н. Методы и алгоритмы определения положения и ориентации беспилотного летательного аппарата с применением бортовых видеокамер // Междунар. ж-л «Программные продукты и системы». – 2014. – № 1. – С. 150–157.

2. Степанов Д.Н., Тищенко И.П. Задача моделирования полета беспилотного летательного аппарата на основе системы технического зрения // Программные системы: Теория и приложения. – 2011. – № 4(8). – С. 33–43.

3. Ким Н.В., Кузнецов А.Г., Крылов И.Г. Применение систем технического зрения на беспилотных летательных аппаратах в задачах ориентации на местности // Вестник МАИ. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 46–49.

4. Камера-обскура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura, свободный (дата обращения: 24.09.2016).

5. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV. Sebastopol. O'Reilly Media; 2008.

6. Ардентов А.А., Бесчастный И.Ю., Маштаков А.П., Попов А.Ю., Сачков Ю.Л., Сачкова Е.Ф. Алгоритмы вычисления положения и ориентации БПЛА // Программные системы: Теория и приложения. – 2012. – № 3(12). – С. 23–39.

7. GDAL – библиотека для работы с растровыми географическими форматами файлов данных. – URL: http://gdal.org (дата обращения: 24.09.2016).

Секция 14

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель секции – **Шелупанов Александр Александрович**, д.т.н., профессор, зав. каф. КИБЭВС, ректор ТУСУРа*

УДК 004.056

А.Н. Вознюк, Г.В. Тумуров, А.П. Кшнянкин

Модель технической реализации подсистемы технической защиты информации объектов информатизации

Предложена модель технической реализации подсистемы технической защиты информации объектов информатизации, обеспечивающая четкое и ясное представление ее структуры, состава и содержания. Разработанная модель является универсальной и имеет как учебное, так и практическое значение при решении задачи разработки системы защиты информации на предприятии.
Ключевые слова: техническая реализация, подсистема технической защиты информации, объект информатизации.

Подсистема технической защиты информации (ПТЗИ) [1] является важнейшей составляющей системы защиты информации объектов информатизации (ОИ) на предприятии. В соответствии с моделью объекта защиты информации [2] определены два вида объектов информатизации – ОИ, реализующие информационные технологии с использованием технических средств и систем, а также ОИ, предназначенные для ведения конфиденциальных переговоров. Они включают всю совокупность типов реальных объектов защиты, таких как объект вычислительной техники, информационная система персональных данных, информационно-телекоммуникационная сеть и т.п., а также выделенное или защищаемое помещение. Методологию решения технической защиты таких объектов предоставляет ранее разработанная модель ПТЗИ ОИ [1]. Однако в настоящее время в отношении каждого из типов ОИ на законодательном и нормативно-правовом уровнях формируются локальные решения по технической защите информации, что создает значительные затруднения в системном решении задач защиты информации. В связи с этим в целях оптимизации обеспечения информационной безопасности объектов защиты целесообразна разработка системной модели технической реализации ПТЗИ ОИ.

За основу решения поставленной задачи принята модель ПТЗИ ОИ, которая в общем случае включает подсистему защиты информации (ЗИ) от её перехвата по техническим каналам утечки (ТКУИ), подсистему ЗИ от несанкционированного доступа (НСД) в автоматизированных системах (АС), подсистемы ЗИ от преднамеренных (ПНВ) и непреднамеренных воздействий (НПВ) на защищаемую информацию. Обобщенная модель ПТЗИ ОИ представлена на рис. 1.

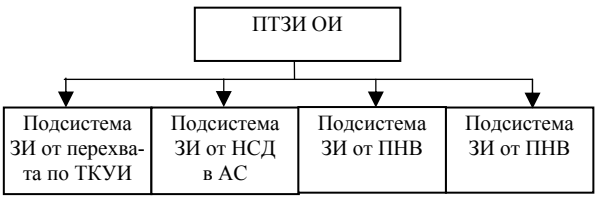


Рис. 1. Обобщенная модель ПТЗИ ОИ

На основе обобщенной модели ПТЗИ ОИ представляется возможной разработка модели технической реализации (ТР) ПТЗИ ОИ с учетом каждого из направлений защиты информации:

- подсистемы ЗИ от перехвата по ТКУИ;
- подсистема ЗИ от НСД в АС;
- подсистема ЗИ от ПНВ;
- подсистема ЗИ от ПНВ.

Модель ТР задачи защиты информации от перехвата по ТКУИ

Под техническим каналом утечки информации (ТКУИ) понимают совокупность источника информации (передатчика), линии связи (физической среды – канал с шумами), по которой распространяется информационный сигнал, и технических средств перехвата информации (приёмника) [3].

Элементарная модель ТКУИ представлена на рис. 2 [3].

На основе исследования задачи защиты информации от возможного перехвата в приведенной модели можно сделать вывод, что в точке размещения потенциального противника необходимо обеспечить

такое соотношение сигнал/шум, которое не позволит противнику получить защищаемую информацию или существенно затруднит получение информации. Это можно сделать следующими способами:

• уменьшить сигнал передатчика (к примеру, при помощи уменьшения мощности передатчика);

• увеличить затухание сигнала в канале (при помощи увеличения расстояния до источника сигнала);

• увеличить уровень шума (при помощи увеличения шума).

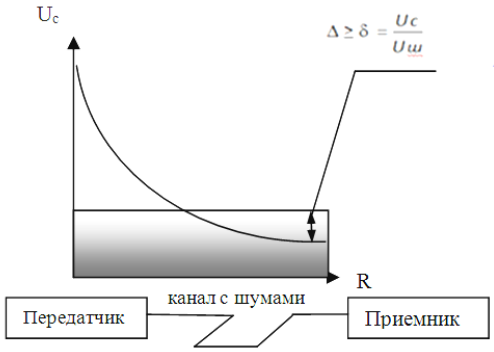


Рис. 2. Элементарная модель ТКУИ

Анализ теории и практики обеспечения ЗИ от перехвата по ТКУИ предполагает для реализации указанных способов использование активных и пассивных средств ЗИ, которые на системном уровне должны быть поддержаны организационно-правовыми мерами.

Активные средства ЗИ обеспечиваются на основе:

– пространственного зашумления (генераторы пространственного зашумления, создание прицельных помех, генераторы виброакустического шума, подавители диктофонов);

– линейного зашумления;

– уничтожения закладных устройств (генераторы импульсов).

Пассивные средства ЗИ обеспечиваются на основе:

– локализации излучений (экранирование, заземление, звукоизоляция);

– развязывания информационных сигналов (средства защиты, обладающие «микрофонным эффектом», системы бесперебойного питания, помехоподавляющие фильтры).

Организационно-правовые меры обеспечиваются на основе:

– установления контролируемой зоны вокруг объекта защиты;

– контроля и ограничения доступа на ОИ;

– использования на объекте сертифицированных средств обработки информации и средств ЗИ [4].

Модель ТР задачи защиты информации от НСД в АС

Защита информации от НСД решается на основе разработки соответствующей системы защиты от НСД. При этом система защиты информации от НСД – это комплекс программно-технических средств и организационных (процедурных) решений, условно состоящий из следующих четырех подсистем [5]:

• подсистемы управления доступом (идентификация, проверка подлинности и контроль доступа субъектов в систему, к терминалу и т.д., управление потоками информации);

• подсистемы регистрации и учета (регистрация и учет: входа (выхода) субъектов доступа в (из) систему(ы), выдачи печатных (графических) выходных документов, запуска (завершения) программ и процессов и т.д., учет носителей информации, очистка (обнуление, обезличивание) освобождаемых областей оперативной памяти ЭВМ и внешних накопителей);

• подсистемы криптографической ЗИ (шифрование конфиденциальной информации, использование аттестованных (сертифицированных) криптографических средств);

• подсистемы обеспечения целостности (обеспечение целостности, физическая охрана средств вычислительной техники и носителей информации, наличие администратора (службы) защиты информации в АС, периодическое тестирование СЗИ НСД, использование сертифицированных средств защиты).

В практическом плане техническая реализация защиты информации от НСД в АС обеспечивается на основе использования и применения:

– сертифицированных средств ЗИ от НСД в АС;

– сертифицированного или лицензионного системного и прикладного программного обеспечения;

– сертифицированных средств криптографической ЗИ;

– организационно-правовых мер (разграничение доступа к ресурсам АС, учет носителей информации, наличие администратора (службы) защиты информации в АС);

– мер физической охраны средств вычислительной техники и носителей информации.

Модель ТР задачи защиты информации от ПНВ

Защита информации от преднамеренного воздействия направлена на защиту от программно-технических воздействий, электромагнитного воздействия, воздействия иной физической природы [3].

Моделирование ТР защиты информации от ПНВ предполагает исследование следующих вариантов реализации АС:

• локальная рабочая станция;

• АС, подключенная в сеть предприятия;

• АС имеет подключение к сети Интернет;

• АС, подключенная в сеть предприятия и имеющая подключение к сети Интернет.

В рамках поставленной в этом разделе задачи основной угрозой безопасности информации, обрабатываемой в локальной рабочей станции, является воздействие вредоносных программ. В качестве средств ЗИ очевидно использование сертифицированных или лицензионных антивирусных средств защиты (АВЗ). В АС, подключенной в сеть предприятия, дополнительно требуется применение средств межсетевого экранирования (МЭ). В АС, имеющей

подключение к глобальной сети, кроме средств антивирусной защиты требуется применение средств обнаружения вторжений (СОВ). В АС, подключенной в сеть предприятия и имеющей выход в сеть Интернет, для ТР ЗИ необходимо комплексное использование средств АВЗ, МЭ и СОВ. При этом любой из вариантов реализации АС требует исследования необходимости и целесообразности обеспечения средствами защиты от электромагнитного воздействия и воздействия иной физической природы (в том числе радиационного), к примеру, путем экранирования.

Меры ТР защиты информации от ПНВ очевидно должны быть поддержаны мерами организационно-правовой защиты информации, в том числе разработкой положений по АВЗ, МЭ, СОВ, защиты от электромагнитного воздействия и воздействия иной физической природы.

Модель ТР задачи защиты информации от НПВ

Защита информации от НПВ в соответствии с [1] включает в себя защиту от сбоев технических (ТС) и программных средств (ПС) АС. Это предполагает для ЗИ использование:

– систем резервного копирования;

– систем бесперебойного электропитания;

– систем тестирования оборудования и ПО;

– сертифицированного или лицензионного системного и прикладного ПО.

Меры ТР защиты информации от НПВ должны быть поддержаны мерами организационно-правовой защиты информации, в том числе разработкой положений о системах резервного копирования, бесперебойного питания, тестированием оборудования и ПО.

На основе проведенного исследования модель технической реализации ПТЗИ ОИ можно представить в м виде таблицы.

Модель технической реализации ПТЗИ ОИ

Подсистема ЗИ от перехвата по ТКУИ	Подсистема ЗИ от НСД в АС	Подсистема ЗИ от ПНВ	Подсистема ЗИ от НПВ
Методология			
• Уменьшить сигнал передатчика; • увеличить затухание сигнала в канале; • увеличить уровень шума	• ЗИ подсистемой управления доступом; • ЗИ подсистемой регистрации и учета; • ЗИ подсистемой криптографической ЗИ; • ЗИ подсистемой обеспечения целостности	• ЗИ от программно-технических воздействий; • ЗИ от электромагнитного воздействия; • ЗИ от воздействий иной физической природы	• ЗИ от сбоев ТС; • ЗИ от сбоев ПС
Основные средства и меры			
• Генераторы пространственного зашумления; • генераторы виброакустического шума; • линейное зашумление; • уничтожение закладных устройств; экранирование; • заземление; звукоизоляция; • системы бесперебойного питания; • помехоподавляющие фильтры; • организационно-правовые меры: – установление контролируемой зоны вокруг объекта защиты; – контроль и ограничение доступа на ОИ; – использование на объекте сертифицированных средств обработки информации и средств ЗИ	• Сертифицированные средства ЗИ от НСД в АС; • сертифицированное или лицензионное системное и прикладное ПО; • сертифицированные средства криптографической ЗИ; • меры физической охраны средств вычислительной техники и носителей информации; • организационно-правовые меры: – разграничение доступа к ресурсам АС; – учет носителей информации; – наличие администратора (службы) защиты информации в АС)	• АВЗ; • МЭ; • СОВ; • экранирование от электромагнитных воздействий; • организационные меры: – разработка положений по соответствующим средствам ЗИ	• Система резервного копирования; • система бесперебойного электропитания; • система тестирования оборудования и ПО; • сертифицированное или лицензионное системное и прикладное ПО; • организационные меры: – разработка положений по соответствующим системам защиты

Следует отметить, что модель технической реализации ПТЗИ объектов, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров в соответствии с [1], является необходимой и актуальной только в части реализации подсистемы ЗИ от перехвата по ТКУИ.

Заключение

1. Разработанная модель ТР ПТЗИ ОИ решает поставленную в исследовании задачу, является универсальной и позволяет системно решать задачи технической реализации защиты информации любого вида ОИ.

2. Модель ТР ПТЗИ ОИ имеет практическое значение, так как была апробирована в учебном процессе и при выполнении выпускных квалификационных работ по информационной безопасности студентов ТУСУРа, а также может быть использована в задачах разработки ПТЗИ на предприятии.

Литература

1. Загородников А.А., Козлов С.В., Кшнянкин А.П. Модель подсистемы технической защиты информации объекта информатизации // Всерос. науч.-техн. конф. «Научная сессия ТУСУР–015» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/events/session/2015-4.pdf (дата обращения: 19.09.16).

2. Загородников А.А., Козлов С.В., Кшнянкин А.П. Модель объекта защиты информации // Конференция участников ГПО ТУСУР–2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gpoconference.tusur.ru/conference/014/themes/99/projects/571/discourses/654, свободный (дата обращения: 15.09.16).

3. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам: учеб. пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.

4. Хорев А.А. Способы и средства защиты информации: учеб. пособие. – М.: МО РФ, 1998. – 316 с.

5. Руководящий документ. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fstec.ru/component/attachments/download/296 (дата обращения: 19.09.16).

УДК 621.372.543.3

Д.А. Антипов, А.А. Шелупанов, Л.А. Торгонский

Подстройка частоты режекции в рамках задачи защиты информации

Определяются требования к использованию подстраиваемого режекторного фильтра в генераторах электромагнитного шума, а также вырабатывается методика построения такого фильтра. Выводятся формулы, описывающие влияние каждого компонента на характеристики фильтра. Предлагается новый способ подстройки по частоте и описываются расчётные соотношения, положительно характеризующие применение этого способа.
Ключевые слова: генератор электромагнитного шума, режекторный фильтр, подстройка частоты режекции.

Активные средства защиты информации (СЗИ) остаются самыми эффективными в задачах противодействия средствам съёма информации, передающейся по радиоканалу. Линейка СЗИ представлена большим многообразием генераторов электромагнитного шума, действующих в широком диапазоне частот [1].

Однако при использовании активных средств защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ и ПЭМИН неизбежно возникают проблемы в виде помех в работе полезных устройств. Это особенно касается телевидения, звукового вещания и систем радиоканальной охранной сигнализации [2].

Для того чтобы генератор электромагнитного шума не подавлял целевое устройство, в цепь включается режекторный фильтр с определёнными характеристиками, что позволяет создать частотное «окно». Такие действия не снижают защищённость информации от перехвата, так как роль шума в этом «окне» будет выполнять сигнал от этого устройства.

Схемное решение

Так как потенциально полезных устройств множество, невозможно изготовить режекторный фильтр для каждого такого устройства, поэтому режекторный фильтр должен обладать способностью перестраиваться по частоте.

В литературе [3] описывается схемное решение, построенное на конверторах полного сопротивления. В числе его достоинств – возможность достижения высокой добротности, а также лёгкая подстройка центральной частоты режекции.

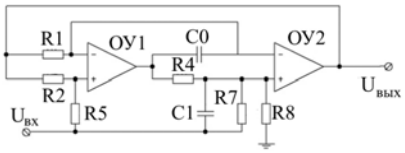


Рис. 1. Режекторный фильтр на основе конверторов полного сопротивления

Характеристики такого фильтра [4] описываются следующими уравнениями.

Передаточная функция:

$$T(\omega)=\frac{\omega^2+\frac{R_2}{C_1}\left(\frac{1}{R_2R_7}-\frac{1}{R_5R_8}\right)\omega i+\frac{R_2}{R_1R_4R_5C_0C_1}}{\frac{1}{C_1}\left(\frac{1}{R_7}-\frac{1}{R_8}\right)\omega i+\frac{R_2}{R_1R_4R_5C_0C_1}}. \quad (1)$$

Центральная частота режекции:

$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{R_4}}\sqrt{\frac{R_2}{R_1R_5C_0C_1}}. \quad (2)$$

Добротность контура:

$$Q=\frac{R_7R_8C_1\omega_0}{R_8+R_7}. \quad (3)$$

Для максимального подавления на частоте ω_0 должно выполняться соотношение

$$R_5R_8=R_2R_7. \quad (4)$$

При этом $R_8 \neq R_7$, иначе $T(\omega) = 1$ в любой точке передаточной функции.

Требования к характеристикам фильтра

Зная основные уравнения, которыми описывается данный фильтр, можем вывести требования к его характеристикам в рамках поставленной задачи.

Полезный сигнал передаётся устройствами с помощью частотной модуляции. Ширина телевизионного канала при этом не превышает 8 МГц. Тем самым ширина полосы подавления должна быть не меньше 8 МГц.

$$\frac{\omega_0}{Q} \geq 8 \times 10^6, \quad (5)$$

$$\frac{R_7 + R_8}{R_7 R_8 C_1} \geq 8 \times 10^6. \quad (6)$$

Полезный сигнал от устройств лежит в диапазоне от 40 до 862 МГц. Так как планируется возможность подстраивать фильтр на нужную частоту, нужно определить границы изменения R_4. Дискретизация уровня перестройки должна составлять не более 250 кГц.

Применение цифровых потенциометров

В подавляющем большинстве случаев применения требуется вырезать из шума генератора сразу несколько частот. В реализации [2] предполагается, что для каждой частоты будет построен свой фильтр, у которого будет изменён только R4. Эти фильтры будут включаться каскадом.

Гораздо удобнее использовать потенциометры – переменные сопротивления, благодаря которым можно использовать один и тот же фильтр для широкого диапазона частот, перестраивая его на нужную частоту в данный момент. Существуют аналоговые потенциометры, чьё сопротивление изменяется поворотом ручки, и цифровые, способные изменять своё сопротивление на основе приходящего цифрового сигнала.

Самые популярные подстроечные резисторы обладают диапазоном изменений величины сопротивления 10, 50, 100 кОм. Однако аналоговые («ручной подстройки») могут быть использованы с трудом из-за невозможности точной и стабильной настройки. При малых значениях сопротивления R_4 даже небольшое изменение R_4 сильно меняет частоту режекции, а при больших, наоборот, меняет слишком слабо.

Поэтому будем опираться на цифровые потенциомеры, они обеспечивают стабильную работу и точность настройки. Например, цифровой потенциометр AD5175 с номинальным сопротивлением 10 кОм имеет 1024 градации, т.е. обеспечивает перестройку величины сопротивления с точностью ≈10 Ом.

Согласно (2), величина сопротивления R_4 влияет на частоту обратно пропорционально корню из величины сопротивления.

На рис. 2 изображено, насколько изменится частота режекции, по сравнению с предыдущим уровнем. Дискретизация по горизонтальной оси равна 10 Ом.

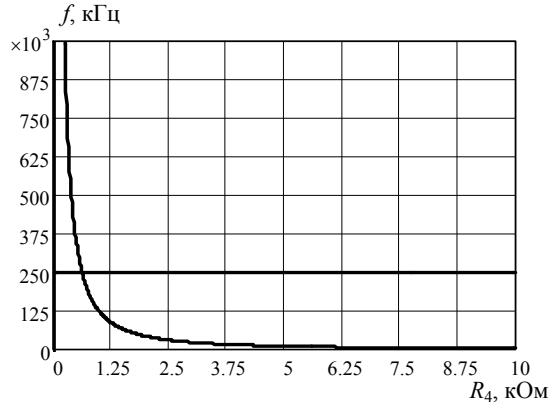


Рис. 2. Зависимость приращения частоты режекции от изменения R_4

В результате вычислений было получено, что необходимой точности подстройки мы достигаем, начиная с 0,5 кОм и выше. При этом диапазон подстройки лежит от 60 до 148 МГц. При других значениях сопротивления остальных резисторов мы можем передвигать диапазон.

Методика подбора элементов для фильтра

Учитывая взаимозависимость характеристик фильтра, можно определить последовательность расчёта каждого элемента.

1. Необходимо выбрать сопротивления R_2, R_7, R_5, R_8. При этом должно выполняться соотношение (4) и $R_7 \neq R_8$

2. Выберать частоту режекции ω_0.

Так как фильтр перестраиваемый, на данном этапе необходимо выбрать нижнюю границу частоты режекции.

Выбираем величину ёмкости C_0 и C_1, чтобы выполнялось соотношение

$$C_0 \times C_1 \geq \frac{R_2}{\sqrt{R_{4\max} \times R_2 R_5 \omega_0^2}}, \quad (7)$$

где $R_{4\max}$ – максимальное значение потенциометра.

Верхнюю частоту режекции можно вычислить по формуле:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{R_2}{R_1 R_5 C_0 C_1}}. \quad (8)$$

Однако если требуется определённая точность подстройки, должно выполняться соотношение

$$\left|\omega_i - \omega_{i-1}\right| \leq \Delta\omega. \quad (9)$$

где

$$\omega_i = \sqrt{\frac{R_2}{\Delta R_4 R_1 R_5 C_0 C_1 i}}. \quad (10)$$

$i \in 2,3\ldots1024$; $\Delta\omega$ – точность настройки; ΔR_4 – дискретность перестройки потенциометра (≈10 для приведённого случая).

3. Добротность фильтра не будет постоянной во всём диапазоне подстройки. При росте центральной частоты значение добротности также будет расти пропорционально. В данном случае требования к значению добротности исходят из ширины спектра

полезного сигнала Δf. Для телевизионного сигнала она равна 8 МГц для одного канала.

$$Q = \frac{R_7 R_8 C_1 \omega_0}{R_7 + R_8} \le \frac{\omega_0}{\Delta f}. \quad (11)$$

Знак «≤» означает, что добротность может быть ниже этого порога, но тогда есть вероятность «зацепить» соседние каналы.

Вычислив таким образом все необходимые параметры, можно использовать фильтр, настраивая его с помощью R_4. Величина необходимого сопротивления R_4 может быть вычислена по формуле

$$R_4 = \frac{R_2}{C_0 C_1 R_1 R_5 \omega_0^2}, \quad (12)$$

где ω_0 – требуемая частота режекции.

Заключение

В результате работы было исследовано влияние элементов схемы режекторного фильтра на её характеристики. На основе этого исследования были выдвинуты требования к фильтру, определяющие его применимость в генераторах электромагнитного шума. Была разработана методика подбора элементов по требуемым характеристикам. Предложен новый для этого применения способ перестройки фильтра по частоте режекции, приведены соотношения, показывающие высокую степень применимости такого способа.

Литература

1. Хорев А.А. Способы и средства защиты информации. – М.: МО РФ, 1998. – 316 с.

2. Урбанович П.В. Определение режимов для формирования полос частот средств активной защиты / П.В. Урбанович, А.А. Шелупанов, Н.Т. Югов // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 1 (21), ч. 1. – С. 78–81.

3. Урбанович П.В. Анализ генераторов шума для нейтрализации побочных электромагнитных излучений и наводки / П.В. Урбанович, Т.Т. Газизов, А.А. Шелупанов // Безопасность информационных технологий. – 2007. – № 4. – С. 81–82.

4. Пейтон А. Дж. Аналоговая электроника на операционных усилителях / А.Дж. Пейтон, В. Волш. – М.: БИНОМ, 1994. – 352 с.

УДК 004.056

А.Ф. Чипига, А.А. Ерещенко

Разработка процедур автоматизированного формирования правил разграничения доступа между объектами программной системы

Рассматривается подход к формированию подсистемы разграничения доступа, предназначенной для функционирования в составе программных систем, спроектированных с использованием объектно-ориентированного подхода. Адаптация модели разграничения доступа программной системы к особенностям объектно-ориентированного подхода позволяет получить преимущества, снижающие трудоемкость разработки и сопровождения подсистемы безопасности и повышающие ее защищенность. Предлагается на этапе проектирования и разработки программной системы, при описании классов и иерархии их наследования непосредственно в исходном коде программной системы описывать базовые правила разграничения доступа между объектами соответствующих классов.

Ключевые слова: программная система, подсистема, разграничение доступа, объектно-ориентированный подход.

Особенности создания подсистем разграничения доступа в объектно-ориентированных системах

При создании подсистем разграничения доступа, предназначенных для функционирования в составе программных систем, спроектированных с использованием объектно-ориентированного подхода, необходимо учитывать, что каждый из объектов является экземпляром определенного класса, а классы образуют иерархию наследования [1–3].

Вместе с тем в случае если программная система работает в предметной области, описанной с использованием объектно-ориентированного подхода, и разработана в объектно-ориентированной среде программирования, адаптация модели разграничения доступа программной системы к особенностям объектно-ориентированного подхода позволяет получить преимущества, снижающие трудоемкость разработки и сопровождения подсистемы безопасности и повышающие ее защищенность [4–6].

Предлагается на этапе проектирования и разработки программной системы при описании классов и иерархии их наследования непосредственно в исходном коде описывать базовые правила разграничения доступа между объектами соответствующих классов.

Такой подход позволит:

– обеспечить наследование правил доступа от родительского класса к наследникам;

– автоматически формировать базовые правила при заполнении матрицы доступа объектов системы на этапе ее функционирования;

– на этапе эксплуатации системы ввести дополнительный автоматизированный контроль за действиями администратора безопасности системы, а именно, проверять, не противоречат ли вводимые им

правила доступа между объектами системы правилам, заданным разработчиком системы на этапе ее проектирования.

Для практической реализации такого подхода необходимо предусмотреть на этапе начальной инициализации программной системы формирование базовой матрицы доступа (БМД) на основе анализа иерархии классов программной системы и базовых правил, описанных разработчиком системы для ее классов.

Подсистема безопасности программной системы должна при создании или модификации правил доступа для объектов системы проверять их непротиворечивость правилам, имеющимся в БМД.

В качестве примера рассмотрена программная система, в которой в качестве предметной области выбрана структура университета со следующими классами:

1. ISecureObj, SecureObjectRoot – служебные классы, родительские для всех других классов предметной обрасти, SecureObjectRoot, является наследником ISecureObj. Указанные классы содержат обязательные для всех классов системы поля, методы и интерфейсы.
2. Schoolbook – класс, описывающий экземпляры учебной литературы, учебники, книги, наследует от класса SecureObjectRoot.
3. Journal – класс, описывающий журналы учета успеваемости студентов, наследует от класса SecureObjectRoot.
4. AcademicPlan – класс, описывающий академический план (учебную программу), наследует от класса SecureObjectRoot.
5. Person – класс, описывающий человека (физическое лицо), наследует от класса SecureObjectRoot.
6. LocalPerson – класс, описывающий человека (физическое лицо), работающего или обучающегося в организации, наследует от класса Person.
7. Learner – класс, описывающий человека, обучающегося по какой-либо образовательной программе, наследует от класса LocalPerson.
8. Student – класс, описывающий студента, наследует от класса Learner.
9. Employee – класс, описывающий сотрудника, наследует от класса LocalPerson.
10. Teacher – класс, описывающий преподавателя, наследует от класса Employee.

Предполагается, что в программной системе будут существовать объекты описанных выше классов, которые в ходе своей работы осуществляют вызовы методов друг друга, в том числе выполняют создание и удаление объектов системы.

Права доступа для объектов, созданных в программной системе, описаны в рабочей матрице доступа (РМД).

Использование структуры классов для формирования правил разграничения доступа

Учитывая, что в объектно-ориентированной программной системе все объекты обязательно относятся к какому-либо классу, становится возможным описать базовые правила разграничения доступа между ними на этапе создания структуры классов.

При создании объектов определенного класса права доступа, описанные для соответствующего класса, будут распространены на создаваемые объекты по правилам, которые будут описаны ниже.

Предлагается описывать базовые правила в виде текстовых тегов, которые могут включаться непосредственно в исходный код программной системы либо входить в состав программного проекта отдельными файлами.

В разработанной тестовой программной системе использован подход с хранением базовых правил разграничения доступа в файлах, каждый из которых имеет наименование, соответствующее имени класса, к которому относятся соответствующие правила. Данные файлы включены в структуру исходного кода программной системы (проекта в среде программирования IntelliJ IDEA). Программная система разработана на языке Java.

Для структуры классов предметной области сформированы базовые правила разграничения доступа следующего вида (приведен пример для двух классов).

Для класса AcademicPlan:

<begin>
com.company.AcademicPlan
com.company.SecureObjectRoot
com.company.Person true true true false true
com.company.LocalPerson true true true false true
com.company.Employee true true true false true
com.company.Teacher true true true true true
<end>

Для класса Employee:

<begin>
com.company.Employee
com.company.LocalPerson
com.company.Person false false false true false
com.company.LocalPerson true true true false true
<end>

Описание правил разграничения доступа для классов осуществляется следующим способом:

- описание правил разграничения доступа начинается с тега <begin> и завершается тегом <end>, каждый из которых располагается на отдельной строке;
- между тегами <begin> и <end> размещается несколько текстовых строк;
- первая строка после тега <begin> содержит имя класса, к которому относятся данные правила разграничения доступа (вызываемый класс);
- вторая строка после тега <begin> содержит имя класса, являющегося родительским для класса, к которому относятся данные правила разграничения доступа;
- с третьей строки и далее указываются одна или несколько строк, содержащих описание правил разграничения доступа в виде набора параметров, разделенных пробелом, в следующем формате:

• <имя> <создание> <модификация> <удаление> <наследование> <по умолчанию>.

В указанной выше строке, содержащей описание правил разграничения доступа, поля имеют следующее значение:

<имя> – имя класса (далее – вызывающий класс), которому разрешено вызывать методы класса, к которому относятся описываемые правила разграничения доступа (далее – вызываемый класс);

<создание> – может принимать значения true или false и означает разрешение на создание объектом вызывающего класса объекта вызываемого класса;

<модификация> – может принимать значения true или false и означает разрешение на вызов методов объектом вызывающего класса объекта вызываемого класса (кроме методов, вызывающих создание или удаление объекта);

<удаление> – может принимать значения true или false и означает разрешение на создание объектом вызывающего класса объекта вызываемого класса;

<наследование> – может принимать значения true или false и определяет, является ли данное правило разграничения доступа наследуемым в классы, являющиеся наследниками класса, к которому относятся описываемые правила. В случае значения true данное правило наследуется всеми потомками, в случае значения false наследование правила не производится;

<по умолчанию> – может принимать значения true или false и определяет, будет ли данное правило разграничения доступа по умолчанию назначено каждому создаваемому объекту класса, к которому относятся описываемые правила. В случае значения true данное правило назначается каждому объекту при его создании, в случае значения false правило может быть назначено администратором подсистемы безопасности вручную.

Алгоритмы формирования базовых правил разграничения доступа между объектами программной системы

Правила разграничения доступа для классов используются на этапе подготовки программной системы к эксплуатации для формирования БМД. БМД, в свою очередь, используется на этапе функционирования системы для проверки допустимости правил, создаваемых для объектов системы. Создаваемые правила для объектов записываются в рабочую матрицу разграничения доступа (РМД), используемую подсистемой безопасности для контроля действий объектов программной системы.

БМД в ходе штатной работы системы не меняется и при необходимости сохраняется в долговременной памяти или загружается из нее (таблица).

Разработанные алгоритмы инициализации подсистемы безопасности и формирования БМД представлены на рис. 1 и 2.

В дальнейшем БМД используется подсистемой безопасности при формировании рабочей матрицы доступа.

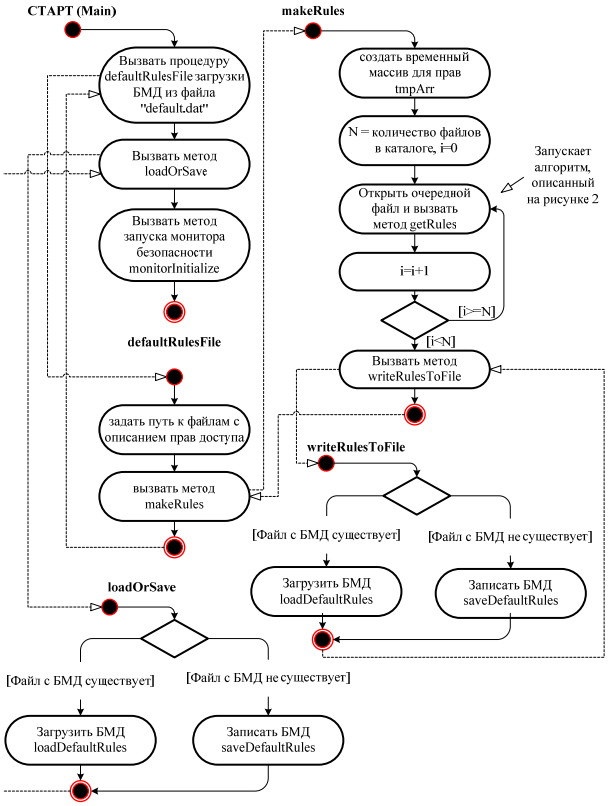


Рис. 1. Алгоритм инициализации подсистемы безопасности

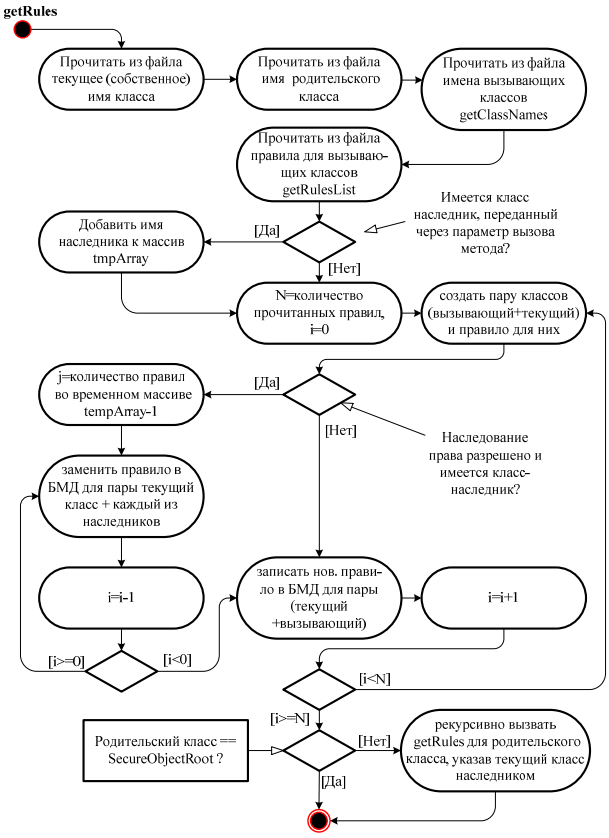


Рис. 2. Алгоритм формирования базовой матрицы доступа

Рабочая матрица доступа формируется при создании объектов программной системы. При получе-

нии запроса на создание объекта монитор безопасности загружает правила из базовой матрицы доступа для требуемой пары объектов и на их основе создает соответствующие правила в рабочей матрице доступа.

Таким образом, может быть организована работа подсистемы безопасности, позволяющая автоматизированно формировать правила разграничения доступа между объектами программной системы и в дальнейшем контролировать действия объектов в объектно-ориентированной программной среде.

Фрагмент БМД

Вызывающий класс	Вызываемый класс	Право доступа
com.company.Person	com.company.Teacher	SecurityRights{create=false, update=false, delete=false, is derived=true, is setbydefault=false}
com.company.LocalPerson	com.company.Employee	SecurityRights{create=true, update=true, delete=true, is derived=false, is setbydefault=true}
com.company.LocalPerson	com.company.Student	SecurityRights{create=true, update=true, delete=true, is derived=false, is setbydefault=true}

Выводы

Показана возможность использования информации о структуре классов программной системы для автоматизированного формирования правил разграничения доступа между объектами системы, что позволяет снизить трудозатраты на формирование таких правил при их формировании администратором подсистемы безопасности вручную. Кроме того, предложенный подход позволяет повысить защищенность программной системы за счет задания основных (базовых) правил разграничения доступа между объектами системы уже на этапе проектирования и разработки программной системы, и автоматизированно контролируются в ходе ее функционирования.

Неоюходимо разработать алгоритмы контроля допустимости действий администратора подсистемы безопасности по модификации правил доступа с точки зрения их соответствия базовым правилам, заданным на этапе проектирования системы, а также алгоритмы работы монитора безопасности, реализующего проектируемую модель разграничения доступа и обеспечивающего контроль действий объектов с учетом механизмов инкапсуляции.

Планируется получение комплекса моделей и алгоритмов, позволяющих строить подсистемы безопасности, адаптированные для объектно-ориентированных программных систем и использующие их особенности для повышения уровня защищенности.

Литература

1. Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем. Управление доступом и информационными потоками: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 338 с.

2. Безопасность информационных технологий. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Руководящий документ (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408). – М.: Гостехкомиссия России., 2002. – Ч. 1–3.

3. Казарин О.В. Методология защиты программного обеспечения. – М.: МЦМНО, 2009. – 464 с.

4. Щербаков А.Ю. Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты. учеб. пособие. – М.: Книжный мир, 2009. – 352 с.

5. Чипига А.Ф., Ерещенко А.А. Объектный подход к модели разграничения доступа в компьютерных системах // Информационное противодействие угрозам терроризма. – 2005. – № 5. – С. 122–128.

6. Чипига А.Ф., Ерещенко А.А., Пелешенко В.С. Модель трехмерной структуры объектов с матрицей доступа // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 11 (100). – С. 172–176.

УДК 004.056.5

О.О. Евсютин, А.С. Кокурина, Р.В. Мещеряков, О.О. Шумская

Метод стеганографической защиты авторства электронных документов

Представлен метод стеганографической защиты авторства электронных документов, содержащих цифровые изображения. Основная идея данного метода состоит во внедрении цифровых водяных знаков в изображения, которые обычно содержатся в электронных документах, для привязки данных изображений к личности автора, а также к самому документу. Для практической реализации предлагаемого метода был использован известный алгоритм встраивания цифровых водяных знаков, построенный с использованием дискретного преобразования Фурье. Вычислительные эксперименты показали, что наличие цифровые водяных знаков, встраиваемых с помощью использованного алгоритма, успешно выявляется после такого типичного преобразования, как конвертация редактируемого электронного документа в формат PDF.

Ключевые слова: информационная безопасность, стеганография, защита авторства, цифровые водяные знаки.

Сложно представить современный мир без обмена информацией через сеть Интернет. Доступ к тем или иным электронным документам имеет большое значение в самых разных сферах жизни.

Однако существует проблема защиты авторских прав, поскольку нередко общий доступ к результатам интеллектуальной деятельности позволяет злоумышленникам присваивать чужие труды.

Основным способом защиты авторства электронных документов является использование электронной подписи (ЭП). ЭП представляет собой альтернативу рукописной подписи и используется преимущественно при организации защищенного электронного документооборота между юридическими лицами. Использование ЭП частными пользователями не так распространено, поскольку требует покупки цифрового сертификата и сопутствующего программного обеспечения. Кроме того, ЭП позволяет подтверждать факт внесения изменений в электронный документ после его подписания, но не позволяет устанавливать факт незаконного копирования информации, в том числе цифровых изображений в другие документы.

Данная работа посвящена защите авторства электронных документов методами цифровой стеганографии. Стеганография – это наука о скрытой передаче и хранении информации, когда сам факт наличия секретных сведений остаётся тайной для злоумышленника. В этом случае защита документа обеспечивается за счет незаметного внедрения в него некоторой дополнительной информации, подтверждение наличия которой одновременно является подтверждением авторства. Примером такой информации могут быть идентификационные данные пользователя, такие как фамилия, имя, отчество, адрес электронной почты, идентификатор, используемый в рамках определенной информационной системы. Тогда для доказательства авторства достаточно извлечь эту информацию из документа и сравнить с идентификационными данными того лица, от имени которого размещены рассматриваемые материалы. Несовпадение будет свидетельствовать о присвоении чужого труда.

В работе представлен обзор существующих методов защиты авторства электронных документов, описан метод защиты авторства электронных документов с помощью встраивания цифровых водяных знаков и приведены результаты вычислительных экспериментов с алгоритмической реализацией данного метода.

Обзор существующих методов защиты авторства электронных документов

Существует множество работ, посвящённых защите авторства документов, однако универсального решения на текущий момент не существует. В работе [1] описаны разнообразные методы автороведческой экспертизы, позволяющие определить автора по некоторым особенностям текста, таким как наиболее часто употребляемые слова, характерные орфографические или пунктуационные ошибки, структура документа и т.п. Однако подобная экспертиза даёт точный результат только при возможности проанализировать несколько текстов одного автора. К тому же речь идёт в основном о художественных текстах, в которых проявляются характерные черты автора. Напротив, в работе [2] описан метод защиты строго формализованных документов, основанный на лексикологическом синтезе документа. В этом случае по каналам связи передаётся не сам документ, а индексная последовательность, по которой впоследствии можно восстановить форму документа и опорные слова. Однако таким образом невозможно защитить документы, не имеющие единой структуры и ограниченного набора употребляемых слов.

Другим направлением сокрытия в электронном документе информации о его авторе является внесение изменений в представление текста либо использование особенностей формата файла, содержащего данный текст [3].

На этапе появления и начального развития сети Интернет было достаточно защиты авторства с помощью кодирования битов информационного сообщения разным количеством пробелов или заменой букв одинаковыми по начертанию символами. На текущий момент подобные способы не могут обеспечить достаточную защиту. Способ кодирования битов информационного сообщения последовательностью пробелов очевиден обычному пользователю, а современные текстовые редакторы позволяют автоматически заменить во всем тексте любое количество подряд идущих пробелов между словами на одинарные пробелы. Кодирование битов информационного сообщения с помощью замены букв одинаковыми по начертанию символами казалось бы решает проблему очевидности встраивания, однако современные текстовые редакторы подобные замены распознают как ошибки и информируют об этом пользователя, компрометируя незаметность встраивания.

Метод защиты авторского права с помощью изменения атрибутов файла также нельзя назвать эффективным на сегодняшний день. Если пользователь захочет украсть чужой труд, то скорее всего он скопирует чужой текст в свою работу, и встроенная с помощью изменений атрибутов файла информация будет утеряна.

В настоящее время изучается способ защиты авторства с помощью изменения цвета символов текста. Существует несколько работ [4, 5], рассматривающих этот способ, однако нетрудно изменить цвет всего текста за пару секунд с помощью опций текстовых редакторов. Но стоит отметить, что данная идея и ее реализация обеспечивают высокую незаметность встраивания информационного сообщения.

Предлагаемый метод защиты авторства электронных документов

Многие электронные документы содержат графические объекты: логотипы, схемы, скриншоты и прочие иллюстрации. Чаще всего злоумышленники их копируют, поскольку воссоздать изображение обычно достаточно трудоемко и не всегда возможно. Таким образом, при помощи стеганографии можно защитить авторство электронного документа, скрыв

информацию о его авторе в цифровых изображениях, содержащихся в данном документе.

Идея встраивания информации в изображения, содержащиеся в текстовом документе, созданном в редакторе Microsoft Word, описана в статье [6]. Авторы статьи предлагают скрывать таким образом различные сообщения для их последующей передачи. Однако в работе упор делается на большой объём вложения, а возможность преобразования документа в другие форматы, в частности PDF, не рассматривается.

В настоящей работе предлагается встраивать в изображения не сообщения, а цифровые водяные знаки (ЦВЗ). ЦВЗ может быть сгенерирован на основе идентификационных данных автора электронного документа. Созданный однажды ЦВЗ автор при необходимости может многократно использовать для защиты своих работ: достаточно воспользоваться программой для встраивания ЦВЗ в изображение, которое впоследствии будет размещено в создаваемом документе. Для подтверждения авторства необходимо извлечь изображение из документа и детектировать в нём наличие искомого ЦВЗ, предоставленного потенциальным автором. Если будет установлено, что изображение содержит данный ЦВЗ, то автором документа является хозяин этого ЦВЗ. Если же наличие искомого ЦВЗ не обнаружится, то авторство не подтвердится, и присвоение чужого труда окажется разоблачено.

Модель системы, реализующей генерацию ЦВЗ, его внедрение в изображение и последующее детектирование, представлена на рис. 1.

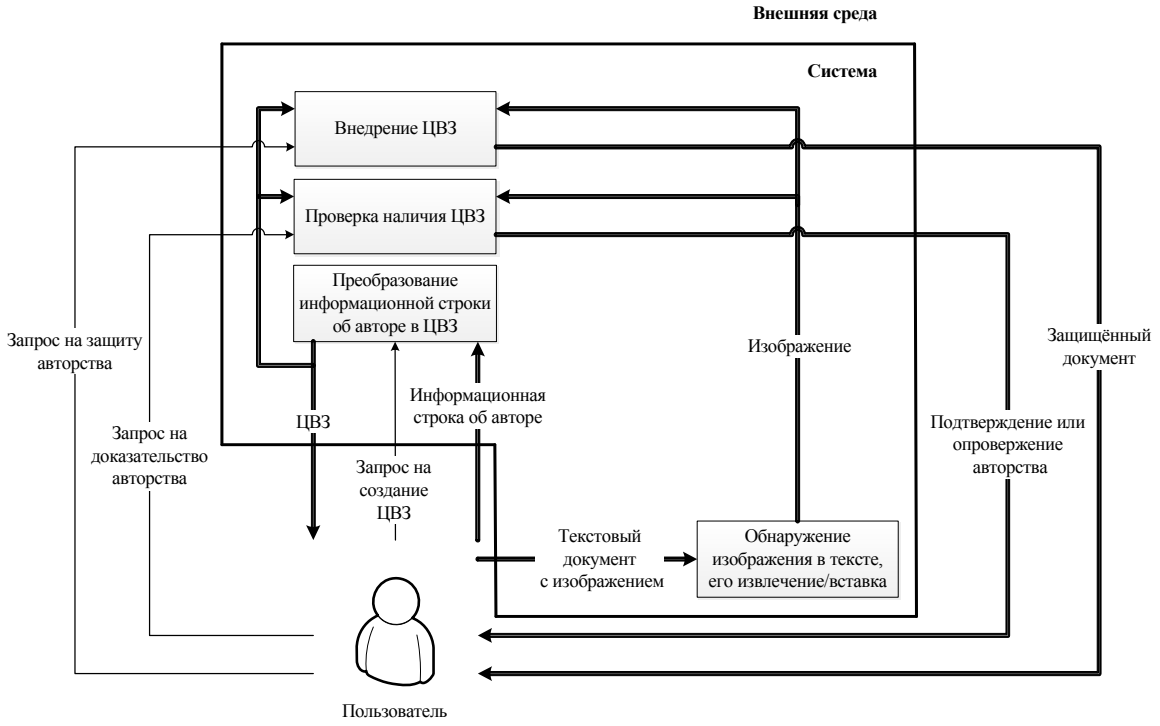


Рис. 1. Модель системы, реализующей защиту авторства электронных документов

Выбор алгоритма встраивания ЦВЗ и проведение вычислительных экспериментов

Существует большое количество алгоритмов внедрения ЦВЗ в цифровые изображения. Основное требование, которое предъявляется к таким алгоритмам, заключается в том, что кроме незаметности встраивания они должны обеспечивать устойчивость ЦВЗ по отношению к дополнительным искажениям, вносимым в стегоизображения. Последнее особенно важно при сохранении текстового документа в другие форматы. Указанные свойства могут быть обеспечены за счет встраивания в частотную область изображений. Существуют методы встраивания ЦВЗ на основе дискретного косинусного преобразования, вейвлет-преобразования и др. В настоящем исследовании использовалось дискретное преобразование Фурье (ДПФ), поскольку оно позволяет добиться устойчивости к ряду атак за счёт своих свойств вне зависимости от конкретного алгоритма.

Для проведения вычислительных экспериментов был выбран стеганографический алгоритм, описанный в работе [7]. ЦВЗ формируется с помощью псевдослучайной последовательности и имеет вид амплитудного Фурье-спектра, элементы которого со значениями из множества {–1, 1} образуют кольцо в области средних частот. Встраивание осуществляется аддитивным и мультипликативным способами и состоит в расчёте новых амплитудных значений.

Для расчёта значений ЦВЗ используется формула

$$W(x,y)=\begin{cases}0, \text{если } r<R_{\min} \text{ или } r>R_{\max},\\ \pm 1, \text{если } R_{\min}\le r\le R_{\max},\end{cases} \qquad (1)$$

где $R_{\min}$ и $R_{\max}$ – границы кольцевой области,

$$r=\sqrt{x^2+y^2}\ .$$

При реализации рассматриваемого алгоритма в рамках настоящего исследования сделано следующее изменение на этапе генерации ЦВЗ: идентификационная информация об авторе представляется в виде битовой последовательности, в которой нулевые биты соответствуют значению –1 в ЦВЗ, единичные биты соответствуют значению 1. Далее добавляются элементы псевдослучайной последовательности из множества {–1, 1}. Это изменение позволяет использовать единожды сгенерированный персональный ЦВЗ для многократной проверки авторства.

При встраивании ЦВЗ в изображение новые амплитудные значения рассчитываются по формуле

$$M'(x,y)=M(x,y)+\alpha W(x,y), \qquad (2)$$

если выбран аддитивный способ встраивания, или по формуле

$$M'(x,y)=M(x,y)+\alpha M(x,y)W(x,y), \qquad (3)$$

если выбран мультипликативный способ, где $M(x,y)$ – исходное амплитудное значение коэффициента ДПФ с координатами x, y и α – фактор силы ЦВЗ.

В настоящем исследовании были реализованы как аддитивный, так и мультипликативный способы встраивания. Поскольку последний показал большую незаметность встраивания, он был выбран для дальнейшего исследования.

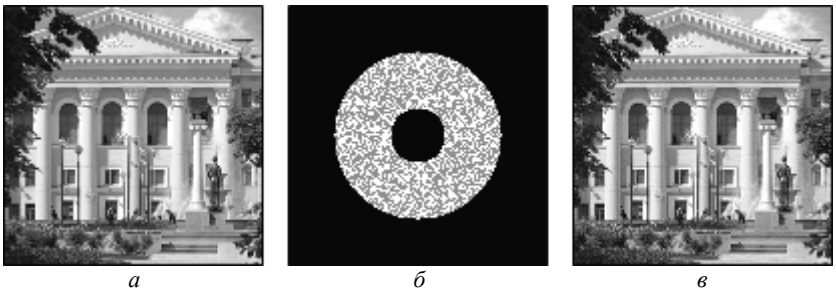
Для проверки наличия ЦВЗ в изображении необходимо рассчитать корреляцию между ЦВЗ и проверяемым изображением по формуле

$$C_n=\left(\frac{\sum_{M'\in M'_+}M'(x,y)}{N_+}-\frac{\sum_{M'\in M'_-}M'(x,y)}{N_-}\right)\times \times\frac{N_++N_-}{2\sum_{M'\in M'_\pm}\alpha M(x,y)}, \qquad (4)$$

где N_+ – количество элементов ЦВЗ, равных 1; N_- – количество элементов ЦВЗ, равных –1; $M_+=\{M(x,y)|W(x,y)=1\}$; $M_-=\{M(x,y)|W(x,y)=-1\}$.

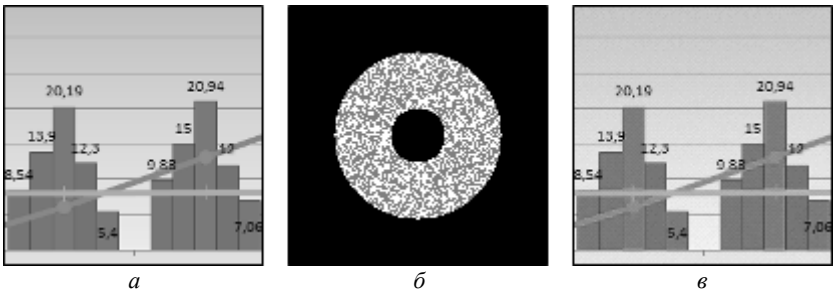
Если величина коэффициента корреляции превышает заданное пороговое значение, значит, в изображение встроен искомый ЦВЗ.

В рамках исследования были проведены вычислительные эксперименты с полученной алгоритмической реализацией. В ходе эксперимента сгенерированный ЦВЗ встраивался в изображение, которое размещалось в текстовом документе, созданном с помощью редактора Microsoft Word. Далее документ сохранялся в формате .PDF, изображение извлекалось из документа и проверялось на наличие в нём искомого ЦВЗ. Пример исходного фотографического изображения, ЦВЗ и стегоизображения, извлечённого из PDF-документа, представлен на рис. 2. Для сравнения на рис. 3 представлен аналогичный пример, но изображение представляет собой диаграмму. Всего для эксперимента было выбрано 10 различных изображений размером 128×128 пикселей, ЦВЗ генерировались трижды на основе трёх текстовых строк разной величины.



а *б* *в*

Рис. 2. Пример: *а* – исходного полноцветного изображения; *б* – ЦВЗ; *в* – стегоизображения после копирования из PDF-документа



а *б* *в*

Рис. 3. Пример: *а* – исходного изображения-диаграммы; *б* – ЦВЗ; *в* – стегоизображения после копирования из PDF-документа

Пороговое значение корреляции для всех тестов было равно 0,17, оно указано авторами работы [7] как оптимальное. Также в соответствии с приведенными в данной работе рекомендациями были выбраны остальные параметры алгоритма встраивания: радиусы ($R_1=13$, $R_2=41$) и фактор силы ЦВЗ ($\alpha=0{,}3$).

В результате экспериментов было установлено, что при сохранении в формат .PDF, качество стего-

изображения существенно снижается. Например, значение PSNR стегоизображения, представленного на рис. 2, при сохранении в формат .PDF уменьшилось с 42,24 до 31,49 дБ. Однако, несмотря на это, определение наличия ЦВЗ всё равно происходит верно. В рассматриваемом примере коэффициент корреляции C_n, рассчитанный по (3), равен 0,4355. Расчётное значение больше порогового, следовательно, в изображении содержится искомый ЦВЗ. Значение коэффициента корреляции, близкое к 0,4, также было получено во всех тестах, когда в изображении проверялось наличие того ЦВЗ, который был туда встроен.

Дальнейшие эксперименты подтвердили, что сохранение документа в формате .PDF не влияет на обнаружение ЦВЗ в изображении, причём ошибки не возникли ни в одной из смоделированных ситуаций. Так, при попытке детектировать наличие ЦВЗ в изображении, не содержащем вложения, коэффициент корреляции C_n оказывается равен приблизительно 0,02 вне зависимости от исходного изображения. Поиск ЦВЗ, не совпадающего с внедрённым в изображение, также оказывается неудачным: коэффициент корреляции C_n в таком случае составляет около 0,01.

Исходя из результатов проведённых экспериментов, можно сделать вывод, что авторство подтверждается только в том случае, когда проверяется наличие именно того ЦВЗ, который был встроен в изображение, и авторство не подтверждается, когда встроенный и проверяемый ЦВЗ не совпадают. Защита и подтверждение авторства выполняются. Таким образом, предлагаемый метод и выбранный для его реализации алгоритм встраивания ЦВЗ позволяют обеспечивать защиту авторства электронных документов.

Заключение

В настоящей работе был предложен метод стеганографической защиты авторства электронных документов. Главной особенностью предложенного метода является то, что для защиты авторства документов используется внедрение ЦВЗ в цифровые изображения, содержащиеся в этих документах.

Выполнено исследование описанного метода на примере конкретного алгоритма встраивания ЦВЗ в цифровые изображения, построенного на основе ДПФ. В ходе экспериментов были смоделированы ситуации как определения наличия искомого ЦВЗ в изображении, так и попыток обнаружить в изображении другой ЦВЗ или обнаружить ЦВЗ в изображении, в которое не выполнялось встраивание. Результаты экспериментов подтверждают, что предлагаемый метод может быть успешно использован для защиты авторства электронных документов.

Литература

1. Резанова З.И. О выборе признаков текста, релевантных в автороведческой экспертной деятельности / З.И Резанова, А.С. Романов, Р.В. Мещеряков // Вестник Том. гос. ун-та. Филология. – 2013. – № 6 (26) – С. 38–52.

2. Черников Б.В. Технология защиты информации текстовых документов // Изв. ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 6 (155) – С. 173–185.

3. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.

4. Шутько Н.П. Защита авторских прав на электронные текстовые документы методами стеганографии // Труды БГТУ. Физико-математические науки и информатика. – 2013. – № 6 (162). – С. 131–134.

5. Шутько Н.П. Математическая модель системы текстовой стеганографии на основе модификации пространственных и цветовых параметров символов текста / Н.П. Шутько, Д.М. Романенко, П.П. Урбанович // Труды БГТУ. Физико-математические науки и информатика. – 2015. – № 6 (179). – С. 152–156.

6. Uljarevic D. A new way of covert communication by steganography via JPEG images within a Microsoft Word document / D. Uljarevic, M. Veinovic, G. Kunjadic, D. Tepsic. // Multimedia Systems. – 2015. – P. 1–9.

7. Solachidis V. Circularly Symmetric Watermark Embedding in 2-D DFT Domain / V. Solachidis, I. Pitas // IEEE Transactions on Image Processing. – 2001. – Vol. 10. – P. 1741–1753.

УДК 004.056.53+004.92

А.В. Козачок, С.А. Копылов

Сравнительный анализ методов робастного хэширования видеоданных

Задача по защите авторских прав видеоданных становится все более актуальной. Существующие методы защиты не позволяют обеспечить комплексную и гибкую защиту. В данной работе представлен обзор методов робастного хэширования видеоданных как одного из возможных подходов к решению данной задачи. Результаты проведенного сравнительного анализа позволили сделать вывод о применимости рассмотренных методов в системах защиты авторских прав, а также выдвинуть предположение о возможности построения метода, стойкого к большинству преобразований, за счет композиции известных подходов.

Ключевые слова: робастное хэширование, видеоданные, защита, авторское право, дискретное косинусное преобразование, дискретное вейвлет-преобразование.

Развитие информационных технологий в последние десятилетия породило значительные объемы информации – передаваемой, обрабатываемой и хранящейся в сети Интернет. Наиболее быстрый рост объемов обрабатываемой информации наблюдается по мультимедиаданным. Например, статистика загрузки видеоданных на популярные сайты показывает, что пользователи ежедневно загружают петабайты видеозаписей [1]. При этом вопросу защиты авторских прав видеоданных не уделяется должного внимания. Это связано с тем, что существующие технические решения по защите авторских прав не позволяют комплексно и гибко решить данную задачу. Одним из возможных вариантов ее решения является применение методов робастного хэширования видеоданных. Практической реализацией методов робастного хэширования видеоданных для обеспечения защиты авторских прав является создание цифрового водяного знака (ЦВЗ).

В общем смысле процесс робастного хэширования является альтернативой процессу криптографического хэширования. Это связано с тем, что криптографическое хэширование представляет собой функцию отображения строки бит в строку бит фиксированной длины, удовлетворяющую следующим свойствам [2]:

1) по данному значению функции сложно вычислить исходные данные, отображаемые в это значение;

2) для заданных исходных данных сложно вычислить другие исходные данные, отображаемые в то же значение функции;

3) сложно вычислить какую-либо пару исходных данных, отображаемых в одно и то же значение.

Данные свойства обозначаются как необратимость хэш-функции, стойкость к коллизиям первого и второго рода соответственно. Отличительной особенностью робастного хэширования является генерация одного и того же значения хэш-функции при незначительном изменении исходных данных (свойство робастности). Данный вид хэширования нашел наибольшее распространение при обработке данных мультимедиа, поскольку операции преобразования, применяемые к ним (сжатие, преобразование формата), делают нецелесообразным применение методов криптографического хэширования, так как хэш-код будет всегда отличаться.

Современные методы робастного хэширования видеоданных применяются для аутентификации данных, установления авторства и проверки целостности данных. Частным случаем применения методов робастного хэширования видеоданных для аутентификации является создание ЦВЗ, который представляет собой видимый или невидимый знак (информационную последовательность), встраиваемый в видеоданные. Он может содержать в себе информацию о владельце (для защиты авторских прав), о самой видеопоследовательности (для обнаружения подмены данных и проверки подлинности) или другую информацию.

В общем случае процесс робастного хэширования видеоданных включает в себя следующие этапы [3]:

– выделение кадров (разделение видеопоследовательности на отдельные группы кадров и выделение из них определенного количества кадров);

– извлечение характеристик (извлечение неизменяемых характеристик из полученных кадров или исходной видеопоследовательности);

– рандомизация (снижение размерности, применяемое к извлеченным характеристикам, для обеспечения сжатия и необратимости преобразования выходных данных);

– квантование (разделение полученных рандомизированных характеристик на дискретные уровни);

– кодирование (присвоение каждому дискретному уровню уникальной двоичной последовательности установленной длины);

– определение места внедрения и внедрение ЦВЗ в исходную видеопоследовательность в случае использования робастного хэширования для создания ЦВЗ.

Основной сложностью в практической реализации методов робастного хэширования видеоданных является этап извлечения неизменяемых характеристик. Данные характеристики должны быть инвариантны к различным преобразованиям и искажениям.

Анализ методов робастного хэширования видеоданных

Проведенный анализ методов робастного хэширования видеоданных позволил разделить их на три группы по виду базового математического преобразования в процессе извлечения (внедрения) неизменяемых характеристик исходной видеопоследовательности:

– методы робастного хэширования видеоданных, основанные на применении дискретного вейвлет-преобразования (ДВП) [4, 5];

– методы робастного хэширования видеоданных, основанные на применении дискретного косинусного преобразования (ДКП) [6–8];

– методы робастного хэширования видеоданных, основанные на применении других математических преобразований [9, 10].

В исследовании С. Вурала и др. [4] в качестве робастной функции хэширования используется алгоритм создания видимого ЦВЗ, основанный на стандарте сжатия изображения JPEG2000. ЦВЗ содержит информацию о владельце данных или другую метаинформацию. Для выделения характеристик ключевых кадров используется стандарт сжатия изображений JPEG2000, основанный на ДВП. Неизменяемыми характеристиками являются низкочастотные поддиапазоны вейвлет-преобразования ключевых кадров, закодированные циклически избыточным кодом CRC-32, в которые встраивается ЦВЗ. Результат функции хэширования обеспечивает стойкость к сжатию изображения по стандарту JPEG и JPEG2000 с показателем сжатия не более 5%. Данное качество является допустимым для систем цифрового вещания и позволяет использовать данный

алгоритм в подобных системах. Однако представленный подход не обеспечивает стойкости к преобразованиям видеопоследовательности, не затрагивающим ключевые кадры.

В исследовании Н. Сайкии и П. Бора [5] в качестве робастной функции хэширования выступает разработанный алгоритм трехмерного ДВП. Трехмерное ДВП применяется к группе кадров для вычисления пространственно-временного низкочастотного диапазона разложения. Неизменяемыми характеристиками в процессе хэширования являются значения локального отклонения вейвлет-коэффициентов, к которым применяется ДКП, для вычисления конечного значения хэш-функции. Результат функции хэширования обеспечивает стойкость к таким преобразованиям, как сжатие видео по стандарту MPEG-2 со скоростью кодека 64 кбит/с, усредненная фильтрация, потеря не более 50% кадров и внесение шума. Недостатком данного алгоритма является отсутствие устойчивости к геометрическим преобразованиям, которым могут быть подвержены отдельные кадры.

В исследовании С. Де Рувера и др. [6] алгоритм робастного хэширования видео основан на использовании радиальной проекции пикселей ключевых кадров. В качестве неизменяемой характеристики выступает вектор радиальной дисперсии, который вычисляется из набора соединенных друг с другом линий вокруг центра изображения. Конечное значение функции хэширования представляет собой вектор первых 40 низкочастотных коэффициентов компонента яркости ДКП преобразованного вектора радиальной дисперсии. Результат функции хэширования обеспечивает устойчивость к таким преобразованиям кадра видеопоследовательности, как гауссовская и усредненная фильтрация, сжатие по стандарту JPEG со степенью сжатия не более 80%, масштабирование с множителями 0,8 и 1,2 и поворот не более чем на 2°.

В исследовании К. Ние и др. [7] робастное хэширование видеоданных основано на применении алгоритма многомерного масштабирования. В качестве неизменяемых характеристик выступают низкочастотный и среднечастотный коэффициенты компонента яркости, извлеченные из кадра посредством ДКП. Результат функции хэширования обеспечивает устойчивость к таким преобразованиям, как внесение шума, размытие границ изображения, потеря случайного кадра видеопоследовательности и сжатие видео по стандарту MPEG. Также авторами был предложен подход к применению разработанного алгоритма для создания ЦВЗ.

В исследовании К. Чена и др. [8] метод робастного хэширования видео основан на использовании особенностей пространственно-временных характеристик. Разработанный метод базируется на оценке схожести локальных областей гистограммы изображений различных кадров. В качестве неизменяемых характеристик выступают 28 первых низкочастотных коэффициентов двумерного ДКП. Для вычисления конечного значения функции хэширования используется обратное ДКП и функция хэширования, основанная на радиальной проекции пикселей изображения, описанная ранее в [6]. Результат функции хэширования обеспечивает устойчивость к таким геометрическим преобразованиям кадра, как сдвиг, поворот, изменение размера, потеря кадра, обрезка до 40 процентов, изменение контрастности, внесение шума, сжатие по стандарту H.264/AVC.

В исследовании М. Есмаели и Р. Варда [9] представлен метод робастного хэширования видеоданных, основанный на разбиении видеопоследовательности на временные отрезки из кадров. Для каждого отрезка вычисляется суммарное значение яркости всех пикселей по всем кадрам текущего отрезка. Конечное значение функции хэширования вычисляется из значений горизонтального и вертикального векторов, построенных по разбиению видео. Разработанный алгоритм хэширования обеспечивает устойчивость к изменению яркости и контрастности, внесению шума, потере не более 65 процентов кадров видеопоследовательности. Недостатком данного алгоритма являются отсутствие устойчивости к геометрическим преобразованиям типа поворот и сдвиг кадра видеопоследовательности.

В исследовании К. Ние и др. [10] робастная функция хэширования видео основана на изометрическом отображении признаков. В качестве неизменяемой характеристики процесса хэширования выступает значение яркости кадра видеопоследовательности. Процесс вычисления робастной хэш-функции состоит из двух этапов. На первом этапе осуществляется преобразование видеопоследовательности из трехмерного набора данных (временная последовательность изображений) в двумерное изображение. На втором – к ключевым кадрам применяется изометрическое отображение признаков. Данное преобразование основывается на многомерном масштабировании и используется для снижения размерности пространства. Результат функции хэширования устойчив к таким преобразованиям, как внесение шума, поворот, потеря и сдвиг кадра.

Результаты проведенного анализа методов робастного хэширования представлены в табл. 1. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что большинство методов используют компонент яркости в качестве неизменяемой характеристики.

В табл. 2 приведена сравнительная оценка устойчивости функций хэширования к различным преобразованиям видеоданных. Результаты проведенного анализа позволили сделать вывод, что ни один из рассмотренных методов и алгоритмов робастного хэширования видеоданных не обеспечивает комплексную защиту от указанных преобразований. В свою очередь, алгоритм хэширования [8] обеспечивает стойкость к большинству преобразований. Также из анализа можно предположить, что композиция алгоритмов хэширования [6, 8, 9] позволит обеспечить защиту от набольшего количества пре-

образований, которым могут быть подвержены видеоданные. Исходя из этого, можно также предположить, что одновременное использование нескольких базовых математических преобразований в процессе создания робастной хэш-функции позволит использовать данные методы в системах защиты авторских прав в качестве робастного ЦВЗ.

Таблица 1

Преобразования, применяемые для извлечения неизменяемых характеристик

Исследование	Базовое математическое преобразование	Неизменяемые характеристики
С. Вурал [4]	ДВП	Низкочастотные поддиапазоны ДВП
Н. Сайкиа и П. Бора [5]	ДВП	Локальное отклонение вейвлет-коэффициентов ДВП
С. Де Рувер и др. [6]	ДКП	Низкочастотные коэффициенты ДКП компонента яркости
К. Ние и др. [7]	ДКП	Низкочастотные и среднечастотные коэффициенты ДКП компонента яркости
К. Чен и др. [8]	ДКП	Низкочастотные коэффициенты ДКП
М. Есмаели и Р. Вард [9]	Собственный алгоритм, схожий с ДКП	Суммарное значение компонента яркости всех пикселей кадра
К. Ние и др. [10]	Многомерное масштабирование, алгоритмы Дейкстры и Флойда–Уоршелла	Значение компонента яркости пикселей кадра

Таблица 2

Устойчивость результата хэширования к различным преобразованиям

Тип преобразования	4	5	6	7	8	9	10
Сжатие JPEG, JPEG 2000	+	–	+	–	–	–	–
Сжатие MPEG, MPEG-2, H.264/AVC	–	+	–	+	+	–	–
Внесение шума	–	+	–	+	–	+	+
Фильтрация	–	+	+	–	–	–	–
Потеря кадра	–	+	–	+	+	+	+
Сдвиг кадра	–	–	–	–	+	–	+
Поворот кадра	–	–	+	–	+	–	+
Масштабирование	–	–	+	–	+	–	–
Размытие границ кадра	–	–	–	+	–	–	–
Обрезка видео	–	–	–	–	+	–	–
Изменение контрастности	–	–	–	–	+	+	–
Изменение яркости	–	–	–	–	–	+	–

Заключение

Сравнительный анализ методов робастного хэширования видеоданных показал, что рассмотренные методы основаны на осуществлении пространственно-временных преобразований над видеоданными. Основной недостаток представленных методов заключается в ограниченной робастности функций хэширования (устойчивость к определенному классу преобразований).

Для устранения данного недостатка необходимо дальнейшее совершенствование существующих методов робастного хэширования, которое может быть реализовано за счет композиции базовых математических преобразований. Практическая реализация данного предположения является направлением дальнейших исследований.

Литература

1. Большинство брендов загружают видео в Facebook, минуя YouTube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusbg.com/internet/bolshinstvo-brendov-zagruzhaiut-video-v-facebook-minuya-youtube.html, свободный (дата обращения: 18.09.2016).

2. Chen B.C. Robust image hash functions using higher order spectra // Queensland University of Technology. – 2012.

3. ГОСТ Р 34 11–2012. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования. – М., 2012.

4. Vural S. DWT Based Robust Watermarking Embed Using CRC-32 Techniques / S. Vural, H. Tomii, H. Yamauchi // International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering. – 2007. – P. 1461–1464.

5. Saikia N. Robust video hashing using the 3D–DWT / N. Saikia, P.K. Bora. – National Conference on Communications, 2011. – P. 1–5.

6. Key-Frame Based Robust Video Hashing Using Isometric Feature Mapping / C. De Roover, F. Lefebvre, C. De Vleeschouwer, B. Macq // IEEE Transactions on Signal Processing. – 2005. – Vol. 53, No.10. – P. 4020–4037.

7. Nie X. Robust video hashing for identification based on MDS / X. Nie, J. Liu, J. Sun // IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing. – 2010. – P. 1834–1837.

8. Chen Q. A Robust Video Hash Scheme Based on 2D-DCT Temporal Maximum Occurrence / Q. Chen, J. Tian, D. Wu // Security and Communication Networks. – 2011. – Vol. 4. – P. 1–15.

9. Esmaeili M.M. Robust video hashing based on temporally informative representative images / M.M. Esmaeili, R.K Ward // Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics. – 2010. – P. 179–180.

10. Nie X. Key-frame based robust video Hashing using isometric feature mapping /. X. Nie, J. Lu, J. Sun, H. Zhao // Journal of Computational Information. – 2011. – Vol. 7. – P. 2112–2119.

УДК 004.942

И.А. Лысенко, Д.Д. Зыков

Особенности моделирования технологических процессов в среде TCAD

Рассмотрены принципы работы, преимущества и основные возможности программного обеспечения для приборно-технологического моделирования (TCAD). Описаны особенности создания моделей технологического процесса формирования элементов интегральных схем в данной среде. Представлен краткий обзор программных продуктов для технологического моделирования. Особое внимание уделено проблемам формирования сетки и калибровке технологических моделей.

Ключевые слова: TCAD, приборно-технологическое моделирование, численное решение, калибровка, технологический процесс.

В век развития информационных технологий инструменты приборно-технологического моделирования приобретают особое значение при разработке и оптимизации технологического процесса создания элементов интегральных схем. В настоящее время практически любая научно-исследовательская и серьезная проектная деятельность, связанная с технологией производства полупроводниковых приборов, включает использование физических моделей.

В соответствии с целью моделирования, можно выделить два основных направления работы в TCAD: моделирование приборов и технологии их изготовления. В отличие от приборного моделирования, основным назначением которого является получение электрофизических характеристик электронных приборов, моделирование технологических процессов предназначено для наглядного поэтапного исследования процесса формирования полупроводниковой структуры с учетом влияния технологических параметров и возможности их варьирования. Необходимость технологического моделирования обусловлена значительной сложностью протекающих физико-химических процессов, их многообразием, непостоянным и неравновесным характером. Кроме того, с использованием моделей значительно сокращаются временные и денежные издержки на оптимизацию технологического процесса, что также приводит к сокращению этапа запуска продукции в производство и уменьшению количества итераций при проведении экспериментов на практике [1].

Численное моделирование

При разработке любой модели технологического процесса всегда необходим язык, описывающий физико-химические процессы, происходящие в структуре в процессе ее формирования. Язык математики является одним из самых доступных и удобных инструментов для описания сложных физических моделей, позволяющих выразить физические явления и процессы посредством формул и систем уравнений. Построение конечной структуры, получение выходных характеристик и экстракция необходимых параметров приборов происходят непосредственно в результате решения таких систем уравнений. Данный принцип лежит в основе работы большинства программных продуктов для приборно-технологического моделирования.

При решении систем математических уравнений большое распространение получили численные методы, основанные на реализации алгоритмов, соответствующих математическим моделям. Данные методы позволяют находить не только частные решения, которые отвечают условиям однозначности, определяемым граничными и начальными условиями. При этом вся геометрическая область моделирования, представляющая исследуемую структуру, разбивается на конечное число подобластей, представляющих собой массив дискретных точек сетки.

Далее фиксируется число точек, принадлежащих каждой подобласти. Значения искомых величин вычисляются затем не в непрерывном пространстве, а в конечном числе узлов сетки путем решения системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих физические процессы внутри структуры. К таким выражениям относятся уравнения Пуассона, непрерывности, переноса носителей и др.

Широко известным при решении систем дифференциальных уравнений методом является метод конечных элементов, преобразующий систему и граничные условия в соответствующую систему алгебраических уравнений. Данный метод позволяет решать задачи со сложной геометрией и использовать элементы различных форм для получения разбиений сетки любых нерегулярных областей. Произвольная форма элементов способствует экономии времени и ресурсов ЭВМ за счет прореживания сетки в тех местах, где высокая точность не важна, что является одним из основных преимуществ данного метода [2]. Полученная в результате большая матрица алгебраических уравнений затем решается с помощью прямых либо итерационных методов. Итерационные методы, позволяющие получать решение требуемой точности в результате последовательности приближений, обладают рядом достоинств. К ним относятся более быстрое достижение заданной точности результата, а также возможность решения больших систем уравнений [3]. Сходимость численного решения определяется производительностью процессора, параметрами сформированной сетки, характеристиками прибора в рабочей точке и другими факторами.

Программные пакеты для приборно-технологического моделирования обычно включают в себя набор физических моделей, основанных на данных математических уравнениях, в том числе широко распространенную дрейфово-диффузионную модель переноса заряда, гидродинамическую модель, модель рекомбинации, энергетического баланса и др. Таким образом, инструменты TCAD позволяют рассчитывать распределение электрического потенциала, примеси, концентрацию носителей заряда и другие характеристики структур.

Процесс технологического моделирования

Для проведения моделирования технологического процесса формирования элементов интегральных схем необходимо подробное описание последовательности операций, условий технологического процесса, а также параметров применяемого на практике оборудования. Типичная схема технологического моделирования включает в себя следующие шаги: формирование начальной подложки, задание сетки, определение последовательности операций и условий процесса, описание параметров используемого оборудования, задание свойств материалов и подключение необходимых физических моделей. После выполнения программы происходит визуализация результатов моделирования, обычно включающая отображение сформированной в ходе виртуального технологического процесса структуры. Также возможно получение распределения примесей, концентрации носителей заряда, интенсивности света и др.

При этом большую роль играют правильное понимание особенностей технологического процесса формирования структуры прибора, выбор физических моделей, а также грамотное построение расчетной сетки. Создание качественной расчетной сетки является ключевым моментом при моделировании технологии изготовления полупроводниковых приборов. При увеличении узлов в сетке возрастает точность результата, однако вместе с этим увеличивается и время вычислений, способное в некоторых случаях достигать нескольких часов. В связи с этим необходимо уменьшать сетку лишь в критических областях, таких как области *p*–*n*-переходов, области с высокой напряженностью электрического поля, местах рекомбинации, вокруг гетеропереходов в HEMTs, на границе между различными материалами и т.д.

Создание подходящей расчетной сетки является отнюдь не тривиальной задачей, требующей опыта и знаний. Основная проблема заключается в том, что необходимая для адекватного решения структура сетки в критических областях является довольно сложной. В связи с этим некоторые программные пакеты для моделирования включают в себя специальные функции для автоматического задания сетки, а также возможности дополнительной генерации сетки лишь в критических локализованных областях. В некоторых случаях пользователю необходимо указать параметр, быстрое изменение значения которого будет приводить к автоматическому уменьшению сетки в данной области, что приводит к увеличению точности нахождения решения.

Проблема калибровки моделей технологического процесса

Несмотря на то, что моделирование технологических операций играет большую роль в оптимизации процесса производства интегральных микросхем, результаты технологического моделирования в среде TCAD довольно часто далеки от реальности. На соответствие результатов моделирования экспериментальным значениям оказывают влияние как условия проведения самих экспериментов, так и заложенные в программную модель параметры, которые в свою очередь также зависят от реальных условий и технологического оборудования [4].

Для увеличения точности и предиктивной способности создаваемых моделей применяют два основных подхода. Первый подход состоит в разработке и внедрении в программный пакет новых моделей, описывающих сложные физико-химические процессы с более высокой точностью, а также учитывающих новые физические явления и процессы. Данные подход эффективен, однако требует дополнительных временных, денежных и информационных затрат.

Второй подход является наиболее универсальным и состоит в калибровке физических моделей, разработанных в доступных программных пакетах. Калибровка моделей, осуществляемая с целью обеспечения наилучшего согласия выходных данных модели с результатами реальных экспериментов, является довольно нетривиальной задачей и требует определенных знаний и навыков. Данный процесс включает в себя выбор соответствующих физических параметров и условий технологического процесса и последующую корректировку параметров созданной модели таким образом, чтобы данные параметры соответствовали не только конкретному реальному эксперименту, но и адекватно реагировали на изменения параметров эксперимента.

В процессе проведения калибровки пользователь инструментов TCAD может столкнуться со следующими трудностями:

– В некоторых случаях, физические модели довольно сложно поддаются описанию математическим языком. Это также касается стандартных процессов и явлений, таких как силицидирование, образование дефектов, сегрегация примеси и др. Многие из них еще находятся на стадии разработки и не включены в программные пакеты TCAD.

– Слишком большое количество технологических параметров нуждается в настройке, особенно это касается некремниевых материалов, для которых практически все переменные являются объектами калибровки.

– При моделировании технологических процессов, основанных на физических принципах работы устройств, таких как травление или осаждение, скорость протекания процесса является величиной, за-

висящей от используемого на практике оборудования, и обязательно подлежит калибровке.

– Во многих случаях параметры физических моделей, которые требуется задать при моделировании, не могут быть измерены напрямую. Примером подобных параметров являются подвижность носителей заряда, скорость окисления, коэффициент сегрегации примеси и др.

– Часто параметры, необходимые для технологического моделирования, не соответствуют реальным параметрам оборудования.

– Невозможно учесть в моделях абсолютно все физико-химические явления и процессы, происходящие внутри структуры.

– В процессе проведения реальных экспериментов всегда имеют место экспериментальные ошибки, часть из которых не поддается контролю или оценке [5].

Таким образом, суммируя вышесказанное, можно выделить несколько источников ошибок при технологическом моделировании. К ним относятся неточное задание параметров и условий процесса, неполнота физических моделей, погрешность измерений, ошибки построения сетки и вычислений. Кроме того, проблемы могут возникнуть в результате неграмотного создания моделей и проведения калибровки. Для упрощения процесса калибровки моделей были разработаны специальные инструменты, позволяющие проводить данный процесс быстрее и качественней. Подробнее о технологии калибровки моделей описано в [6, 7].

Программное обеспечение для технологического моделирования

В настоящее время рынок ПО для приборно-технологического моделирования монополизирован такими крупными американскими компаниями, как Silvaco [8] и Synopsys [9]. Разработчиками данных компаний были созданы мощные программные пакеты, обладающие большим потенциалом для решения самых разнообразных задач моделирования.

Кроме того, существуют специализированные программные продукты для моделирования отдельных технологических операций. К примеру, такие программы, как VIPER, ReCIPE, используются для создания моделей травления. FabMeister-IM является примером программного обеспечения для моделирования ионной имплантации, FEDOS применяют для создания трехмерных моделей диффузии и окисления. Большое распространение получили программные инструменты для моделирования фотолитографии. К наиболее известным можно отнести Lythogra, Prolith, Metropole, Sample, Depict, Solid-C и др. Однако в большинстве случаев, особенно при моделировании не только отдельных операций, а полного технологического цикла процесса формирования МИС, целесообразнее использовать многофункциональные программные комплексы.

Заключение

Создание адекватной и точной модели технологического процесса является далеко не тривиальной и не всегда выполнимой задачей, что обусловлено многочисленными ограничениями, несовершенством физических моделей, трудностями в использовании программной среды и многими другими факторами. Однако, несмотря на это, у технологического моделирования есть будущее. При грамотном использовании такие инструменты могут стать полезным дополнением реальных экспериментов, а стремление к миниатюризации и увеличение затрат на оптимизацию конструкции эмпирическим путем только увеличивают интерес к данному направлению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по Соглашению № 14.577.21.0204. Уникальный идентификатор проекта: RFMEFI57715X0204.

Литература

1. The International Technology Roadmap for Semiconductors Official Site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.itrs2.net, свободный (дата обращения: 20.09.2016).

2. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.

3. Viot P. Numerical Simulation in Statistical Physics: lectures, 2016. – 113 с.

4. Process Simulation Calibration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.silvaco.com /content/kbase/process_sim_calibration.pdf, свободный (дата обращения: 23.09.2016).

5. Lysenko I., Zykov D., Ishutkin S., Meshcheryakov R. The use of TCAD in technology simulation for increasing the efficiency of semiconductor manufacturing // AIP Conference Proceedings, in press.

6. Saha S.K. Technology Computer Aided Design: Simulation for VLSI MOSFET. – London: CRC Press, 2013. – 253 с.

7. Lee J.H. Systematic Global Calibration of a Process Simulator / J.H. Lee, K.D. Kim, J.T. Kong, S.W. Lee, Y.W. Kim and D.H. Baek // Trans. on Electrical and Electronic Materials. – 2004. – Vol. 5, №5. – P. 180–184.

8. Silvaco Official Website [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.silvaco.com, свободный (дата обращения: 25.09.2016).

9. Synopsys Official Website [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.synopsys.com, свободный (дата обращения: 25.09.2016).

УДК 511.2

В.С. Мельман, Ю.В. Шабля, Д.В. Кручинин

Методы анализа тестов простоты числа

Рассматривается процесс анализа качества работы тестов простоты числа. Авторами приведены результаты исследования, направленного на получение новых критериев простоты числа. Указан перечень возможных параметров тестов числа простоты для анализа их качества, а также приведены некоторые соображения, которые могут быть использованы для реализации нового единого подхода к анализу качества существующих и новых тестов простоты числа.

Ключевые слова: простое число, тест простоты числа, критерий простоты числа, анализ.

В наш век информационных технологий такой элемент теории чисел, как простое число, находит практическое применение в криптографии – науке, занимающейся защитой информации, а именно в разделе криптографии с открытым ключом (например, в алгоритме RSA [1], в протоколе Диффи–Хеллмана [2]).

Изучать простые числа начали еще в античности и продолжают до сих пор. Этим занимались такие ученые, как Евклид, Эратосфен Киренский, Пьер Ферма, Леонард Эйлер и многие другие [3].

На сегодняшний день главной задачей, связанной с изучением простых чисел, является определение простоты заданного натурального числа. Данная задача решается с помощью специальных алгоритмов, которые называются тестами простоты числа или просто тестами простоты.

Параметры тестов простоты для анализа

Для того чтобы провести анализ качества работы отдельно взятого теста простоты числа, необходимо определить перечень параметров тестов простоты, которые наглядно могут показать характер и качество их работы. Можно выделить три параметра тестов простоты числа для анализа их качества:

1. Универсальность теста простоты.

Универсальность теста простоты говорит о возможности его применения к любым числам, а не только к числам специального вида. Например:

– тест Люка–Лемера [4] используется для проверки чисел Мерсенна;

– тест Пепина [5] используется для проверки чисел Ферма.

2. Достоверность получаемого результата.

По достоверности получаемого результата тесты простоты разделяются на детерминированные и вероятностные. Детерминированные тесты простоты результатом вычислений всегда выдают факт простоты или составности числа. Вероятностные тесты простоты выдают факт составности числа либо предположение о простоте числа с некоторой вероятностью ε.

3. Вычислительная сложность.

Несмотря на то, что детерминированные тесты простоты позволяют точно определить, является ли число простым, они не используются на практике, потому что имеют большую вычислительную сложность. Самый быстрый универсальный полиномиальный детерминированный тест простоты – тест Агравала–Каяла–Саксены [6] имеет вычислительную сложность $O(\log^6 n)$ [7] и носит чисто теоретический характер [8]. На практике используются вероятностные тесты простоты, потому что их вычислительная сложность намного ниже, чем у детерминированных тестов простоты, а вероятность ошибки достаточно небольшая. Например, вычислительная сложность теста Миллера–Рабина [9] оценивается как $O(\log^3 n)$ [10], а вероятность ошибки того, что число после прохождения теста будет составным, равна 4^{-k} [10], где k – количество раундов.

Поскольку вероятностные тесты простоты могут выдавать ошибочный результат, а время их работы для больших чисел, используемых на практике, хоть и во много раз меньше, чем у детерминированных тестов простоты, но достаточно велико, разработка более быстрых и точных тестов простоты является актуальной задачей.

Результаты исследования по поиску нового теста простоты числа

Для задачи поиска нового теста простоты был проведен поиск критериев простоты числа [11], представляющих собой такие выражения, которые зависят только от n и значения которых являются целыми для простых чисел n [12]. Данный поиск критериев простоты числа осуществлялся на основе следующего свойства: для двух обыкновенных производящих функций с целыми коэффициентами $B(x)=\sum_{n\geq 0} b_n x^n$ и $F(x)=\sum_{n>0} f_n x^n$, и композиты $F^{\Delta}(n,k)$ производящей функции $F(x)$, значение выражения

$$\sum_{k=1}^{n-1} \frac{F^{\Delta}(n,k) b_{k-1}}{k}$$

является целым для всех простых чисел n [12].

В ходе исследования были рассмотрены 117 различных пар функций. Для каждой функции рассматривались простые целочисленные параметры в пределах от –5 до 5 (итого: 9608 пар функций), а также учитывалось не только суммирование до $(n-1)$-го элемента, но и полное суммирование с учетом n-го элемента (итого: 19216 пар функций). В

результате исследования были найдены 930 потенциальных критериев простоты числа, на основе которых можно строить новые тесты простоты.

После получения этих данных встает вопрос об анализе качества работы новых тестов простоты. На данный момент не существует единой методики, которая позволила бы выполнить такой анализ. Например, Рабин проверял модифицированный им алгоритм Миллера на больших числах, для которых точно известно, являются ли они простыми или нет [9].

Анализ качества критериев простоты числа

Для проведения анализа качества полученных критериев простоты предлагается использовать следующие соображения:

1. Осуществлять проверку критериев простоты числа только на тех числах, для которых известен факт их простоты или составности. С помощью данной проверки можно наглядно увидеть, что простые числа успешно проходят проверку, а также посмотреть на то, как ведет себя исследуемый критерий простоты числа на небольших составных числах. Если данная проверка успешно пройдена, то можно продолжать исследование критерия.

2. Для последующей проверки необходимо сформировать большую выборку из случайно сгенерированных нечетных чисел размерности 128, 256, 512, 1024 бит. В математической статистике нет точной границы, разделяющей малые и большие выборки, однако принято считать большой выборку с количеством элементов $n>30$ [13]. Предлагается разбить выборку для каждой размерности на три части. Для чисел размерности 128, 256 и 512 бит по 100 элементов в каждой части, для чисел в 1024 бит – по 50 (из-за большого количества времени, требуемого для их обработки). Части выборки будут поделены следующим образом:

– первая часть – числа, которые успешно прошли проверку тестом Ферма и тестом Миллера–Рабина с рекомендуемым количеством раундов $\log_2 n$ [9] (эти числа будем считать простыми);

– вторая часть – числа, которые успешно прошли проверку тестом Ферма и тестом Миллера–Рабина с меньшим количеством раундов $(\log_2 n)/10$, но не прошли проверку на рекомендуемом количестве раундов;

– третья часть – числа, которые не прошли проверку на простоту.

Данную выборку можно считать репрезентативной и однородной, так как она хорошо отражает генеральную совокупность, и все числа будут отбираться одинаковым способом [13].

3. На основе экспериментальной проверки критериев простоты числа можно оценить для каждого из них асимптотическую сложность и вероятность ошибки. На основе полученных результатов необходимо осуществить отбор лучших критериев простоты числа, т.е. тех, у которых наименьшие асимптотическая сложность и вероятность ошибки. Для отобранных критериев простоты числа потребуется теоретический расчет вероятности ошибки и вычислительной сложности.

Интересными представляются эксперименты с числами в 1024 бит, так как числа не менее данной размерности используются на практике в криптографическом алгоритме RSA. Более интересен эксперимент с числами размером в 2048 бит, так как их советуют использовать на практике, в связи с факторизацией 768-го битового числа [14], но этот процесс весьма затруднителен, так как потребует огромных временных и вычислительных затрат.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУРа на 2015–2016 год (проект № 3657).

Литература

1. Rivest R.L. A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems / R.L. Rivest, A. Shamir, L.A. Adleman // Communications of the ACM. – New York, USA: ACM, 1978. – №2 (21). – P. 120–126.

2. Diffie W. New directions in cryptography / W. Diffie, M.E. Hellman // IEEE Transactions on Information Theory. – 1976. – Vol. IT-22. – P. 644–654.

3. Серовайский С.Я. Простые числа: от Пифагора до криптографии // Математика. Республиканский научно-методический журнал. – 2009. – №1-3. – 20 с.

4. Коутинхо С. Введение в теорию чисел. Алгоритм RSA / С. Коутинхо. – М.: Постмаркет, 2001. – 328 с.

5. Крэндалл Р. Простые числа: Криптографические и вычислительные аспекты / Р. Крэндалл, К. Померанс. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 664 с.

6. Agrawal M. Primes is in p / M. Agrawal, N. Kayal, N. Saxena // Annals of mathematics. – 2004. – №2 (160). – P. 781–793.

7. Lenstra H.W. Primality testing with Gaussian periods / H.W. Lenstra jr., C. Pomerance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://math.dartmouth.edu/~carlp/aks080709.pdf (дата обращения: 10.08.2016).

8. Бараш Л.Ю. Алгоритм AKS проверки чисел на простоту и поиск констант генераторов псевдослучайных чисел // Безопасность информационных технологий. – 2005. – № 2. – С. 27–38.

9. Rabin M.O. Probabilistic algorithm for testing primality // Journal of number theory. – 1980. – №12. – P. 128–138.

10. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: Диалектика, 2003. – 610 с.

11. Мельман В.С. Поиск критериев простоты числа / В.С. Мельман, Ю.В. Шабля, Д.В. Кручинин // Матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2016». – 2016. – Ч. 5. – С. 76–79.

12. Кручинин Д.В. Метод построения алгоритмов проверки простоты натуральных чисел для защиты информации / Д.В. Кручинин, В.В. Кручинин // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2 (24). – С. 247–251.

13. Амосова Н.Н. Вероятностные разделы математики: учеб. для бакалавров технических направлений / Н.Н. Амосова, Б.А. Куклин, С.Б. Макарова и др. – СПб.: Иван Федоров, 2001. – 592 с.

14. Kleinjung T. Factorization of a 768-bit RSA modulus / T. Kleinjung, K. Aoki, J. Franke et al. // Proceedings: Advances in Cryptology. CRYPTO–2010: 30th Annual Cryptology Conference, Santa Barbara, CA, USA, August 15–19, 2010. – 2010. – P. 333–350.

УДК 004.056.53

А.К. Новохрестов

Модель угроз конфиденциальности информационной системы

При проектировании и разработке информационных систем возникает вопрос обеспечения безопасности обрабатываемой информации и самой системы. Создание и усовершенствование системы защиты требует предварительной оценки качества защищенности объекта. Одним из важнейших этапов оценки защищенности является выявление угроз информации и системе. В настоящей статье рассматривается модель угроз конфиденциальности компьютерной сети.

Ключевые слова: информационная безопасность, угроза, модель угроз, компьютерная сеть.

С каждым годом современное общество все больше зависит от информационных технологий, вследствие чего появляется множество путей неправомерного использования информации. Как известно, информация обладает тремя главными свойствами: конфиденциальностью, целостностью и доступностью [1]. Поэтому защита информации становится одной из главных задач современного общества. В [2] под защитой информации понимается принятие организационных, правовых и технических мер, направленных на:

1) обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;

2) соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа;

3) реализацию права на доступ к информации.

Немаловажную роль в распространении информации играет человеческий фактор. Но так как полностью контролировать действия человека невозможно, необходимо обезопасить информационную систему, в которой обрабатывается информация.

Под информационной системой понимается совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств [2].

Однако прежде чем переходить к минимизации возможности неавторизованного воздействия на систему, необходимо оценить защищенность разрабатываемой системы [3]. Одними из важнейших этапов оценки защищенности являются построение модели угроз рассматриваемой системе [4], а также построение модели нарушителя [5].

В качестве модели системы для описания угроз используется многоуровневая модель, построенная с помощью атрибутивного метаграфа вложенности 3. Взаимодействие между объектами в модели информационной системы происходит по правилам взаимодействия объектов в эталонной модели OSI. Подход к построению модели системы описан в [6], он предполагает разделение системы на уровень локальных вычислительных сетей (ЛВС), уровень операционных систем (ОС) и уровень программного обеспечения (ПО). Систему G можно представить как совокупность множества сетей X_3, множества рабочих станций (операционных систем) X_2, множества программного обеспечения X_1, множества связей между сетями E_3, множества связей между ОС E_2 и множества связей между ПО E_1:

$$G=(X_1,X_2,X_3,E_1,E_2,E_3)\,. \qquad (1)$$

В рамках данной работы был разработан подход к построению модели угроз конфиденциальности элементам информационной системы [16].

Были описаны угрозы, применимые к вершинам (ЛВС, ОС, ПО) и ребрам метаграфа (связи между ЛВС, ОС, ПО). Также описаны угрозы на атрибуты метаграфа.

Атрибутами метаграфа могут быть, например:

– версия операционной системы;

– версия протокола, по которому передаются данные;

– имя рабочей станции;

– IP-адрес;

– длина ключа шифрования.

Пример угроз:

– разглашение (утечка) информации о протоколе, по которому осуществляется взаимодействие операционных систем, в соответствующей локальной сети;

– разглашение (утечка) информации о названии программного обеспечения, установленного в рамках операционной системы;

– разглашение информации о портах, использующихся для передачи данных между рабочими станциями.

В разработанной модели угроз описываются угрозы конфиденциальности элементам информационной системы.

В общем случае под конфиденциальностью понимают свойство информации, которое состоит в том, что данная информация не будет доступна пользователям, которые не имеют к ней отношения.

В соответствии с [2] конфиденциальность информации – это обязательное для выполнения лицом, получившим доступ к определенной информации, требование не передавать такую информацию третьим лицам без согласия ее обладателя.

Разработанная модель является дополнением к модели угроз целостности элементов информационной системы [7].

Угрозой для каждого множества атрибутов вершин является разглашение (утечка) информации о данных вершинах.

Угрозой для каждого множества ребер соответственно является разглашение (утечка) информации о данных ребрах.

Моделью угроз конфиденциальности всей системы K_S будет являться совокупность всех K_{si}:

$$K_{si} = (K_{s1}(x_1^k x_2^l x_3^m) \cup K_{s1}(e_1^n e_2^o e_3^p) \cup \cup K_{s2}(atr_a) \cup K_{s2}(atr_z)), \quad (2)$$

где K_{s1} – класс угроз разглашения (утечки) информации об имени элементов и связей; $K_{s1}(x_1^k x_2^l x_3^m)$ – угроза разглашения (утечки) информации о имени элементов (вершины); $K_{s1}(e_1^n e_2^o e_3^p)$ – угроза разглашения (утечки) информации об имени элементов (ребра); K_{s2} – класс угроз разглашения (утечки) информации о настройках элементов и связей: $K_{s2}(atr_a)$ – угроза разглашения (утечки) информации о настройках (атрибутах) элементов (вершин); $K_{s2}(atr_z)$ – угроза разглашения (утечки) информации о настройках (атрибутах) связей (ребер).

Настройки системы задаются в атрибутах вершин. Настройки связи задаются в атрибутах ребер. Настройками системы, в данном случае, будет являться вся информация о версии программного обеспечения, версии операционных системы, о драйверах, которые использует программное обеспечение и пр. Настройкой сети будет являться вся информация о протоколах, например: длина ключа шифрования, версия протокола, набор правил, MAC-адреса сетевого оборудования, ip-адреса сетевых устройств и пр.

С точки зрения конфиденциальности в локально-вычислительной сети нарушителю (злоумышленнику) интересна вся информация об операционной системе (рабочих станциях), программном обеспечении, которое установлено в рамках операционной системы, о протоколах, по которым взаимодействуют элементы сети, а также их настройках. Если злоумышленник соберет всю информацию о локальной сети, то с помощью полученных данных может в дальнейшем нанести ущерб данной сети.

Степень ущерба будет напрямую зависеть от того, какой важности информация обрабатывается в информационной системе.

Все угрозы разглашения (утечки) информации можно разбить на группы, в зависимости от того, что рассматривается: вершины, ребра или атрибуты метаграфа.

Под именем программного обеспечения, операционной системы и локальной вычислительной сети будем понимать полный адрес расположения элемента в системе, включающий названия ПО, ОС и ЛВС.

Угрозы для множеств вершин и ребер описаны в табл. 1. Угрозы для множеств атрибутов вершин и ребер описаны в табл. 2.

В качестве примера рассмотрим математическое представление угроз, применимых к программному обеспечению. Для системы, представленной как (1), угроза разглашения (утечки) информации об имени программного обеспечения характеризуется пересечением множества X_1 с множеством J_1:

$$G' = (X_1 \cap J_1, X_2, X_3, E_1, E_2, E_3), \quad (3)$$

где $X_1 \cap J_1 = \{x_1^k \mid x_1^k \in X_1 \wedge x_1^k \in J_1\}$; x_1^k – элемент, принадлежащий множеству X_1; X_1 – множество ПО, которое необходимо защитить; J_1 – множество ПО, элементы которого известны всем.

Таблица 1

Угрозы конфиденциальности для вершин и ребер

Множество	Угрозы
ЛВС	Разглашение (утечка) информации об имени ЛВС
ОС	Разглашение (утечка) информации об имени ОС
ПО	Разглашение (утечка) информации об имени ПО
Связей между ЛВС	Разглашение (утечка) информации о протоколе, по которому осуществляется взаимодействие ЛВС
Связей между ОС	Разглашение (утечка) информации о протоколе, по которому осуществляется взаимодействие ОС
Связей между ПО	Разглашение (утечка) информации о протоколе, по которому осуществляется взаимодействие ПО

Таблица 2

Угрозы конфиденциальности для атрибутов

Множество	Угрозы
Атрибутов ЛВС	Разглашение (утечка) информации о настройках ЛВС
Атрибутов ОС	Разглашение (утечка) информации о настройках ОС
Атрибутов ПО	Разглашение (утечка) информации о настройках ПО
Атрибутов связей между ЛВС	Разглашение (утечка) информации о настройках протокола на уровне ЛВС
Атрибутов связей между ОС	Разглашение (утечка) информации о настройках протокола на уровне ОС
Атрибутов связей между ПО	Разглашение (утечка) информации о настройках протокола на уровне ПО

Угроза разглашения (утечки) информации о протоколе, по которому осуществляется взаимодействие программного обеспечения, характеризуется пересечением множества E_1 с множеством D_1:

$$G' = (X_1, X_2, X_3, E_1 \cap D_1, E_2, E_3), \quad (4)$$

где $E_1 \cap D_1 = \{e_1^n \mid e_1^n \in E_1 \wedge e_1^n \in D_1\}$; e_1^n – элемент, принадлежащий множеству E_1; E_1 – множество связей между программным обеспечением; D_1 – множество связей между ПО, элементы которого известны.

Угроза разглашения (утечки) информации о настройках программного обеспечения характеризуется пересечением вершины x_1^k содержащей атрибут, который описывает настройки ПО, с множеством J_1:

$$atr_a := atr_a', \quad (5)$$

где $atr_a \in x_1^k$; x_1^k – элемент множества ПО, $x_1^k \in X_1$; atr_a – атрибут вершины x_1^k содержащий настройки ПО; atr_a' – атрибут вершины из множества J_1.

Угроза разглашения (утечки) информации о настройках протокола на уровне ПО характеризуется пересечением вершины e_1^n, содержащей атрибут, который описывает настройки связи на уровне ПО, с множеством J_1:

$$atr_z := atr'_z, \quad (6)$$

где $atr_z \in e_1^n$; e_1^n – элемент множества связей между ПО, $e_1^n \in E_1$; atr_z – атрибут ребра e_1^n, в котором содержится описание настроек связи на уровне ПО; atr_z' – атрибут ребра из множества J_1.

Таким образом, в ходе работы была разработана модель угроз конфиденциальности информационной системы. Все внимание в данной модели уделяется информационной системе и ее характеристикам, не сосредотачивая внимания на какой-то конкретной информационной системе, например, информационной системе персональных данных. В данной модели формализовано описание угроз посредством использования метаграфа, как математического аппарата. В следствии чего уровень влияния эксперта на составления перечня угроз снижается. Есть математическая формализация, а значит эксперты не смогут трактовать данную модель по-разному.

Литература

1. Шелупанов А.А. Основы информационной безопасности / А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков, Е.Б. Белов, В.П. Лось. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 558 с.

2. Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

3. Новохрестов А.К. Оценка качества защищенности компьютерных сетей / А.К. Новохрестов, А.А. Конев // Динамика систем, механизмов и машин: матер. XI Междунар. науч.-техн. конф. – Омск: ФГБОУ ВПО «Омск. гос. техн. ун-т», 2014. – № 4. – С. 85–87.

4. Конев А.А. Подход к построению модели угроз защищаемой информации // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2012. – Т. 1, № 2. – С. 34–39.

5. Миронова В.Г. Модель нарушителя безопасности конфиденциальной информации / В.Г. Миронова, А.А. Шелупанов // Информатика и системы управления. – 2012. – № 1 (31). – С. 28–35.

6. Новохрестов А.К. Многоуровневая модель информационной системы на основе атрибутивных метаграфов / А.К. Новохрестов, А.А. Конев // Электронные средства и системы управления: сборник тр. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Томск: ТУСУР, 2015. – № 1–2. – С. 184–188.

7. Новохрестов А.К. Математическая модель угроз информационной системе / А.К. Новохрестов, А.А. Конев // Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_7.pdf, свободный (дата обращения: 15.09.2016). – С. 99–101.

УДК 004.056.52:004.738

Е.В. Щерба

Ролевой подход к безопасной маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях

Рассматривается проблема безопасной маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях. Предлагаемое решение проблемы основывается на существующем протоколе маршрутизации SAR (Security-Aware Adhoc Routing), эффективность которого предлагается расширить за счет применения ролевого подхода к безопасности. Предлагаемый подход позволяет повысить гибкость и безопасность информационных потоков в беспроводных самоорганизующихся сетях. Представленные алгоритмы позволяют реализовать подход в рамках других протоколов маршрутизации. В заключительной части работы предлагаемый подход и алгоритмы продемонстрированы на примерах.

Ключевые слова: сетевая безопасность, беспроводные самоорганизующиеся сети, маршрутизация, MANET, SAR, булевозначные сети.

Значительное увеличение количества мобильных устройств в последние годы способствовало развитию технологий беспроводных самоорганизующихся децентрализованных сетей. Можно выделить ряд ключевых особенностей, которые отличают данные сети от традиционных сетей передачи данных с фиксированной архитектурой. Каждый узел имеет возможность принимать участие в передаче данных от некоторого источника к некоторому получателю, т.е., во-первых, определять направление пересылки и, во-вторых, непосредственно осуществлять пересылку пакетов. Кроме того, мобильность устройств вызывает регулярные изменения в топологии сети. Эти и другие особенности принимаются во внимание при разработке специализированных протоколов маршрутизации для беспроводных самоорганизующихся сетей.

Разработанные к настоящему моменту протоколы маршрутизации для рассматриваемых сетей принято классифицировать в соответствии с механиз-

мами их функционирования. Проактивные протоколы унаследовали принципы классической табличной маршрутизации и подразумевают регулярный обмен сообщениями для того, чтобы поддерживать таблицу маршрутизации в актуальном состоянии. Реактивные протоколы осуществляют рекурсивный поиск маршрута исключительно по запросу. Например, протокол AODV (Ad Hoc On-demand Distance Vector) [1] предусматривает две основные процедуры – обнаружение маршрутов (выполняется, если узел не имеет маршрута до узла назначения) и обслуживание маршрутов (для удаления устаревших и потерявших актуальность маршрутов). Процесс обнаружения маршрутов выполняется путём рекурсивной широковещательной рассылки управляющего пакета RREQ (Route Request). В том случае, если пакет RREQ достигает узла назначения или действующий маршрут найден в таблице маршрутизации промежуточного узла, управляющий пакет RREP (Route Reply) отправляется источнику в целях прокладки маршрута. При этом поддержка невостребованных маршрутов не производится. Это позволяет существенно снизить накладные расходы и экономить ресурсы, что очень часто бывает актуально для беспроводных самоорганизующихся сетей. Гибридные протоколы подразумевают комбинированное применение двух обозначенных подходов.

Первые разрабатываемые протоколы маршрутизации не предусматривали наличие какой-либо защиты, что привело к возникновению ряда пассивных и активных атак на данные протоколы [2]. Среди наиболее очевидных можно выделить классическую атаку типа «человек посередине», а также ряд атак, позволяющих направить трафик по ложному маршруту. Дальнейшие исследования позволили предложить ряд механизмов обеспечения безопасности, что привело к разработке новых защищенных протоколов.

Так, методы защиты, предлагаемые в рамках протоколов SAODV (Secure Ad Hoc On-demand Distance Vector), SLSP (Secure Link-State Protocol) и SRP (Secure Routing Protocol), основаны на криптографических преобразованиях и включают аутентификацию передаваемых сообщений. Другой эффективный подход к защите заключается в механизмах установления доверия между взаимодействующими узлами. Нет никакого практического смысла в передаче данных на узел, который представляет «блэкхол» и не передает пакеты по маршруту к получателю. Наиболее перспективным направлением обеспечения безопасности представляется комбинированное применение обоих подходов, которое впервые было предложено в рамках реактивного протокола SAR (Security-Aware Ad-hoc Routing) [3].

Все передаваемые сообщения в рамках данного протокола шифруются и аутентифицируются; кроме того, протокол вводит понятие уровней безопасности узлов. Маршрутизация пакетов через узлы с более высоким уровнем является более безопасной, а основной метрикой маршрута может считаться минимальный уровень безопасности среди всех узлов по маршруту следования пакета до узла назначения. Поскольку протокол SAR базируется на реактивном протоколе AODV, процесс обнаружения маршрутов выполняется по запросу. Требуемая метрика безопасности маршрута встраивается в управляющий пакет RREQ. Только узлы, обеспечивающие требуемый уровень безопасности, участвуют в передаче управляющего пакета. Если найден маршрут с требуемым уровнем безопасности от узла источника до узла назначения, управляющий пакет RREP (модифицированный соответствующий образом) направляется источнику. В случае существования нескольких безопасных маршрутов можно использовать кратчайший из них (в соответствии с метрикой расстояния). Но возможны ситуации, когда безопасного маршрута не существует, даже в случае полносвязной сети.

Тем не менее протокол SAR имеет свои недостатки. Криптографические преобразования вносят существенные задержки при передаче, а применение иерархии уровней безопасности узлов не обеспечивает требуемой гибкости для практического применения протокола. В рамках представляемой работы предлагается перейти от использования строгой иерархии уровней безопасности взаимодействующих узлов к ролевому подходу к безопасности.

Ролевой подход к защите

Итак, рассмотрим процесс функционирования защищенного протокола маршрутизации SAR в некоторой беспроводной самоорганизующейся сети. Для организации ролевого подхода к защите предлагается внести следующие изменения. Пусть задано конечное множество атрибутов данных M. Все пакеты данных, передаваемые по сети, должны быть классифицированы одним или несколькими атрибутами из указанного множества. Эти атрибуты отражают требования безопасности. Пусть также задано конечное множество ролей R и конечное множество взаимодействующих узлов V. Одна или несколько ролей из исходного множества ролей назначаются каждому узлу сети. Каждой роли назначено множество разрешенных атрибутов (которое является подмножеством исходного множества атрибутов) и каждому узлу назначено некоторое множество ролей (которое является подмножеством исходного множества ролей). В зависимости от политики безопасности набор разрешенных атрибутов данных для каждого узла может быть определен как объединение или пересечение наборов атрибутов, соответствующих множеству всех ролей, назначенных узлу. Таким образом, каждому узлу поставлено в соответствие некоторое множество разрешенных атрибутов, и некоторый пакет может быть передан на узел, только если все атрибуты передаваемого пакета входят во множество разрешенных атрибутов данного узла. Маршрут от отправителя до получателя будет считаться безопасным, только если все узлы маршрута будут удовлетворять указанному условию.

Для имплементации ролевого подхода в рамках протокола SAR вместо уровней безопасности необходимо использовать битовый вектор QoP (Quality of

Protection). Размерность данного вектора должна соответствовать мощности множества атрибутов безопасности M. В общем случае для каждого пакета с уникальным набором атрибутов требуется отдельная процедура обнаружения маршрута. Вектор QoP должен встраиваться в каждый пакет RREQ для обнаружения безопасного маршрута в соответствии с атрибутами передаваемого пакета.

Реализация криптографической защиты возможна на основе схем разделения секрета. При этом потребуется директивное назначение ролей всем узлам сети, а также чтобы каждому атрибуту данных соответствовал уникальный ключ схемы.

Пример беспроводной самоорганизующейся сети, функционирующей в соответствии с описанным подходом, представлен на рис. 1. Можно видеть, что пакеты с заданными атрибутами данных передаются по безопасным маршрутам.

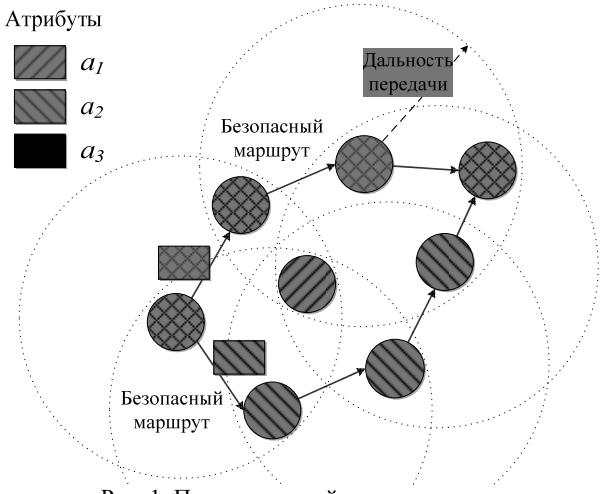


Рис. 1. Пример сетевой маршрутизации на основе атрибутов данных

Поиск безопасного маршрута

Протокол SAR был разработан как расширение протокола AODV, но предложенная модель защиты может быть использована для расширения других востребованных протоколов маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях. Учитывая данное обстоятельство, в представляемой работе предложен универсальный алгоритм для обнаружения кратчайшего безопасного маршрута. Алгоритм может быть взят за основу при реализации представленного ролевого подхода к защите для проактивных и гибридных протоколов маршрутизации. В целях разработки алгоритма для построения формальной модели беспроводной самоорганизующейся сети были использованы булевозначные сети [4].

Пусть $P(M)$ – множество всех подмножеств множества M. Булева алгебра B определяется как $(P(M), \wedge, \vee, \neg)$. Пусть V – конечное множество узлов сети, E – конечное множество каналов связи, соединяющих узлы. Для каждого узла $v \in V$ определены разрешения $p(v) \in B$ (множество разрешенных атрибутов данных). Для каждого канала $(u,v) \in E$ можно определить пропускную способность $c(u,v) \in B$ (множество разрешенных атрибутов данных для канала) как $p(u) \wedge p(v)$. Таким образом, определена булевозначная сеть $G(V,E)$ с функцией пропускных способностей $c(u,v)$. Исток сети, вершина s, представляет отправителя пакетов, а сток сети, вершина t, представляет получателя пакетов.

Объединение меток всех дуг вдоль заданного пути в булевозначной сети именуется оценкой этого пути. Для решения исходной задачи необходимо определить кратчайший путь P (в соответствии с выбранной метрикой расстояния) из вершины s в вершину t в булевозначной сети $G(V,E)$, оценка которого не слабее заданной ($req \in B$). Решение указанной формальной задачи возможно с помощью алгоритма (рис. 2), суть которого заключается в удалении из булевозначной сети всех каналов и вершин, разрешенный набор атрибутов которых не включает элемент, соответствующий требуемой оценке пути, и дальнейшем поиске кратчайшего маршрута на основе алгоритма Дейкстры.

```
1: procedure ShortestSecPathFirst(G, M, p, s, t, req)
2:     for all v ∈ V(G) do
3:         if req ⊈ p(v) then
4:             DELETE v FROM V(G)
5:         end if
6:     end for
7:     FIND SHORTHEST s − t PATH P IN G                ▷
       Возможно на основе алгоритма Дейкстры
8:     return P
9: end procedure
```

Рис. 2. Алгоритм определения кратчайшего безопасного маршрута в сети

Ещё одна задача заключается в том, чтобы определить множество всех наборов атрибутов данных, для которых возможна передача соответствующих пакетов от узла источника к узлу назначения. Для формализации и решения данной задачи использовано понятие потока в булевозначных сетях, которое отличается от определения, введенного ранее в работе [5]. Пусть задана булевозначная сеть $G(V,E)$ с источником s, стоком t, функцией пропускных способностей $c(e)$. Потоком из s в t в данной сети назовём функцию $f: E \to B$, удовлетворяющую следующим трем условиям:

- $0 \le f(e) \le c(e)$ для всех $e \in E$,
- $\bigcup_{u \in V} f(u,v) = \bigcup_{u \in V} f(v,u)$ для всех $v \in V \setminus \{s,t\}$,
- $\bigcup_{u \in V} f(s,u) = \bigcup_{v \in V} f(v,t)$.

Величиной потока $b(f) \in P(B)$ будем называть множество

$$b(f) = \bigcup_{v \in V} f(s,v),$$

где s – источник в сети $G(V,E)$. Поток f^* будем называть максимальным потоком, если не существует другого потока f, для которого $b(f^*) \subset b(f)$.

Таким образом, для решения исходной задачи требуется определить множество величин всех допустимых потоков из s в t. Для отыскания указанного множества предложен эффективный алгоритм (рис. 3), основанный на «проталкивании предпотока», который может быть использован как для проактивных, так и для реактивных протоколов маршрутизации.

```
1: procedure PushSecFlow(G, M, p, s, t)
2:     A ← {s}, A* ← {∅}, L(s) ← p(s)
3:     for all v ∈ V(G)\{s} do
4:         L(v) ← {∅}
5:     end for
6:     while A ≠ {∅} do
7:         for all u ∈ A do
8:             for all v ∈ V(G) do
9:                 if (u, v) ∈ E(G) then
10:                    L*(v) ← L(v)
11:                    for all l ∈ L(u) do
12:                        L(v) ← (L(v) ∪ (l ∧ p(v)))
13:                    end for
14:                    L(v) ← MAX(L(v))                ▷
   MAX(X) - возвращает множество максимальных
   элементов в X ⊆ B
15:                    if L*(v) ≠ L(v) then
16:                        A* ← A* ∪ {v}
17:                    end if
18:                end if
19:            end for
20:        end for
21:        A ← A*, A* ← {∅}
22:    end while
23:    for all l ∈ L(t) do
24:        L*(t) ← L*(t) ∪ P(l)                        ▷
   P(X) - возвращает множество всех подмножеств X
25:    end for
26:    return L*(t)
27: end procedure
```

Рис. 3. Алгоритм определения множества величин всех допустимых ($s - t$) потоков

Множество A используется для хранения списка активных вершин, множество A^* используется как временный список, $L(v)$ представляет совокупный предпоток, входящий в вершину v. После завершения проталкивания совокупный входящий в сток предпоток $L^*(t)$ будет соответствовать максимальному ($s - t$) потоку, что позволяет определить множество величин всех допустимых потоков.

Примеры

Рассмотрим предлагаемый подход и разработанные алгоритмы на модельной беспроводной самоорганизующейся сети, представленной на рис. 1. Пусть набор атрибутов данных состоит из трех элементов: $\{a_1, a_2, a_3\}$, тогда множество $P(M)$ есть $\{0, a_1, a_2, a_3, a_1a_2, a_1a_3, a_2a_3, 1\}$. Пусть также множество ролей состоит из четырех элементов: $\{r_1, r_2, r_3, r_4\}$. Набор разрешений для каждой роли установлен в соответствии с табл. 1.

Пусть узлам сети назначены роли в соответствии с табл. 2, а в сети установлена «гибкая» политика безопасности, т.е. множество разрешенных атрибутов данных для каждого узла определяется как пересечение соответствующих множеств для всех назначенных этому узлу ролей. Каждый узел получит разрешения в соответствии с табл. 3.

Таблица 1

Установка разрешений

Роли	r_1	r_2	r_3	r_4
Разрешения	$\{a_1a_2\}$	$\{a_1a_3\}$	$\{a_2a_3\}$	$\{a_3\}$

Таблица 2

Назначение ролей

Узлы	s	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	t
Роли	$\{r_1,r_2\}$	$\{r_1,r_4\}$	$\{r_2\}$	$\{r_3\}$	$\{r_1\}$	$\{r_3,r_4\}$	$\{r_3\}$	$\{r_1,r_2\}$

Таблица 3

Полученные разрешения

Узлы	s	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	t
Разрешения	{1}	{1}	$\{a_1$ $a_3\}$	$\{a_2$ $a_3\}$	$\{a_1$ $a_2\}$	$\{a_2$ $a_3\}$	$\{a_2$ $a_3\}$	{1}

Полученная беспроводная самоорганизующаяся сеть может быть смоделирована при помощи булевозначной сети, представленной на рис. 4.

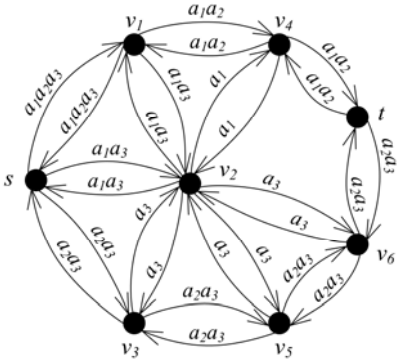


Рис. 4. Булевозначная сеть для моделирования беспроводной самоорганизующейся сети на рис. 1

Пусть узлу s требуется определить кратчайший безопасный маршрут для передачи пакета с атрибутами $\{a_1a_2\}$ до узла t. В соответствии с алгоритмом все узлы, не имеющие прав на передачу данного пакета, должны быть удалены из булевозначной сети. Далее, используя алгоритм Дейкстры в сформированной булевозначной сети, является возможным определить кратчайший маршрут из s в t как $<s, v_1, v_4, t>$. Аналогично можно определить, что кратчайший безопасный маршрут до узла t для пакета с атрибутами $\{a_2a_3\}$ есть $<s, v_3, v_5, v_6, t>$. Но, например, в данном случае не существует безопасного маршрута для пакета с атрибутами $\{a_1a_2a_3\}$.

В заключение, используя предложенный алгоритм в исходной булевозначной сети, можно определить значение максимального потока из s в t. Таким образом, множество $\{a_1, a_2, a_3, a_1a_2, a_2a_3\}$ представляет набор атрибутов данных, для которых возможна передача соответствующих пакетов с узла s на узел t.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение ролевого подхода для защиты протоколов маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях является возможным и обоснованным. Особенностью предлагаемого подхода является замена уровней безопасности на атрибуты данных, которые позволяют точнее описать информационные потоки. Это позволяет повысить гибкость и безопасность беспроводных сетей. Рассматриваемые сети могут быть эффективно смоделированы при помощи булевозначных сетей. Представленные алгоритмы были реализованы в рамках учебно-демонстрационного программного модуля [6] и могут быть использованы при разработке защищенных протоколов маршрутизации для беспроводных самоорганизующихся сетей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части госзадания в сфере научной деятельности (проект № 3107).

Литература

1. Perkins C.E. Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing / C.E. Perkins, E.M. Royer // IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. – 1999. – P. 90–100.

2. Padmavathi G. A Survey of Attacks, Security Mechanisms and Challenges in Wireless Sensor Networks / G. Padmavathi, D. Shanmugapriya // International J. Computer Science. – 2009. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.

3. Kravets R. A Security-Aware Routing Protocol for Wireless Ad Hoc Networks / R. Kravets, S. Yi, P. Naldurg // In ACM Symp. on Mobile Ad Hoc Networking and Computing. – 2001.

4. Салий В.Н. Оптимизация в булевозначных сетях // Дискретная математика. – 2005. – Т. 17, № 1. – С. 141–146.

5. Shcherba E.V. Two formal problems of network security and a theory of boolean-valued flow networks // In Proceedings of the 8th International Conference on Security of Information and Networks (SIN-15). – P. 185–188.

6. Щерба Е.В. Учебно-демонстрационный программный модуль по определению кратчайшего маршрута в булевозначных сетях / Е.В. Щерба, Г.А. Литвинов: свидетельство о регистрации электронного ресурса № 22002 от 12.07.2016 г. – М.: ФГБНУ ИУО РАО, ОФЭРНиО, 2016.

УДК 004.056

Г.В. Тумуров, А.Н. Вознюк, А.П. Кшнянкин

Модель нарушителя подсистемы технической защиты информации объекта информатизации

Предложена модель нарушителя подсистемы технической защиты информации объектов информатизации. Обозначена проблематика существующей методики решения задачи информационной безопасности на реальных объектах. Предложенная модель является универсальной и имеет как учебное, так и практическое значение при решении задач построения системы защиты на предприятии.

Ключевые слова: подсистема технической защиты информации, модель нарушителя, объект информатизации.

Подсистема технической защиты информации (ПТЗИ) является важнейшей составляющей системы защиты информации объекта информатизации (ОИ). При этом ПТЗИ ОИ, модели которых разработаны раннее [1], требуют актуализации в соответствии с реальными условиями эксплуатации объекта защиты на основе разработки актуальной модели угроз безопасности информации ОИ [2]. В свою очередь, актуальность модели угроз обеспечивается путём сопоставления модели угроз и модели нарушителя информационной безопасности (модель нарушителя) ПТЗИ ОИ. Известные модели нарушителя в недостаточной мере чётко и ясно формируют представление о составе и содержании модели нарушителя информационной безопасности ПТЗИ ОИ в организации, что определяет необходимость её разработки.

Для решения поставленной задачи проведено аналитическое исследование научной литературы, базовых законодательных и нормативно-правовых документов РФ в области защиты информации (ЗИ) по данной проблематике, с целью формирования наиболее оптимального определения и понятия, классификации, структуры и содержания модели нарушителя.

Полученные данные позволяют возможным принять за основу понятие модели нарушителя, определенное в стандарте Банка России СТО БР ИББС-1.0–2014, согласно которому модель нарушителя определяется как описание и классификация нарушителей информационной безопасности (ИБ), включая описание их опыта, знаний, доступных ресурсов, необходимых для реализации угрозы, возможной мотивации их действий, а также способы реализации угроз ИБ со стороны указанных нарушителей [3].

При этом содержательная составляющая модели нарушителя формируется совокупностью следующих разделов:

– опыт нарушителя;

– знания нарушителя;

– доступные нарушителю ресурсы, необходимые для реализации угрозы;

– возможная мотивация действий нарушителя;

– способы реализации угроз ИБ со стороны нарушителя.

Анализ полученных данных также позволяет обоснованно классифицировать нарушителей ИБ по трем типам: внутренний нарушитель, внешний нарушитель, комбинированный источник угроз [3] – и представить в виде рис. 1.

Рис. 1. Классификация нарушителей ПТЗИ

В качестве структурного базиса модели нарушителя представляется целесообразным использовать обобщенную модель ПТЗИ ОИ, полученную на основе системного объединения ранее разработанных моделей ПТЗИ для обоих видов ОИ [1] и представленную на рис. 2.

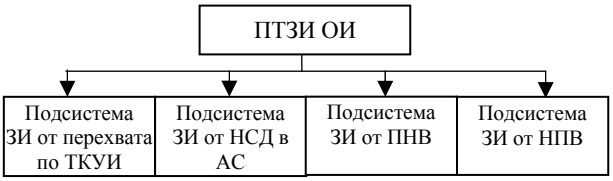


Рис. 2. Обобщенная модель ПТЗИ ОИ

Полученные результаты позволяют сформировать модель нарушителя ПТЗИ ОИ по составляющим структурного базиса, классификации нарушителей и содержательной составляющей в виде таблицы.

Модель нарушителя ПТЗИ ОИ

Тип нарушителя	Нарушитель подсистемы ЗИ от перехвата по ТКУИ	Нарушитель подсистемы ЗИ от НСД в АС	Нарушитель подсистемы ЗИ от ПНВ	Нарушитель подсистемы ЗИ от НПВ
1	2	3	4	5
Опыт нарушителя				
Внешний *Внутренний* *Комбинированный*	Опыт определяется знаниями и практическими навыками сотрудника организации, внешнего нарушителя либо их совокупностью	Опыт определяется знаниями и практическими навыками сотрудника организации	Опыт определяется знаниями и практическими навыками сотрудника организации, внешнего нарушителя либо их совокупностью	Опыт определяется знаниями и практическими навыками сотрудника организации
Знания нарушителя				
Внешний *Внутренний* *Комбинированный*	Сведения о ПТЗИ, которые доступны нарушителю. Знания, определенные квалификацией внутреннего нарушителя. Сведения об ОИ, которые доступны внешнему нарушителю, а также предоставленные сотрудником организации	Сведения о ПТЗИ, которые доступны нарушителю. Нарушитель является специалистом высшей квалификации, знает все об АС и, в частности, о системе и средствах ее защиты	Сведения о ПТЗИ, которые доступны нарушителю. Знания, определенные квалификацией внутреннего нарушителя. Сведения об ОИ, которые доступны внешнему нарушителю, а также предоставленные сотрудником организации	Сведения о ПТЗИ, которые доступны нарушителю. Знания, определенные квалификацией внутреннего нарушителя
Доступные ресурсы, необходимые для реализации угрозы				
Внешний	− Средства перехвата и анализа информационных потоков в каналах связи; − специальные технические средства перехвата информации по ТКУИ; − штатные средства ИС (только в случае их расположения за пределами КЗ)	*Не актуален*	− Доступные в свободной продаже аппаратные средства и программное обеспечение, в том числе программные и аппаратные компоненты криптосредств; − специально разработанные технические средства и программное обеспечение	*Не актуален*
Внутренний	– Закладные устройства	– Непосредственное обращение к объектам доступа; – создание программных и технических средств, выполняющих обращение к объектам доступа в обход средств защиты; – модификация средств защиты, позволяющая осуществить НСД; – внедрение в технические средства СВТ или АС программных или технических механизмов, нарушающих предполагаемую структуру и функции СВТ или АС и позволяющих осуществить НСД		– Непосредственное обращение к объектам доступа
Комбинированный	Совокупность совместного использования доступных ресурсов внешнего и внутреннего нарушителей	*Не актуален*		*Не актуален*

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Возможная мотивация действий нарушителя				
Внешний	– По идеологическим или политическим мотивам; – организация террористического акта; – причинение имущественного ущерба путем мошенничества или иным преступным путем; – дискредитация или дестабилизация деятельности органов государственной власти, организаций; – получение конкурентных преимуществ; – внедрение дополнительных функциональных возможностей в программное обеспечение или программно-технические средства на этапе разработки; – любопытство или желание самореализации; – выявление уязвимостей с целью их дальнейшей продажи и получения финансовой выгоды; – реализация угроз безопасности информации из мести			*Не актуален*
Внутренний				– Реализация угроз безопасности информации непреднамеренно из-за неосторожности или неквалифицированных действий.
Комбинированный				*Не актуален*
Способы реализации угроз				
Внешний	Перехват информации по ТКУИ	*Не актуален*	ПНВ на информацию	*Не актуален*
Внутренний		– НСД к информации в АС		НПВ на информацию
Комбинированный		*Не актуален*		*Не актуален*
Примеры нарушителей				
Внешний	Конкуренты: ·Иностранные службы (разведка). ·Преступные элементы. ·Посетители (клиенты). ·Лица, случайно или умышленно нарушившие пропускной режим	*Не актуален*	Конкуренты: ·Иностранные службы. ·Преступные элементы. ·Посетители (клиенты). ·Лица, случайно или умышленно нарушившие пропускной режим	*Не актуален*
Внутренний	·Обслуживающий персонал. ·Сотрудники организации. ·Посетители (родственники сотрудников, практиканты, проверяющие инстанции)			
Комбинированный	Совокупность внутреннего и внешнего нарушителей	*Не актуален*	Совокупность внутреннего и внешнего нарушителей	*Не актуален*

При этом в подсистеме ЗИ от перехвата по ТКУИ следует рассматривать как внешний и внутренний, так и комбинированный тип нарушителя. Нарушитель внешнего типа реализует перехват информативного сигнала по ТКУИ через посторонние проводники, имеющие выход за пределы КЗ. Нарушитель внутреннего типа реализует угрозы перехвата информации по видовым каналам. Комбинированный тип нарушителя реализовывается совместным действием внутреннего и внешнего типов (1-й устанавливает закладное устройство, 2-й снимает сигнал с него).

В подсистеме ЗИ от НСД в АС в качестве нарушителя рассматривается субъект, имеющий доступ к работе со штатными средствами АС и СВТ как части АС. Поэтому в этой подсистеме имеет смысл рассматривать только нарушителя внутреннего типа. Нарушители классифицируются по уровню возможностей, предоставляемых им штатными средствами АС и СВТ. Выделяется четыре уровня этих возможностей. В своем уровне нарушитель является специалистом высшей квалификации, знает все об АС и, в частности, о системе и средствах ее защиты.

В подсистеме ЗИ от ПНВ рассматривается нарушитель всех трех типов. Программно-технические воздействия зависят от того типа сети, который используется на предприятии. Если объект функционирует локально либо подключен к сети предприятия, то для реализации угроз обязательно присутствие нарушителя внутреннего типа. Если объект имеет доступ не только к сети предприятия, но и к более глобальной сети, то источником угроз может выступать каждый из трех типов нарушителя.

В подсистеме ЗИ от НПВ рассматриваются только пользователи, которые имеют непосредственный доступ к ОИ. При работе пользователь совершает ошибки, которые могут привести к реализации угроз. Поэтому в данной подсистеме рассматривается только внутренний нарушитель.

Заключение

1. Разработана модель нарушителя ПТЗИ, которая решает поставленную в исследовании задачу, является универсальной и позволяет системно решать задачу актуализации модели угроз.

2. Классификация нарушителя по основным составляющим позволяет представить состав и содержание модели нарушителя ПТЗИ.

3. Модель нарушителя ПТЗИ применима в задачах разработки актуальной модели угроз ПТЗИ и будет способствовать повышению эффективности информационной безопасности объекта защиты.

Литература

1. Загородников А.А., Козлов С.В., Кшнянкин А.П. Модель подсистемы технической защиты информации объекта информатизации // Всерос. науч.-техн. конф. «Научная сессия ТУСУР–2015» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/events/session/2015-4.pdf (дата обращения: 08.09.16).

2. Козлов С.В., Загородников А.А., Вознюк А.Н., Кригер А.В., Тумуров Г.В., Кшнянкин А.П. Модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров // Матер. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», 25–27 ноября 2015 г. – Ч. 2. – С. 136–139.

3. Стандарт банка России СТО БР ИББС-1.0–2014. Обеспечение информационной безопасности организационной банковской системы Российской Федерации. Общие положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cbr.ru/credit/gubzi_docs/st-10-14.pdf (дата обращения: 08.09.15).

УДК 004.056

Г.В. Тумуров, А.Н. Вознюк, А.П. Кшнянкин

Модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации при обработке информации с использованием технических средств и систем

Предложена модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации при обработке информации с использованием технических средств и систем. Обозначена проблематика существующей методики решения задачи информационной безопасности на реальных объектах. Предложенная модель является системной и имеет как учебное, так и практическое значение при решении задач разработки систем защиты информации на предприятии.

Ключевые слова: подсистема технической защиты информации, модель угроз, объект информатизации, обработка информации с использованием технических средств и систем.

Подсистема технической защиты информации (ПТЗИ) является важнейшей составляющей системы защиты информации (ЗИ) объектов информатизации (ОИ) на предприятии. ПТЗИ ОИ нуждается в актуализации в соответствии с реальными условиями эксплуатации объекта защиты и возможна только на основе разработки модели угроз безопасности информации подсистемы. Известные модели ПТЗИ ОИ при обработке информации с использованием технических средств и систем в недостаточной мере формируют системное представление о составе и содержании модели угроз безопасности информации ПТЗИ ОИ на предприятии, что определяет необходимость её разработки.

Модель угроз безопасности информации определяется как физическое, математическое, описательное представление свойств или характеристик угроз безопасности информации [1].

Угроза безопасности информации организации - совокупность факторов и условий, создающих опасность нарушения информационной безопасности организации, вызывающую или способную вызвать негативные последствия (ущерб/вред) для организации [2].

Изложенное в соответствии с ранее разработанным подходом [3] даёт основания представить структуру модели угроз в виде табл. 1.

Таблица 1

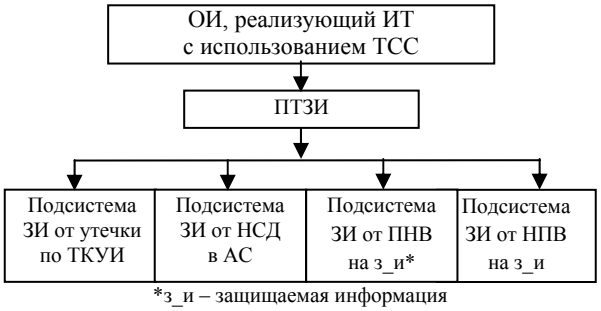
Структура модели угроз

Угроза	Фактор	Условие
…	…	…

В качестве основы разработки содержательной составляющей модели угроз представляется целесообразным использовать ранее предложенную модель ПТЗИ ОИ, реализующих информационные технологии с использованием технических средств и систем [5].

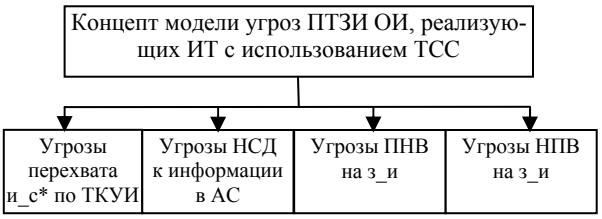
Это позволяет представить концепт модели угроз ПТЗИ ОИ при обработке информации с использованием технических средств и систем (концепт ПТЗИ ОИ ТСС) на рис. 2.

На основе детального анализа концепта ПТЗИ ОИ ТСС модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации при обработке информации с использованием технических средств и систем обоснованно представлена в табл. 2.



*з_и – защищаемая информация

Рис. 1. Модель ПТЗИ ОИ, реализующих ИТ с использованием ТСС



*и_с – информативный сигнал

Рис. 2. Концепт модели угроз ПТЗИ ОИ ТСС

Для уточнения разрабатываемой модели угроз на предприятии представляется целесообразным также использовать Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России [6].

Заключение

1. Разработанная модель угроз безопасности информации ПТЗИ ОИ решает поставленную в исследовании задачу, является универсальной и позволяет системно решать задачи технической защиты информации.

2. Угрозы безопасности информации на предприятии актуальны только по совокупности соответствующих факторов и условий. При этом отсутствие либо несоответствие любого из составляющих предопределяет угрозу несостоятельной.

3. Модель даёт чёткое представление о составе и содержании модели угроз безопасности информа-

ции ПТЗИ ОИ при обработке информации с использованием ТСС на предприятии.

4. Модель угроз безопасности информации применима в задачах разработки ПТЗИ всех типов ОИ при обработке информации с использованием ТСС и будет способствовать повышению эффективности информационной безопасности объекта защиты.

5. Модель угроз безопасности информации имеет практическое значение, так как была апробирована в учебном процессе и при выполнении выпускных квалификационных работ по информационной безопасности студентов ТУСУРа, а также может быть использована в задачах разработки ПТЗИ на предприятии.

Таблица 2

Модель угроз ПТЗИ ОИ при обработке информации с использованием ТСС

Угроза	Фактор	Условие
1. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИ от ОТСС	ПЭМИ от ОТСС ОИ	Опасная зона $R_2 > R_{\text{кз.min}}$
2. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИН на провода и линии от ОТСС, выходящие за пределы КЗ	ПЭМИН от ОТСС на провода и линии, отходящие от ОТСС ОИ	Провода и линии, отходящие от ОТСС, имеют выход за пределы КЗ
3. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИН на провода и линии от ВТСС, выходящие за пределы КЗ	ПЭМИН от ОТСС на провода и линии, отходящие от ВТСС ОИ	Провода и линии, отходящие от ВТСС, имеют выход за пределы КЗ
4. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИН на линии электропитания и заземления, выходящие за пределы КЗ	ПЭМИН от ОТСС ОИ на линии электропитания и заземления	Линии электропитания и заземления ТСС ОИ имеют выход за пределы КЗ
5. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИН на посторонние проводники, выходящие за пределы КЗ	ПЭМИН от ОТСС ОИ на посторонние проводники	Посторонние проводники ОИ имеют выход за пределы КЗ
6.Угроза перехвата и_с по параметрическому ТКУИ	Процесс обработки защищаемой информации с использованием ОТСС ОИ	Наличие вероятных мест размещения аппаратуры перехвата информативного сигнала. Наличие элементов ОТСС, параметры которых изменяются в процессе обработки информации
7. Угроза перехвата и_с по каналу ПЭМИН с использованием закладок	ПЭМИН от ОТСС ОИ на закладные устройства	Наличие возможно внедренных на ОИ закладных устройств
8. Угроза перехвата информации по видовым ТКУИ	Процесс обработки защищаемой информации с использованием ОТСС ОИ	Преднамеренное или ошибочное расположение средств отображения информации относительно направлений и мест возможного расположения средств, систем и аппаратуры перехвата информации
9. Угроза НСД к ресурсам АС с нарушением прав доступа к защищаемой информации	Процесс обработки защищаемой информации в АС ОИ	Не реализована подсистема управления доступом
10. Угроза НСД к ресурсам АС с нарушением прав регистрации и учета		Не реализована подсистема регистрации и учёта
11. Угроза компрометации криптографической защиты информации в АС	Шифрование защищаемой информации, обрабатываемой в АС ОИ	Не реализована подсистема криптографической защиты информации
12. Угроза нарушения целостности информации	Процесс обработки защищаемой информации в АС ОИ	Не реализована подсистема обеспечения целостности информации
13. Угроза несанкционированного воздействия (НСВ) на защищаемые информационные системы с использованием программно-технических средств	Процесс обработки информации на ОТСС ОИ	Не реализована система защиты от программно-технических воздействий
14. Угроза НСВ на защищаемые информационные системы с использованием э/м воздействий или воздействий иной физической природы		Не реализована система защиты от э/м воздействий или воздействий иной физической природы
15. Угроза сбоя технических и программных средств информационной системы		Не реализованы системы тестирования технических и программных средств, бесперебойного питания ТСС и резервного копирования з_и

Литература

1. ГОСТ Р 50922–2006 «Защита информации. Основные термины и определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://protect.gost.ru/default.aspx, (дата обращения 15.09.16).

2. ГОСТ Р 53114–2008 «Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://protect.gost.ru/default.aspx, (дата обращения: 15.09.15).

3. Козлов С.В., Загородников А.А., Вознюк А.Н. и др. Модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации, предназначенных для ведения конфиденциальных переговоров // Матер. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», 25–27 ноября 2015 г. – Ч. 2. – С. 136–139.

4. ГОСТ Р 51275–2006 «Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://protect.gost.ru/default.aspx, (дата обращения: 19.09.16).

5. Загородников А.А., Козлов С.В. Модель подсистемы технической защиты информации объекта информатизации // Всерос. науч.-техн. конф. «Научная сессия ТУСУР–2015» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/events/session/2015-4.pdf (дата обращения: 19.09.16).

6. Банк данных угроз безопасности информации. ФСТЭК России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bdu.fstec.ru/threat, (дата обращения: 19.09.16).

УДК 004.056

Я.В. Юракова, И.С. Слонкина

Определение актуальных угроз безопасности информации в информационных системах, используя Банк данных угроз (bdu.fstec.ru)

Описан метод построения прямых связей между уязвимостями и угрозами безопасности информации в конкретных информационных системах без применения средств автоматизации. Задача установления прямых связей между угрозами и уязвимостями является крайне трудоемкой. В качестве основного источника сведений об угрозах и уязвимостях в информационных системах использован Банк данных угроз безопасности информации, разработанный Федеральной службой по техническому и экспортному контролю.

Ключевые слова: актуальная угроза, информационная система, информационная безопасность, банк данных угроз безопасности информации, угроза, уязвимость, защита информации, безопасность информации, ФСТЭК.

На фоне кризиса и повсеместного уменьшения издержек на предприятиях грамотно выстроенная система защиты информации, в которой соблюдено правило – стоимость защиты информации не должна превышать «стоимость» самой информации – очень важна и ценна. Для того чтобы верно построить систему защиты информации, необходимо правильно определить угрозы и уязвимости информационной системы (далее – ИС), исключение составляют государственные информационные системы (далее – ГИС). В статье Е.С. Евстратенко, В.В. Селифанова, У.В. Таратыновой «Построение системы защиты информации государственной информационной системы с учетом политик информационной безопасности, разработанных в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001» приведен пример определения актуальных угроз для ГИС, а также указаны стандарты и документы, на основании которых можно сделать вывод об актуальности (или неактуальности) угрозы для конкретной ГИС [1].

Построение системы защиты информации государственной системы с учетом управления рисками информационной безопасности подробно описаны в одноименной статье В.В. Селифанова, Е.С. Евстратенко, У.В. Таратыновой [7].

В настоящее время, используя Банк данных угроз безопасности информации* и располагая сведениями об имеющихся уязвимостях в конкретной ИС, можно определить актуальные для нее угрозы, однако сделать это можно только вручную. Помимо этого, посредством Банка данных угроз можно получить все необходимые сведения об угрозах и уязвимостях.

В Банк данных угроз включается информация об уязвимостях и угрозах безопасности информации, полученная по результатам выявления и анализа:

– сведений, опубликованных в общедоступных источниках, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети Интернет;

– сведений, полученных по результатам работ, проводимых федеральными органами исполнительной власти в рамках своих полномочий (компетенций);

– сведений, поступивших из органов государственной власти, организаций и иных лиц, выполняющих работы по защите информации [2].

* Создан Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России). Цель: повысить уровень информированности заинтересованных лиц о существующих угрозах безопасности информации в информационных (автоматизированных) системах.

Целью данной работы является описание метода построения прямых связей между уязвимостями и угрозами безопасности информации в ИС. В качестве основного инструмента для данного метода будет использован Банк данных угроз безопасности информации. На данный момент в Банке данных угроз имеются сведения примерно о 200 угрозах и 14 000 уязвимостях. Соответственно можно сделать вывод, что задача по установлению прямых связей между уязвимостями и угрозами безопасности информации является крайне трудоемкой.

Вопрос определения актуальных угроз является насущным и поднимался многими авторами научных трудов. К примеру, А.П. Стефаров в своей статье «Об определении актуальных угроз для информационных систем персональных данных» в журнале «Решетневские чтения» предложил свой подход к определению актуальных угроз в ИС [5]. В соответствии с предложенным автором статьи подходом «...множество угроз, входящих в перечень, разбивается на подмножества в соответствии с уровнями воздействия нарушителей…». В результате применения его метода определяется уровень воздействия нарушителя и формируется подмножество угроз, которые могут быть реализованы на данном уровне.

При составлении модели угроз учитываются два параметра: модель нарушителя и имеющиеся уязвимости. На данный момент задача связи модели нарушителя и угрозы не является актуальной, так как в описании каждой угрозы в Банке данных угроз безопасности информации содержится информация о типе нарушителя и его потенциале. Метод, предложенный ниже, позволяет решить оставшуюся проблему (связать уязвимость и угрозу безопасности информации в конкретной ИС).

Для нахождения актуальных угроз в ИС необходимо для начала определить уязвимости. Это можно сделать двумя способами. *Первый способ* заключается в том, что оператор ИС вручную делает подробное описание ИС (определяет аппаратную платформу, программное обеспечение (далее – ПО), операционную систему). На основании этих данных, с помощью Банка данных угроз безопасности информации посредством системы фильтрации для каждой части ИС оператор (разработчиков, органов по сертификации и т.п.) ИС определяет уязвимости. Система фильтрации позволяет осуществлять поиск по 13 параметрам: контекстный поиск по названию уязвимости, производителю ПО, типу ПО, программное обеспечение, аппаратная платформа, версия ПО, статус уязвимости и в качестве дополнительных параметров: диапазон дат выявления уязвимостей, класс уязвимости, уровень опасности, идентификатор типа ошибки, операционная система и другие системы идентификации.

Второй способ состоит в использовании дополнительного программного обеспечения, а именно сканеров безопасности, например: «XSpider[†]», «MaxPatrol[‡]» и т.п. Сканеры безопасности определяют актуальные уязвимости и предлагают пути их устранения.

После того как уязвимости системы определены, можно приступать к определению актуальных угроз для рассматриваемой информационной системы.

Для поиска угрозы по известной уязвимости необходимо реализовать поиск по «тегам[§]» (или ключевым словам). Данный метод позволяет существенно уменьшить количество возможных угроз. Пример реализации метода представлен ниже.

В качестве рассматриваемой уязвимости была выбрана «уязвимость браузера «Internet Explorer», позволяющая нарушителю вызвать отказ в обслуживании или выполнить произвольный код». Подробные сведения об уязвимости приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сведения о выбранной уязвимости

Параметр	Значение параметра для уязвимости
Вендор	Microsoft Corp.
Наименование ПО	Internet Explorer
Версия ПО	11
Тип ПО	Прикладное ПО информационных систем
Тип ошибки	Выход операции за границы буфера в память
Уровень опасности уязвимости	Высокий уровень опасности (базовая оценка CVSS[**] составляет 9,3)
Статус уязвимости	Подтверждена производителем
Дата выявления	16.06.2016

Для определения угрозы необходимо выбрать ключевые слова, характеризующие уязвимость. В рассматриваемом примере: *отказ в обслуживании, буфер, выход*. Далее через контекстный поиск по названию угрозы задаем выбранные теги.

Выбор актуальных угроз осуществляется вручную. Эксперт (оператор, заказчик ИС и т.д.) оценивает результаты фильтрации и отбирает те угрозы, которые непосредственно связаны с уязвимостью. В табл. 2 приведены результаты фильтрации угроз по тегам. Проанализировав найденные угрозы, был сделан вывод о том, что реально взаимосвязаны с уязвимостью только две из четырех, а именно: *угроза приведения системы в состояние «отказ в об-*

[†] Сканер безопасности, основной задачей которого является: обнаружение уязвимостей в сетевых ресурсах до того, как это будет сделано злоумышленниками, а также предоставление четких и понятных рекомендаций по устранению обнаруженных уязвимостей [4].

[‡] Система контроля защищенности и соответствия стандартам. Механизмы тестирования на проникновение, системных проверок и контроля соответствия стандартам в сочетании с поддержкой анализа различных операционных систем, СУБД и web-приложений обеспечивают непрерывный мониторинг безопасности на всех уровнях ИС [4].

[§] Тег – короткая строка, состоящая из буквенно-цифровой информации, используемая в качестве идентификатора команды [3].

[**] Общая система оценки уязвимостей (CVSS) – это открытая схема, которая позволяет обмениваться информацией об IT-уязвимостях. Система оценки CVSS состоит из 3 метрик: базовая метрика, временная метрика и контекстная метрика [6].

служивании» и *угроза несанкционированного управления буфером*.

Таблица 2

Результаты фильтрации угроз

Тег для поиска	Возможные угрозы	Описание угрозы
Отказ в обслуживании	Угроза приведения системы в состояние «отказ в обслуживании»	Угроза заключается в возможности отказа дискредитированной системой в доступе легальным пользователям при лавинообразном увеличении числа сетевых соединений с данной системой
	Угроза распространения состояния «отказ в обслуживании» в облачной инфраструктуре	Угроза заключается в возможности распространения негативных последствий от реализации угроз на физическом или виртуальном уровне облачной инфраструктуры на уровни управления и оркестровки, а также на все информационные системы, развёрнутые на базе дискредитированной облачной инфраструктуры
Буфер	Угроза несанкционированного управления буфером	Угроза заключается в возможности осуществления нарушителем несанкционированного доступа к данным, содержащимся в буфере обмена, в интересах ознакомления с хранящейся там информацией или осуществления деструктивного программного воздействия на систему (например, переполнение буфера для выполнения произвольного вредоносного кода)
Выход	Угроза выхода процесса за пределы виртуальной машины	Угроза заключается в возможности запуска вредоносной программой собственного гипервизора, функционирующего по уровню логического взаимодействия ниже компрометируемого гипервизора

Таким образом, эксперт рассматривает только 4 угрозы из 200, что заметно сокращает нагрузку на эксперта и время нахождения актуальных угроз для конкретной ИС.

Литература

1. Евстратенко Е.С., Селифанов В.В., Таратынова У.В. Построение системы защиты информации государственной информационной системы с учетом политик информационной безопасности, разработанных в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001» // Научные исследования: от теории к практике. – 2016. – № 1 (7).

2. Информационное сообщение от 06 марта 2015 г. № 240/22/879 «О Банке данных угроз безопасности информации» [Электронный ресурс]. – URL: http://fstec.ru/normotvorcheskaya/informatsionnye-i-analiticheskie-materialy/956-informatsionnoe-soobshchenie-fstek-rossii-ot-6-marta-2015-g-240-22-879 (дата обращения: 28.06.2016 г.).

3. Руководящий документ, разработанный Ассоциацией документальной электросвязи от 26 июня 2000 г. РД 45.134–2000 «Средства технические телематических служб. Общие технические требования» [Электронный ресурс]. – URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=454058 (дата обращения: 09.07.2016 г.).

4. Электронный сайт компании «Positive Technologies» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ptsecurity.ru/products/ (дата обращения: 05.07.2016 г.)

5. Стефаров А.П. Об определении актуальных угроз для информационных систем персональных данных // Решетневские чтения. – 2013. – № 17. – С. 319–321.

6. Электронный сайт «SecurityLab»: перевод стандарта «Полное руководство по общему стандарту оценки уязвимостей версии 2, ч. первая. Группы метрик» от 29 июня 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.se-curitylab.ru/analytics/355336.php (дата обращения: 04.07.2016 г.)

7. Селифанов В.В., Евстратенко Е.С., Таратынова У.В. Построение системы защиты информации государственной системы с учетом управления рисками информационной безопасности // Научные исследования: от теории к практике. – 2016. – № 1. – 154 с.

Секция 15

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Председатель секции – **Сенченко Павел Васильевич**, к.т.н., доцент, доцент каф. АОИ*

УДК 519.863

И.В. Манягина

Применение экономико-математического моделирования для оптимизации затрат на сырье в производственной сфере

С помощью методов экономико-математического моделирования создана модель оптимального распределения заказов сырья между поставщиками. Решение задачи оптимизации найдено при помощи использования пакета MS Excel. При этом достигнуто сокращение затрат предприятия в пределах 6,7–11,8%.
Ключевые слова: затраты, оптимизация, математическое моделирование, модель, целевая функция, ограничения, поиск решений.

Проблема оптимизации затрат на закупку сырья актуальна для предприятий различной направленности и отрасли. В первую очередь это связано с тем, что расходы на приобретение необходимого сырья для производства составляют более половины совокупных затрат компании.

Неэффективная организация управления закупками увеличивает риск потери клиентов. Зачастую на складах предприятий хранится избыточное количество товара, обусловленное желанием иметь страховой запас, который обычно аналитически не высчитывается. При этом когда требуется конкретная номенклатурная единица, она может отсутствовать в необходимом количестве. Вследствие этого возникают перебои в обеспечении производства, выполнении договорных обязательств по поставкам готовой продукции, а предприятие вынуждено закупать необходимое сырье по завышенным ценам.

Так целью данной работы является оптимизация затрат на закупку сырья на предприятии ООО «Пекарня Житница».

Для достижения поставленной цели, необходимо разработать математическую модель, решение которой при помощи средств MS Excel, позволит распределить заказы сырья между контрагентами с учетом возможностей получения скидок, имея при этом минимальные общие затраты.

Математическая модель представляет собой систему математических и логических соотношений, описывающих структуру и функции реальной системы. Большинство экономико-математических моделей включает в себя систему уравнений и неравенств, состоящих из набора переменных и параметров. Математические зависимости устанавливают зависимость между известными и искомыми величинами [1].

Примером математической модели может служить линейная зависимость

$$f(X) = \sum_{i=1}^{n} c_j x_j ,$$

где c_j – параметр; x_j – переменная; $f(x)$ – искомая величина [2].

Имеется информация от нескольких поставщиков о ценах на сырье и применяемых системах скидок с цены (рассматриваются разовые скидки с цены в зависимости от объема поставляемой продукции). Требуется наилучшим образом распределить заказы сырья между представленными поставщиками. Поставщики, а также их цены и условия предоставления скидок представлены в табл. 1.

Используя данные, указанные выше, необходимо создать математическую модель задачи для последующего компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование представляет собой использование программного обеспечения для построения математической модели исследуемого объекта.

Удобным инструментом решения подобных задач является табличный процессор MS Excel. Для моделирования задач по оптимизации используется надстройка «Поиск решений», которая позволяет находить решение, изменяя ячейки с переменными.

В общем виде задача распределения заказа поставщикам на ассортимент сырья с учетом стимулирования заказчика может быть сформулирована следующим образом.

Необходимо определить двоичную матрицу, которая будет решением данной задачи:

$$Z = (z_{ij}),$$

где z_{ij} – i-й товар, покупаемый у j-го поставщика.

Целевая функция характеризует минимизацию общих затрат на приобретение сырья:

$$F(z) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} * (1 - \lambda_j) * z_{ij} \to \min,$$

где c_{ij} – базовая цена товара i у j-го поставщика.

Таблица 1

Цены и условия скидок

Номенклатура	Вес, кг	Поставщик 1	Поставщик 2	Поставщик 3	Поставщик 4
Мука 1-й сорт	25	445	477,5	470	493,5
Мука 2-й сорт	25	437	462,5	457,5	480,5
Отруби	25	232,5	255,0	312,5	158
Мука ржаная	45	616,9	605,2	594	625
Сода	0,5	0	8,6	9	0
Соль	50	0	565	635	675
Яйцо, дес.	0,5	0	0	23	22
Сметана	1	0	0	0	200
Солод	10	0	450	465	485
Мед	1	0	0	0	165
Сахар	25	1 250	1 237	1 265	0
Кориандр	25	1 625	1 450	2 070	0
Подсолн. ядро	25	1 550	2 100	1 232	0
Курага	10	3 550	3 650	3 450	0
Имбирь	25	5 500	6 000	5 137	0
Изюм	10	1 700	1 660	1 980	0
Тыква, семена	35	16 625	15 750	17 150	0
Грецкий орех	10	7 200	7 800	6 750	0
Кунжут	25	4 000	4 350	3 975	0
Мак	35	4 725	7 875	8 715	0
Семя льна	30	3 300	2 970	2 790	0
Геркулес	35	830,9	868	910	0
Чеснок	5	0	0	0	100
Морковь	10	0,00	0,00	0,00	450
Масло сливоч.	1	0,00	0,00	0,00	170
Масло подсол.	1	0,00	93,20	86,00	98,5
Скидка, %		5	5	10	15
Мин. сумма, руб.		35 000	55 000	50 000	45 000

Помимо целевой функции, необходимо определить ограничения.

Каждый поставщик практикует разовые скидки с цены в зависимости от объема покупки, которые можно представить в виде

$$\sum_{j} c_{ij} * x_j \geq P_j,$$

где $\sum c_{ij} * x_j$ – сумма покупки некоторого количества товаров у j-го поставщика; P_j – соответствующие каждой скидке объемы закупки.

Также необходимо учесть, что объемы закупки сырья должны удовлетворять требуемому количеству:

$$\sum_{j} z_i = a_i,$$

где a_i – требуемое количество товара i.

Составим математическую модель решения применительно к данной задаче.

Целевая функция имеет вид

$$F(x) = (\sum_{i=1}^{n} a_{i1} * \sum_{i=1}^{n} x_{i1} * (100-5)) + (\sum_{i=1}^{n} a_{i2} * \sum_{i=1}^{n} x_{i2} * (100-5)) +$$

$$+ (\sum_{i=1}^{n} a_{i3} * \sum_{i=1}^{n} x_{i3} * (100-10)) + (\sum_{i=1}^{n} a_{i4} * \sum_{i=1}^{n} x_{i4} * (100-15)) \to \min.$$

Ограничения по минимальному объему заказа, обеспечивающему наличие скидок с цены:

$$\begin{cases} c_{i1} * x_{i1} \geq 35000, \\ c_{i2} * x_{i2} \geq 50000, \\ c_{i3} * x_{i3} \geq 55000, \\ c_{i4} * x_{i4} \geq 45000. \end{cases}$$

Ограничения, характеризующие поставки сырья в требуемом количестве:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} x_{1j} = 33, \\ \sum_{i=1}^{n} x_{2j} = 42, \\ \sum_{i=1}^{n} x_{3j} = 5, \\ \ldots \\ \sum_{i=1}^{n} x_{26j} = 128. \end{cases}$$

Решение поставленной задачи найдено с использованием пакета MS Excel надстройки «Поиск решения». Во вкладке «Данные» выбираем пункт «Поиск решения» (для MS Excel 2013 г.). В открывшемся окне выбираем поле «Оптимизировать целевую функцию» и выбираем ячейку, в которой находится целевая функция. Устанавливаем оптимизацию целевой ячейки до минимального значения. В поле «Изменяя ячейки переменных» выбираем диапазон ячеек, которые станут решением исходной задачи – z_{ij}. В разделе «В соответствии с ограничениями нажимаем кнопку «Добавить» и выбираем ячейки с созданными ограничениями. После того как были установлены все параметры, нажимаем кнопку «Найти решение» [3].

В результате решения итоговая таблица распределения заказов принимает вид табл. 2.

В ячейке целевой функции определена сумма общих затрат на поставки, которая составит 321 965 руб. При этом затраты на закупку сырья на данные виды продукции в период с 01.01 по 31.05.2016, по данным пекарни, варьируются в пределах 345 000–365 390 руб.

Таким образом, разработанная модель распределения заказов между поставщиками позволяет определить, у каких компаний и в каком количестве наиболее выгодно заказать необходимое сырье. Сокращение затрат при этом составляет 6,7–1,8%.

Таблица 2

Распределение заказов

Номенклатура	Потребность в мес., уп.	Поставщик 1	Поставщик 2	Поставщик 3	Поставщик 4
Мука 1-й сорт	33	33	0	0	0
Мука 2-й сорт	42	19	0	0	23
Отруби	5	0	0	0	5
Мука ржаная	20	0	0	0	20
Сода	10	0	0	10	0
Соль	2	0	2	0	0
Яйцо, дес.	95	0	0	0	95
Сметана	29	0	0	0	29
Солод	2	0	0	0	2
Мед	64	0	0	0	64
Сахар	14	0	0	14	0
Кориандр молотый	1	0	1	0	0
Подсолн. ядро	1	0	0	1	0
Курага	6	0	0	6	0
Имбирь молотый	1	0	0	1	0
Изюм	12	0	12	0	0
Тыква, семена	6	0	6	0	0
Грецкий орех	8	0	0	8	0
Кунжут	1	0	0	1	0
Мак	1	1	0	0	0
Семя льна	1	0	0	1	0
Геркулес	9	9	0	0	0
Чеснок	16	0	0	0	16
Морковь	8	0	0	0	8
Масло сливоч.	213	0	0	0	213
Масло подсолн.	128	0	0	128	0

Целью любого функционирующего производственного предприятия является получение прибыли. При этом стремление к сокращению затрат является необходимым и обязательным условием достижения данной цели. Затраты предприятия складываются из множества составляющих и статей расходов, однако не оставляет сомнений то, что приобретение сырья составляет львиную долю среди них.

Именно поэтому значимость эффективного планирования и организации закупочной деятельности трудно переоценить. Мероприятия по совершенствованию данного направления позволяют не только сократить затраты, но и обеспечить бесперебойное функционирование производства, укрепляя при этом уверенность предприятия в выполнении договорных обязательств перед покупателями и партнерами.

Применение математических методов в практике решения данных задач повышает качество управленческих решений, расширяет возможности анализа [4].

Литература

1. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 432 с.

2. Семиглазов В.А., Морозов Р.В., Семиглазов А.М. Оптимизация управленческих решений в стратегии освоения новых рынков // Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании: сб. ст. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2003. – С. 158–162.

3. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А. Сборник задач по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений»: учеб. пособие. – Томск: Каф. ТУ ТУСУРа, 2012. – 53 с.

4. Орлова Т.Т. Оптимизация производственных и социально-экономических процессов. – Иркутск: ИрГУПС, 2009. – 156 с.

УДК 622.24.08

А.Х. Аглиуллин, Э.Ф. Каюмов

Графический метод поддержки принятия решений в процессе строительства и освоения скважин

Описаны метод наглядного представления технологических процессов бурения скважин и вспомогательных процессов, связанных с бурением, а также метод оценки их эффективности с использованием IDEF-диаграмм. Методология IDEF3 позволяет не только отображать технологическую схему на иерархических диаграммах, но и проводить ее анализ и оптимизацию.

Ключевые слова: оценка эффективности, IDEF3-диаграмма, графическая модель, технология бурения, оценка качества.

Задача разработки достаточно простых и объективных методов поддержки принятия решений в процессах бурения и освоения скважин является достаточно актуальной, но она осложняется отсутствием общепринятого взгляда на понятие эффективности данного процесса. Например, если сравнивать несколько технологий бурения, то при сравнении их эффективности нужно иметь в виду, что сопоставляется, поскольку в бурении есть множество доступных для сопоставления и противопоставляемых друг другу технологий. Эти технологии далее будем называть объектами эффективности. К объектам эффективности можно отнести не только технологии, но и изделия и их совокупности. Например, можно сравнивать между собой компоновки технологического оборудования на предмет определения

наиболее подходящей для конкретного случая. Любой другой компонент бурения: технический, технологический, инфраструктурный – может быть также рассмотрен как объект эффективности.

Компоновку бурового оборудования можно оценить по нескольким параметрам: производительности, надежности, эргономичности, дизайну, габаритным размерам, удобству обслуживания, ремонтопригодности, стоимости изготовления и т.д. Весь этот перечень можно отнести к элементам эффективности. Для каждого из них существует своя шкала эффективности. Например, можно установить уровень значимости для каждого элемента и на этом основании определить частный комплексный критерий эффективности. Таким образом, под критерием эффективности подразумевается некоторый параметр (фактор) эффективности, влияющий на общую оценку эксплуатационных качеств объекта эффективности в целом.

При многокритериальной оценке качества бурения в работе в целях наиболее наглядного представления результатов и удобства сравнения вариантов предлагается использовать относительные оценки, например выраженные в процентах. При этом следует учитывать направления шкал полезности для используемых критериев при оценке.

В качестве примера рассматривается точность попадания забоя в заданную область как один из наиболее важных показателей. При этом за направление шкалы полезности принимается направление увеличения, т.е. оценка 100% соответствует максимальной точности.

Оценивать точность попадания забоя в заданную область можно по «сферической модели» (рис. 1), где центр сфер и есть центр проектной (заданной) области. Радиус малой сферы r, внутрь которой или на ее границу должен попасть забой скважины, будет соответствовать оценке $C = 100$. Радиус большой сферы R, отклонение до границы которой еще допустимо, соответствует оценке $C = 0$. Все промежуточные значения радиусов ρ в интервале

$$r < \rho < R$$

определяются по формуле

$$C_\rho = \frac{R-\rho}{R-r}100\% .$$

Аналогичным образом предлагается оценивать угол встречи забоя скважины с пластом по «модели конусов», где ось конусов есть проектное направление ствола скважины (рис. 2). Угол γ_1 между осью и образующей малого конуса, внутри которого или по его границе должна располагаться «линия» встречи скважины с пластом, будет соответствовать оценке $C = 100$. Угол γ_2 между осью и образующей большого конуса, попадание на границу которого является еще допустимым, соответствует $C = 0$. Все промежуточные значения углов γ в интервале

$$\gamma_1 < \gamma < \gamma_2$$

оцениваются от 0 до 100 по аналогичной формуле:

$$C_\gamma = \frac{\gamma_2-\gamma}{\gamma_2-\gamma_1}100\% .$$

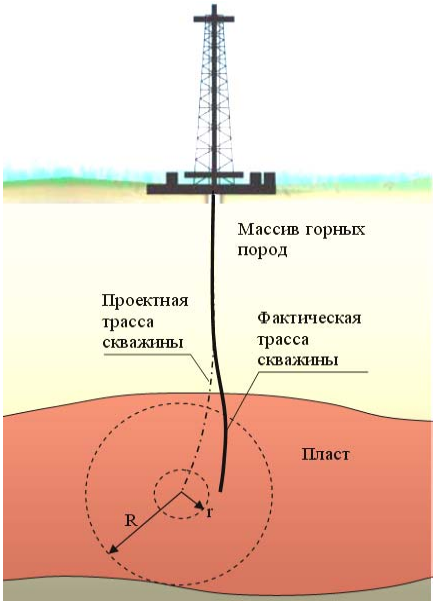


Рис. 1. Оценка точности попадания забоя

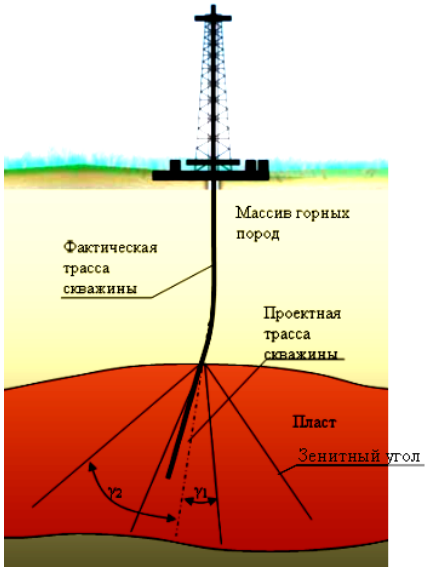


Рис. 2. Оценка угла встречи забоя с пластом

Степень соответствия фактической трассы скважины проектной предлагается оценивать следующим образом. На горизонтальном (или наклонном) участке скважины, расположенном вдоль продуктивной части пласта, выделяется ряд сечений. Число сечений определяется в первую очередь технологическими требованиями и протяженностью горизонтальной или наклонной части скважины. Оно также зависит от числа проводимых измерений пространственного положения забоя и характера трассы скважины. Отклонение ствола скважины, рассматриваемого по выделенным сечениям, от проектной величины предлагается оценивать также по 100-балльной шкале, используя следующий подход.

Центр окружностей есть центр проектной (заданной) зоны проводки скважины. Радиус малой окружности r, отклонение до границы которой является «идеальным» уровнем, будет соответствовать

оценке C = 100. Радиус большой окружности (R), отклонение до границы которой еще допустимо, соответствует C = 0. Все промежуточные значения радиусов ρ оцениваются от 0 до 100 аналогично. Чем ближе уровень качества к 100, тем качество бурового процесса выше.

При оценке качества бурения для целей визуализации результатов анализа предлагается графический метод, который заключается в построении диаграммы нескольких критериев [1]. Диаграмма включает нескольких осей координат, в которых строится геометрическая фигура, соединяющая отложенные по осям значения оценок критериев (рис. 3).

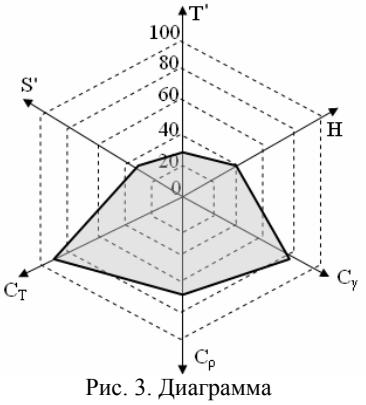


Рис. 3. Диаграмма

При построении диаграммы следует учитывать требование одинакового направления шкал полезности. Если какой-либо критерий имеет противоположное направление шкалы, то применяют инверсию шкалы по одной из формул:

$$C' = 1 / C \quad \text{или} \quad C' = 100 - C.$$

Например, время бурения скважины (участка скважины) T имеет направление шкалы полезности в сторону уменьшения (чем меньше, тем лучше), тогда переходят к инверсии

$$T' = 100 - T,$$

где T – время в процентах от общего времени бурения всей скважины.

На рис. 3 обозначены координаты: T' – время бурения участка скважины (инвертированная шкала); H – пробуренный метраж (в процентах к общей проходке); C_ρ – точность попадания забоя в заданную область; C_γ – угол встречи забоя скважины с пластом, $C_т$ – степень соответствия фактической трассы скважины проектной; S' – относительная стоимость одного метра проходки (инвертированная шкала).

При выбранном направлении шкал полезности размер фигуры соответствует общей оценке качества процесса бурения (чем больше площадь фигуры, тем выше качество).

Данный метод оценки позволяет не только оценить эффективность бурения, но и сравнить результаты на разных кустах, выявить причину различий путем проведения более детального анализа. Также данный метод позволяет проводить сравнительный анализ показателей бурения для долот различных конструкций.

С практической точки зрения графический метод оценки эффективности работы компоновок при направленном бурении может быть использован как инструмент анализа показателей при апробации новых конструкций технологического оборудования (например, долот или компоновок) как на уже известных месторождениях, так и на новых объектах.

Кроме того, с точки зрения подрядчика, принимающего участие в проекте на конкретном месторождении, информация в виде графических иллюстраций позволяет четко и обоснованно представить свои выводы заказчику, что в свою очередь обеспечивает режим диалога при последующем, более детальном анализе результатов и поиске оптимального решения.

Для поставленной задачи разработки метода поддержки принятия решений наиболее удобной и наглядной является методология построения функциональных моделей технологических процессов IDEF3.

IDEF3 является стандартом документирования технологических процессов, происходящих на предприятии, и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования их сценариев [2].

Исполнение каждого сценария сопровождается соответствующим документооборотом, который состоит из двух основных потоков: документов, определяющих структуру и последовательность процесса (технологических указаний, описаний стандартов и т.д.), и документов, отображающих ход его выполнения (результатов тестов и экспертиз, отчетов о браке и т.д.). Для эффективного управления любым процессом необходимо иметь детальное представление об его сценарии и структуре сопутствующего документооборота. Средства документирования и моделирования IDEF3 позволяют выполнять следующие задачи:

1. Документировать имеющиеся данные о технологии процесса, выявленные, скажем, в процессе опроса компетентных сотрудников, ответственных за организацию рассматриваемого процесса.

2. Определять и анализировать точки влияния потоков сопутствующего документооборота на сценарий технологических процессов.

3. Определять ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса, например изменение конструктивных, технологических или эксплуатационных свойств конечного продукта.

4. Содействовать принятию оптимальных решений при реорганизации технологических процессов.

5. Разрабатывать имитационные модели технологических процессов, по принципу «КАК БУДЕТ, ЕСЛИ...».

С помощью IDEF-диаграмм имеется возможность не только описать существующую или проектируемую технологическую схему, но и провести ее анализ на предмет адекватности применяемой технологии и оптимизации структуры [3].

На рис. 4 в качестве примера приведена IDEF-диаграмма процесса строительства скважины, на рис. 5 – обследования технического состояния превентора. Диаграммы «Обследование технического состояния превентора» разработаны на основании документа «Методические указания по обследованию технического состояния превенторов типа ППТК 125×21, ППШ 62×21, ППМ 125×2, «Гриффит» с целью определения возможностей их дальнейшей эксплуатации (1503-2003 МУ)». С помощью диаграмм проведен анализ данного документа. Выявлено, например, что не определены последовательность и состав операций по визуально-оптическому контролю. На диаграмме 16.1 (рис. 6) четко обозначено, что все операции могут проводиться независимо друг от друга и параллельно, но все они должны быть выполнены. Для этого на диаграмме используются перекрестки типа «асинхронный И».

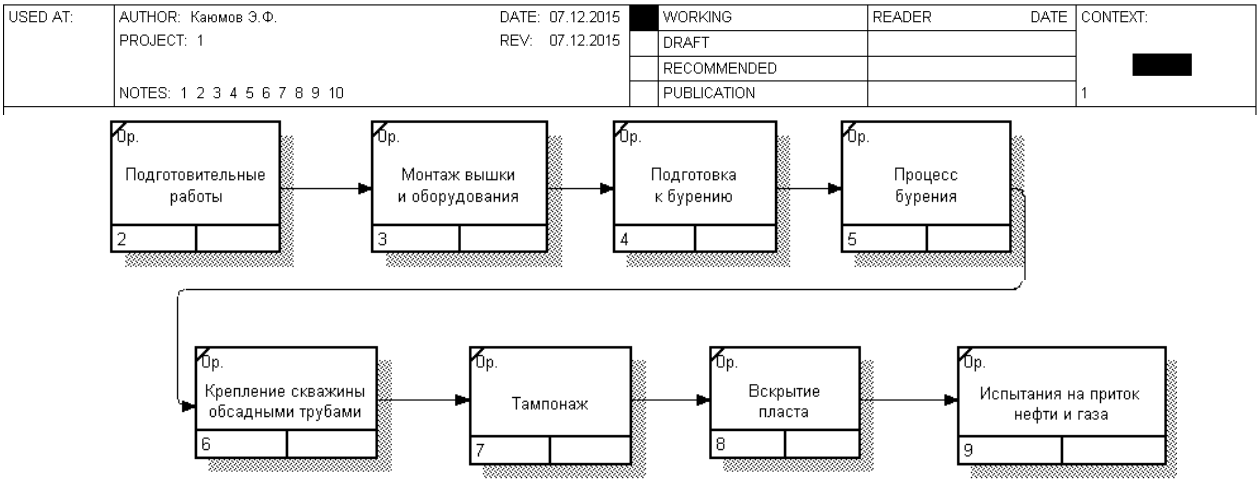


Рис. 4. Процесс строительства скважин

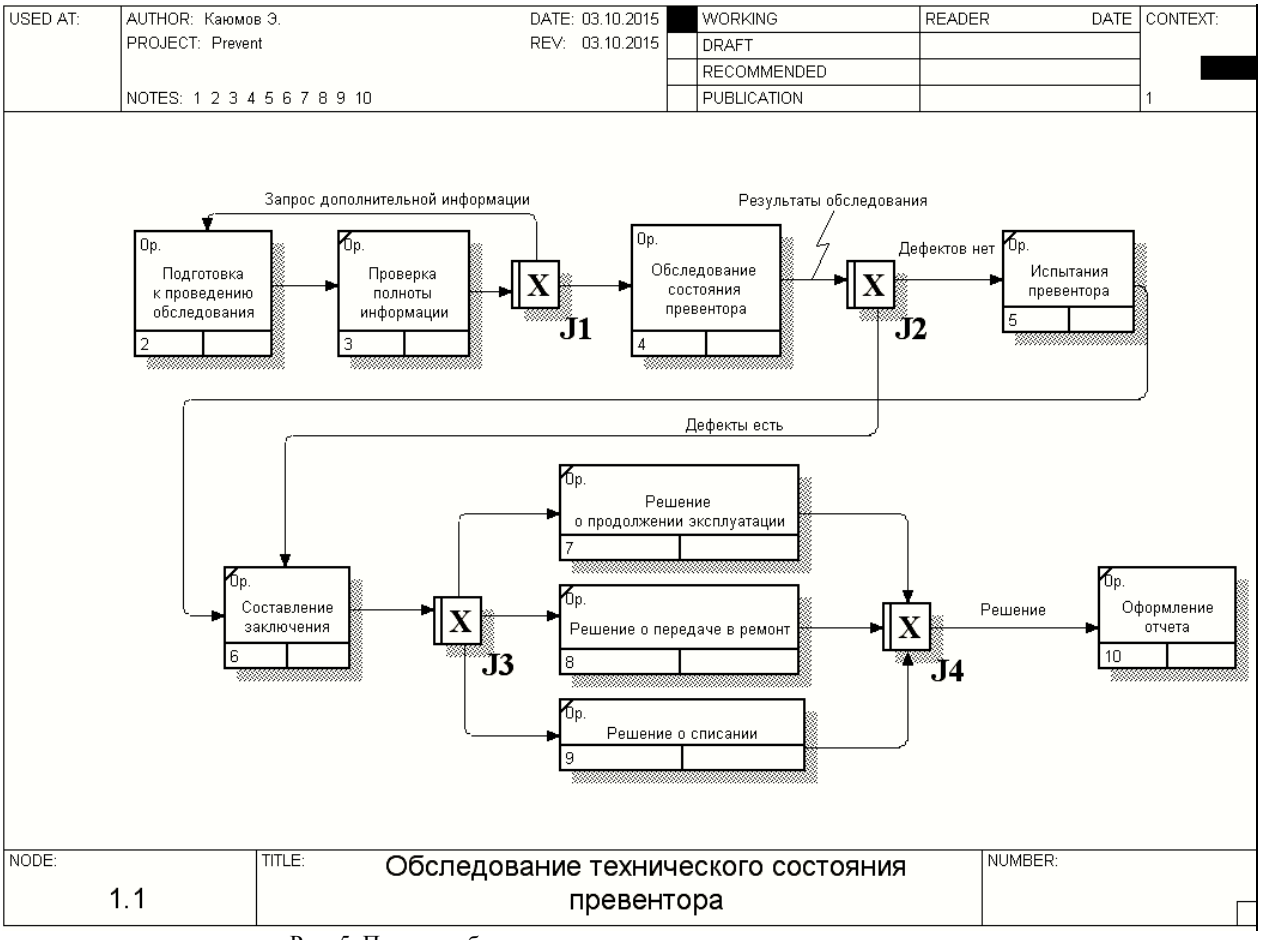


Рис. 5. Процесс обследования технического состояния превентора

Рис. 6. Процесс обследования технического состояния превентора

Разработанные диаграммы позволяют наглядно представить ход технологического процесса, что позволяет повысить качество принимаемых решений и адекватность представления особенностей технологического процесса. С помощью диаграмм можно произвести анализ существующей или проектируемой технологической схемы с целью ее оптимизации.

Литература

1. Каюмов Э.Ф. Графический метод оценки качества бурения скважин // УКАНГ. – №1. – 2016. – С. 56–60.

2. Веревкин А.П., Кирюшин О.В. Теория систем: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – 100 с.

3. Веревкин А.П., Ельцов И.Д., Кирюшин О.В., Соловьев В.Я. О модернизации системы управления параллельно работающими сепараторами типа «Maloney» // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2004. – № 4. (ОАО «ВНИИОЭНГ»). – С. 51–54.

УДК 65.011.56

М.А. Казанцев, А.И. Легалов

Модель планирования на предприятии радиоэлектронной промышленности

Рассматриваются особенности математической модели, описывающей временной процесс изготовления изделия на основе сетевого графика.

Ключевые слова: автоматизация, планирование и диспетчеризация производства.

Современные радиоэлектронные комплексы состоят из большого числа деталей и сборочных единиц (ДСЕ), в их производстве также используется широкая номенклатура материалов, покупных комплектующих изделий (ПКИ) и инструментов. Для эффективности производственного процесса актуальна задача своевременного принятия решений по закупке материалов и ПКИ, складского учета и планирования производства. Количество наименований ДСЕ и ПКИ в изделии может достигать нескольких десятков тысяч, что значительно усложняет радиоэлектронное производство и требует особого подхода к его организации. Задачи оперативно-календарного планирования на таких производственных предприятиях ставятся как задачи обеспечения выпуска продукции в заданных объемах, в нужном ритме и высокого качества [1].

На АО «НПП «Радиосвязь» была разработана, внедрена и эффективно применяется автоматизированная система управления производством, в состав

которой входят системы управления складом, закупками, планирования и диспетчеризации производства и т.д. [2].

Для изготовления одного изделия требуется:

- осуществить закупку ПКИ и материалов;
- выполнить заготовительные, механообрабатывающие, механосборочные, сборочные и регулировочные операции;
- провести входной и текущий контроль материалов, ПКИ и ДСЕ; осуществить контроль блоков, приборов и комплексов в объеме предъявительских испытаний (ПРИ), приемосдаточных испытаний (ПСИ) и периодических испытаний (ПИ) в соответствии с сетевым графиком изготовления комплекса связи (рис. 1).

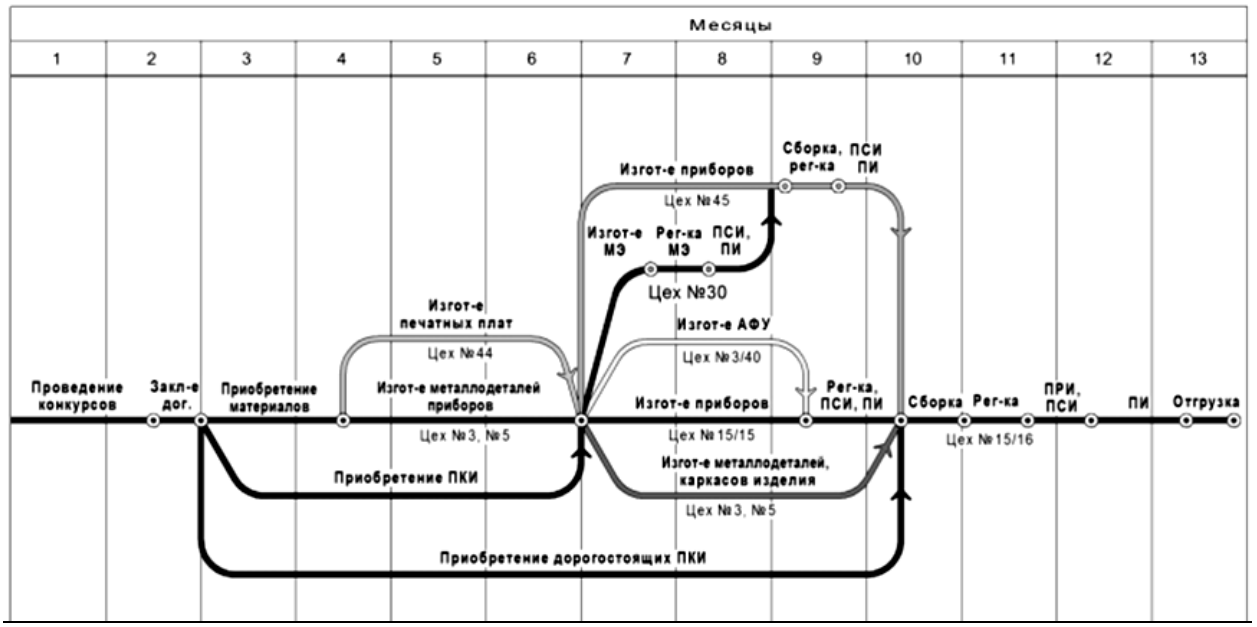


Рис. 1. Сетевой график изготовления типового комплекса связи

Количество и порядок испытаний регламентированы ГОСТ РВ 15.307–2002.

Для описания процесса изготовления ДСЕ используется маршрутно-операционный технологический процесс, который является частью производственного процесса, содержащего целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относят заготовки и изделия. Маршрутно-операционный технологический процесс устанавливает перечень и последовательность технологических операций, тип оборудования, на котором эти операции будут выполняться; применяемая оснастка; укрупненная норма времени детализирует технологию обработки и сборки до переходов и режимов обработки. Выполнение одной операции можно описать формулой

$$t_{\text{оп}} + t_{\text{пз}} + t_{\text{п}}, \qquad (1)$$

где $t_{\text{оп}}$ – технологическое время выполнения операции; $t_{\text{пз}}$ – время подготовительно-завершающей операции; $t_{\text{п}}$ – время перехода от операции к операции, зависит от типа перехода (межоперационный, межбригадный, межцеховой).

Представим время изготовления одной ДСЕ $t_{\text{ДСЕ}}$ формулой

$$t_{\text{ДСЕ}} = \sum_{i=1}^{n} t_{\text{оп}i} + t_{\text{пз}i} + t_{\text{п}i}, \qquad (2)$$

где n – количество операций в технологическом процессе.

Для промежуточного контроля состояния изготовления заказа осуществляется хранение составных частей в центральном комплектовочном цехе. В связи с тем, что изготовление составных частей заказа может осуществляться параллельно, была разработана модель изготовления заказа (рис. 2) с отображением ключевых моментов изготовления.

Здесь $N_{1,2,3}$ – количество контролируемых ответственных параллельных процессов. Обозначим через $T_{1,2,3}$ время выполнения этапа работ по изготовлению изделия; $T_{\text{ц}}$ – время комплектования блоков изделия.

Время выполнения ключевых этапов изготовления изделия операций можно вычислить по следующим формулам:

$$T_1 = \sum_{i=1}^{N1} \max_{1 \le j \le K_i} t_{\text{ДСЕ}j}^{i}, \qquad (3)$$

$$T_2 = \sum_{i=1}^{N2} \max_{1 \le j \le K_i} t_{\text{ДСЕ}j}^{i}, \qquad (4)$$

$$T_3 = \sum_{i=1}^{N3} \max_{1 \le j \le K_i} t_{\text{ДСЕ}j}^{i}, \qquad (5)$$

K_i – количество изготавливаемых ДСЕ в отдельном процессе; $t_{\text{ДСЕ}j}^{i}$ – время изготовления одного ДСЕ в i-м процессе j-го этапа; $\max_{1 \le j \le K_i} t_{\text{ДСЕ}j}^{i}$ – максимальное время изготовления ДСЕ в отдельном процессе.

Таким образом, общее временя изготовления заказа можно вычислить по формуле

$$T_{\text{общ}} = \sum_{l=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{N_3}\max_{1\le j\le K_i} t_{\text{ДСЕ}}{}_j^i\right)+\sum_{i=1}^{m} T_{\text{цm}} . \quad (6)$$

В формуле (6) первое слагаемое – это сумма всех $T_1, l=\overline{1,N}$, а второе слагаемое отвечает за полное время комплектования ДСЕ между ответственными этапами.

При необходимости данный подход, используемый для вычисления сроков изготовления ключевых этапов производства, можно применить при детализации изготовления заказа до уровня производственного участка, или конкретного рабочего места. Это позволяет выявить узкие места при изготовлении изделия или изменении его конструкции.

В формуле (6) описывается общее время изготовления одного заказа при идеальных условиях:

- наличие описания всех технологических процессов при запуске в производство;
- своевременная поставка всех комплектующих и материалов;
- безаварийная работа всего технологического оборудования;
- отсутствие брака.

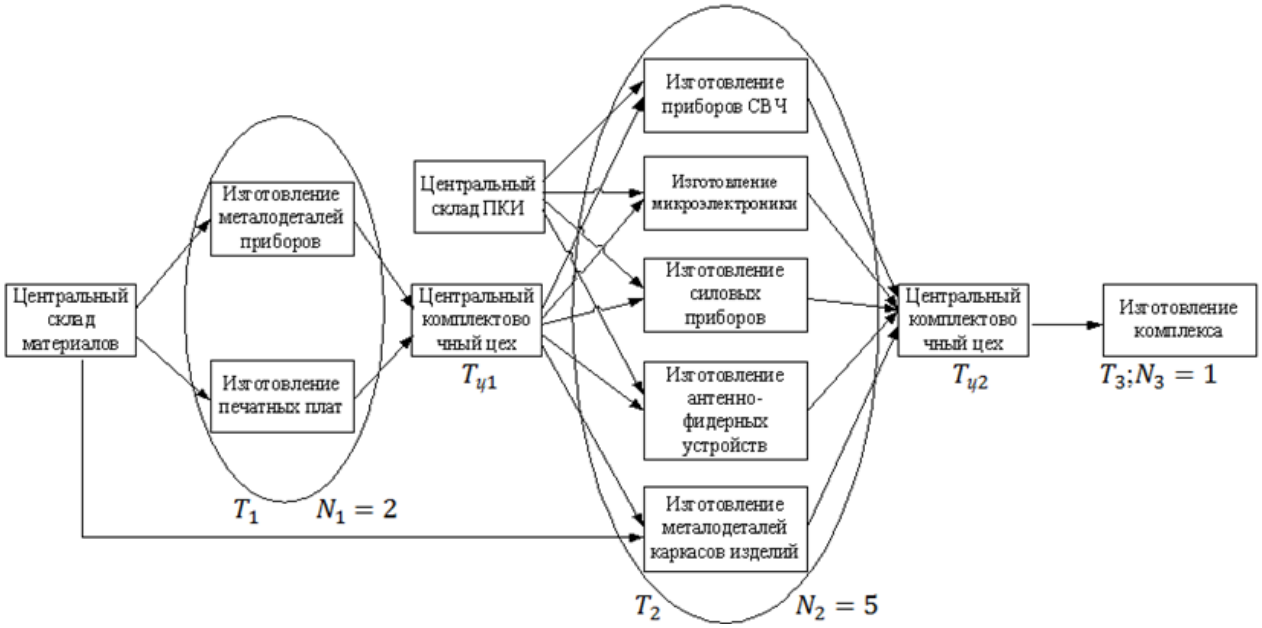


Рис. 2. Модель описания времени изготовления заказа

Для вычисления реального состояния изготовления заказа применяется формула

$$T_{\text{р}} = T_{\text{общ}} + T_{\text{н}} . \quad (7)$$

Для безусловного выполнения заказа используется формула

$$T_{\text{общ}} \le T_{\text{р}} \le T_{\max} . \quad (8)$$

В связи с инновационным видом продукции и длительным сроком изготовления в производстве может одновременно находиться до 3 видов одного изделия, изготавливаемого по различным сериям. Это связано с постоянным совершенствованием выпускаемых образцов станций связи.

Также на предприятии ведется постоянная работа по увеличению уровня унификации у приборной основы на сегодняшний день до 70% ДСЕ массового применения. Для организации учета изготовления позиций массового применения необходимо осуществлять планирование производства с котловым запуском с возможностью последующего распределения затрат по реальным заказам.

Кроме того, в связи с длительным сроком изготовления и единичным типом производства по результатам закупочной деятельности могут быть внесены изменения в конструкцию изделия. Это связано как с невозможностью купить какие-либо РЭ в связи со снятием с производства (или по каким-либо другим причинам), так и с возможным изменением конструктива транспортной базы для монтажа изделия.

Изменение конструкции изделия влечет за собой необходимость быстрого запуска в производство дополнительных ДСЕ по данному заказу и своевременную остановку производства ДСЕ, выведенных из состава изделия, а также дополнительных ПИ сроком до 28 дней, что необходимо учитывать при планировании производства.

Организация производственного процесса в АО «НПП «Радиосвязь» определяется характером выпускаемой продукции, типом производства и может быть представлена как дискретная форма организации с большим количеством технологических и сборочных операций. При этом оперативное управление производством заключается в распределении полученного плана работ или части плана среди рабочего персонала во временном периоде и по очередности выпуска комплектов заказов.

Формирование плана работ осуществляется иерархической системой планирования различных уровней. С верхнего уровня планирования в планово-диспетчерский отдел (ПДО) поступают приказы

по предприятию, служебные записки, распоряжения и внеплановые задания, которые являются основанием для запуска формирования плана производства. Далее план постепенно спускается вниз до производственного уровня, где непосредственно проходят фактические работы по данному плану.

Схема информационного взаимодействия между структурными подразделениями предприятия представлена на рис. 3

На рис. 4 представлена укрупненная схема информационных потоков при планировании.

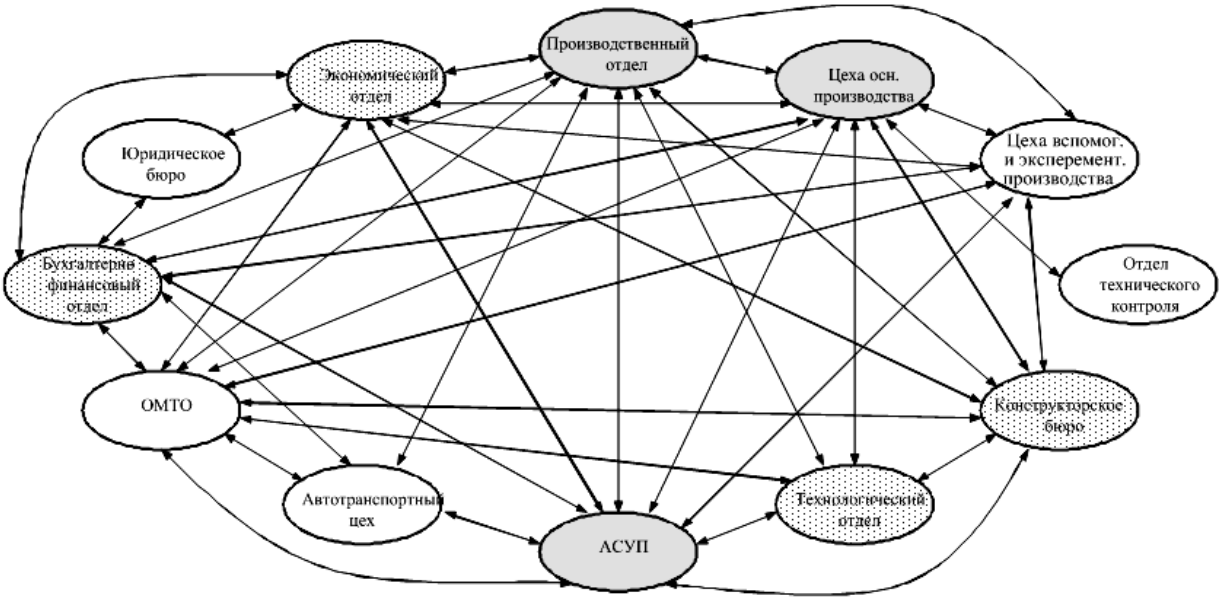


Рис. 3. Схема взаимодействия АО «НПП «Радиосвязь»

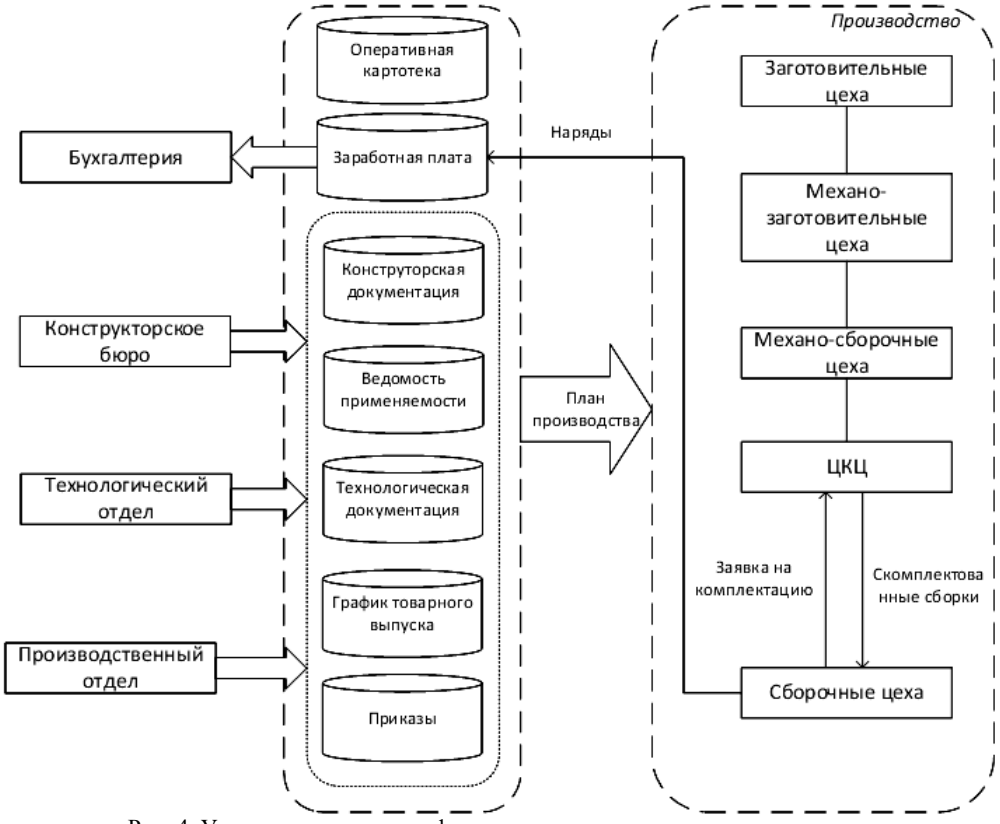


Рис. 4. Укрупненная схема информационных потоков при планировании

Для получения номенклатурного плана [3] производства необходимо наличие данных о составе изделия (конструкторская документация и задание на ВПР (ведомость применяемости), которая утверждается всеми службами, участвующими в процессе планирования производства), технологических процессах изготовления (технологическая документация) и графике товарного выпуска. Конструкторская

документация определяет состав изделия. Информация о технологических процессах используется для определения очередности операций и цехов по изготовлению позиций. График товарного выпуска определяет номенклатуру заказов, очередность выпуска и количество комплектов. Вся информация передается в информационную базу АСУП для формирования номенклатурного плана для цехов предприятия.

Полученный номенклатурный план не может быть сразу принят к исполнению. На каждом этапе производственный план может подвергаться коррекции. После формирования ведомости применяемости по заказам ПДО создает приказы на позиции с отсутствующим технологическим маршрутом и корректирует план. На следующем этапе планово-диспетчерские бюро (ПДБ) цехов проверяют правильность оперативного планирования и вносят информацию о произведенных позициях, данные о которых не были учтены при планировании.

Разработанная модель системы позволяет анализировать возможность выполнения заказа на разных этапах производства. На сегодняшний день представляется актуальной задача создания подобной модели системы описания времени изготовления заказа для случая параллельного изготовления нескольких заказов. Это позволит иметь более точную информацию о состоянии изделия в производстве.

Литература

1. Галеев Р.Г. Информационная поддержка организации производства изделий радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь» / Р.Г. Галеев, В.Г. Коннов, М.А. Казанцев, С.В. Ченцов // Техника и технологии. Журнал Сибирского федерального университета (Красноярск). – 2014. – Т. 7, № 7. – С. 758–766.

2. Казанцев М.А. Система диспетчеризации опытного и мелкосерийного производства радиоэлектронной аппаратуры // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева. – 2013. – Т. 50, вып. 4. – С. 27–32.

3. Казанцев М.А., Легалов А.И., Чемидов И.В. Взаимодействие систем складского учета и комплектации с системой планирования и диспетчеризации производства в едином информационном пространстве предприятия радиоэлектронной промышленности // Электронные средства и системы управления: матер. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф., 25–27 ноября 2015 г.: в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2015. – С. 205–209.

УДК 004.05, 006.322, 006.022

Е.В. Ковалева

Проблемы внедрения систем менеджмента качества в российских компаниях, специализирующихся на разработке программных продуктов

Рассмотрены основные проблемы, возникающие при внедрении систем менеджмента качества в российских компаниях. Описана специфика программного обеспечения, отличающая его от других коммерческих продуктов, существующих на современном рынке. Предложена классификация, позволяющая понять причины появления проблем. Рассмотрены стандарты в области качества программного обеспечения, описано руководство в области знаний программной инженерии (SWEBOK).

Ключевые слова: программные продукты, система менеджмента качества, стандартизация, стандарт, проблемы качества программных продуктов, SWEBOK.

Проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности.

В современных условиях именно сертификат на систему качества служит решающим фактором для заключения контракта на поставку продукции. Успешная реализация качественного продукта потребителю является главным источником существования любого предприятия. Получение фирмой сертификата означает повышение ее конкурентоспособности на рынке.

По мере развития экономических реформ в России все большее внимание уделяется качеству. В настоящее время одной из серьезных проблем для российских предприятий является создание системы качества, позволяющей обеспечить производство конкурентоспособной продукции. Система качества важна при проведении переговоров с зарубежными заказчиками, считающими обязательным условием наличие у производителя системы качества и сертификата на эту систему, выданного авторитетным сертифицирующим органом. Система качества должна учитывать особенности предприятия, обеспечивать минимизацию затрат на разработку продукции и ее внедрение. Потребитель желает иметь уверенность, что качество поставляемой продукции будет стабильным и устойчивым [1].

Специфика области разработки программного обеспечения заключается в том, что сегодня наблюдается повсеместное увеличение спроса на программные продукты разнопланового назначения, разрабатываемые для различных аппаратно-опера-

ционных платформ [2, 3]. Появляется все больше конкурирующих компаний, разрабатывающих программное обеспечение. Следует отметить постоянно возрастающие требования рынка к качеству программных продуктов и к срокам их разработки и внедрения. Также для обеспечения качества требуется согласование (зачастую противоречивых) интересов разных сторон, всех, кто так или иначе вовлечен в процесс разработки и использования программного обеспечения (конечные пользователи, заказчики, аналитики, разработчики, инженеры по контролю качества (тестировщики), специалисты группы технической поддержки и др.). Соответственно для поддержания конкурентоспособности требуется выпускать продукт, отвечающий различным критериям качества, причем качество продукта должно непрерывно расти. Таким образом, актуальным становится вопрос о создании и внедрении в организации системы менеджмента качества, которая бы занималась проблемами обеспечения качества на всех уровнях производства программного продукта.

Но при внедрении систем менеджмента качества в организациях, связанных с разработкой программного обеспечения, возникают определенные трудности. Можно классифицировать данные проблемы на два типа: «А» и «В». Проблемы «А» связаны с внутренними проблемами компании, проблемы «В» связаны непосредственно со спецификой стандартов, которые применяются к «софтверным» фирмам.

Среди проблем в части «А» можно перечислить:

- посредственное отношение руководства;
- сопротивление персонала;
- непонимание необходимости перемен;
- страх [4].

Относительно указанных проблем мы можем выделить постоянно проявляющий себя человеческий фактор.

Прежде чем мы перейдем к проблемам «В», стоит обратиться к истории создания стандартов. Большинство из них были разработаны для материального производства. Например, первые редакции одного из наиболее популярных и признанных стандартов ISO 9001 были разработаны на основе британского BS 5750 [5], который изначально был разработан как стандарт качества для британского военно-промышленного комплекса. И хотя за время своего существования стандарты претерпели множество изменений, многие проблемы все еще не решены.

Суть в том, что этапы производства для разных типов продукции хоть и остаются теми же, но качественно будут отличаться. Так, в промышленном производстве проектирование – относительно малая часть работы. Большую часть затрат содержит в себе этап производства. Для этого этапа характерны повторяемость операций и высокая степень автоматизации, что делает описание и контроль за работой процессов проще.

При создании программного обеспечения проектирование, в свою очередь, занимает очень большой процент времени в общем цикле разработки. При этом тиражирование заключается в копировании исполняемого кода на носители и/или распространение его через Интернет. Когда мы говорим о качестве в производстве программного обеспечения, мы прежде всего обращаем внимание на проектирование и разработку. С одной стороны, этот творческий вид деятельности практически не автоматизируется, с другой – сложность программного обеспечения зачастую превосходит сложность любых других производимых товаров. Во многом эта сложность связана с нематериальностью программного обеспечения, легкостью внесения в него изменений вместе со сложностью оценки последствий внесенных изменений. Большая роль человеческого фактора делает описание процессов, управление и контроль за ними чрезвычайно сложными.

Другой особенностью индустрии разработки программного обеспечения является ее относительная молодость по сравнению с другими видами производства. Это выражается в относительно небольшом количестве общепринятых практик, стандартов и руководств. Применение универсальных стандартов, таких как ISO 9001, сталкивается с трудностью интерпретации требований в контексте данной отрасли производства, сложностями при сертификации систем менеджмента качества на соответствие стандарту ввиду их ориентированности на материальное производство.

На данный момент существует не так много стандартов, изначально направленных на сферу информационных технологий. В качестве примера здесь можно говорить о стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 [6], введённом 1 июня 2016 г. Данный стандарт разработан специально для программных продуктов и включает в себя такие разделы, как «менеджмент качества», «модель качества», «измерение качества», «требование к качеству» и «оценка качества». Кроме того, в данном стандарте были пересмотрены и дополнены характеристики качества программного обеспечения.

Отдельно стоит упомянуть об основополагающем документе в области знаний программной инженерии SWEBOK [7], разработанном Институтом инженеров электротехники и электроники — IEEE (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers). В этом документы собраны и подробно описаны наиболее важные, с различных точек зрения, аспекты, связанные с разработкой программного обеспечения. Большое внимание в документе уделяется качеству программного обеспечения.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что определение области стандартизации информационных технологий как проблемы, переработка существующих и создание новых стандартов – важные составляющие улучшения сложившейся ситуации в сфере разработки информационных технологий. Новые стандарты, учитывающие осо-

бенности разработки программных продуктов, направлены на решение проблем, связанных с обеспечением надлежащего уровня качества поступающих на рынок программных продуктов.

Литература

1. Ильенкова С.Д. Управление качеством / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cfin.ru/management/iso9000/qmanbook.shtml (дата обращения: 19.06.2016).

2. Сенченко П.В. Интерфейс взаимодействия геоинформационной технологии ведения электронного генерального плана со сторонними программными системами / П.В. Сенченко, Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский и др. // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № 1(27). – С. 129–134.

3. Сенченко П.В. Веб-ориентированная автоматизированная информационная система поддержки малого и среднего бизнеса Томской области / П.В. Сенченко, В.С. Масляев, И.В. Лазарев // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 1 (35). – С. 128–134.

4. Бедрина Е.А., Бедрина В.В. Проблема внедрения системы менеджмента качества в России / Е.А. Бедрина, В.В. Бедрина [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-sistem-menedzhmenta-kachestva-v-rossii (дата обращения: 19.06.2016).

5. ISO 9001 HISTORY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.british-assessment.co.uk/iso-9001-history/ (дата обращения: 19.06.2016).

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200121069 (дата обращения: 19.06.2016).

7. SWEBOK Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0, IEEE Computer Society. 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.computer.org/web/swebok/v3 (дата обращения: 19.06.2016).

УДК 005.303.4+65.01.5

Ю.Е. Кривошеева

Разработка модели отбора инновационных идей для принятия управленческих решений на предприятии «Кофейная Кантата»

Работа направлена на разработку модели отбора инновационных идей на примере предприятия чая, кофе, сладостей и подарков «Кофейная Кантата». Идеи сравнили по различным параметрам: затраты, доходы, актуальность и т.д. Из всех идей для реализации выбрали самую перспективную. В результате была реализована идея, которая больше всего из всех предложенных инновационных идей способствует развитию культуры и образования общества.

Ключевые слова: инновация, модель, отбор идей, управление, принятие управленческих решений.

В настоящее время на многих предприятиях существует ряд проблем, слабых сторон и угроз, которые требуют незамедлительного решения. Одним из решений данных проблем является своевременное введение инновации на предприятие, которая поможет повысить его конкурентоспособность и кризисоустойчивость. В связи с тем, что различные предприятия имеют свою специфику, то и область возникающих проблем на них разнообразна. Таким образом, каждое предприятие решает возникающие проблемы и задачи по-разному. Существуют методы и модели, с помощью которых можно решить проблемы и предотвратить угрозы на предприятии. Между тем немногие знают о них, а именно, как правильно применять эти методы и модели. Однако умение применять их безусловно важно для любой компании, потому что, зная, как можно решать такие проблемы с помощью незаурядных моделей и методов, можно без труда повысить свою кризисоустойчивость и конкурентоспособность. Например, на предприятии чая, кофе и сладостей, на котором проводилось исследование для ВКР, с помощью SWOT-анализа были выявлены следующие актуальные проблемы: потеря постоянных клиентов, отсутствие услуги доставки подарков на дом и низкий процент продаж элитных позиций чая и кофе [1].

Цель работы – разработка модели инновационных идей для принятия управленческих решений на предприятии «Кофейная Кантата». Для решения поставленной цели необходимо решить ряд задач: разработать инновационные идеи, сравнить конкурирующие идеи по определенным параметрам, определить суммарные значения идей по каждому оцениваемому параметру, выбрать наиболее подходящую идею.

В процессе работы и на основе анализа решено рассмотреть следующие варианты инноваций для предприятия: мастер-классы, визуализация мольберта, доставка подарков на дом.

Проведение мастер-классов проводится в отдельном помещении для небольшого числа участников по различным направлениям: знакомство с историей чая и кофе, изучение культуры напитков, правила приготовления вкусного кофе, таинства чайной церемонии и т.д.

Доставка подарков на дом – предоставление услуг по доставке готовых подарочных наборов на дом, в офисы и другие различные места.

Визуализация мольберта – рисование и написание на доске (мольберте) различных актуальных акции компании, анонсов, хитов, интересных фактов и необычных надписей для привлечения посетителей в галерею.

Чтобы выбрать наиболее перспективную инновацию, необходимо сравнить идеи по различным параметрам, например: доход, затраты, актуальность и т.д. [3]. Сравнение идей представлено в таблице. Затем для каждой инновационной идеи рассчитывались по формулам следующие коэффициенты и параметры: математическое ожидание, коэффициент степени отклонения от идеальной идеи, коэффициент вариации, параметр прибыли и конкурентоспособности идеи [1].

Параметры сравнения конкурирующих идей

Наименование параметра	Идея А. Мастер-класс (за 1 мк)	Идея В. Доставка подарков (за 1 смену)	Идея С. Мольберт (1 рис.)	Вес	Приоритет
Доход, руб.	4900 (0,39)	3760 (0,30)	12600 (1,00)	10	0,20
Затраты, руб.	1573 (1,00)	6440 (0,08)	5350 (0,10)	9	0,18
Степень обеспеченности кадрами для реализации идеи, %	100 (1,00)	70 (0,70)	90 (0,90)	5	0,10
Прибыль, руб.	3327 (0,20)	–2680 (0,16)	7250 (1,00)	10	0,20
Актуальность, %	100 (1,00)	50 (0,50)	90 (0,90)	8	0,16
Конкурентоспособность, %	90 (1,00)	70 (0,78)	30 (0,33)	8	0,16

По параметру «Доход» рассчитаем для каждой инновационной идеи сумму. У мастер-классов предполагаемое число участников 7 чел., стоимость мастер-класса – 700 руб. (Данные получены исходя из результатов анализа проводимых чайных мастер-классов в г. Томске). Рассчитаем доход от данной идеи следующим образом: $Д_{мк}$=7×700 = 4900.

У идеи по доставке стоимость одной поездки по городу варьируется от 50 до 150 руб., следовательно, средняя стоимость одной доставки по городу 100 руб. Время работы доставки с 10.00 до 20.00. Среднее число доставок в день: (2 + 3 + 3 + 4 + 5 + + 6 + 6)/7 = 4. Средний чек: 840 руб. Следовательно, доход от доставки в смену равен: $Д_{Д}$ = 4×(100+840) = = 3760 руб.

Исходя из того, что на мольберте может быть написана разного рода информация, влияющая на увеличение выручек и привлечения гостей, то данный доход от мольберта посчитаем следующим образом, представленным ниже. Среднее число посетителей в день: (12+12+9+13+15+20+23)/7 = 15 руб. Средний чек: 840 рублей. Следовательно, доход по визуализации мольберта составит: $Д_{ВМ}$ = 15×840 = = 12600 руб.

Параметр «Затраты» для каждой отдельной идеи тоже имеет свои особенности. Затраты на мастер-класс включают почасовую оплату труда работнику, который проводит мастер-класс, аренду и продукты.

Затраты на доставку включают заработную плату курьеру и затраты на дорогу. Заработная плата курьера составляет 110 руб. с заказа. Затраты на дорогу в среднем составляют 300 руб. Среднее число доставок в день, как было посчитано ранее, составит 4. Средняя стоимость чека подарка – 1500 руб. Прием заказов на доставку будет осуществлять администратор/продавец-консультант, поэтому дополнительных затрат на диспетчера не будет.

Затраты на визуализацию мольберта будут включать затраты на канцелярию (краски, мелки, фломастеры, украшения) и оплату за выставление мольберта за пределы магазина. Руководство предприятия по договоренности оплачивает 5000 руб. каждый месяц за выставление мольберта за пределы магазина.

Далее, исходя из полученных данных в таблице по каждой идее, рассчитаем по формулам коэффициенты, которые представлены ниже.

Рассчитываем математическое ожидание как

$$M = \sum_{i=1}^{k} \mu_i * \alpha_i \,, \qquad (1)$$

где k – количество сравниваемых параметров [2].

У идеи-лидера значение M будет больше по сравнению со значениями других идей: M_A = 0,72; M_B = 0,51; M_C = 0,70.

По параметру M лидером является идея A. Если значение M_A принять за единицу, то превосходство идеи A по параметру M над идеями B и C будет представлено следующим образом: A_M = 1,00; B_M = = 0,71; C_M = 0,97.

Сравним идеи A, B и C по степени их отклонения δ_k от идеальной идеи, т.е. такой, у которой по всем характеристикам μ_i=1,00, тогда для идеальной идеи $M_{и.д}$ = 1,00 и, следовательно: δ_A = 1,00 – M_A = 0,28; δ_B = 1,00 – M_B = 0,49; δ_C = 1,00 – M_C = 0,30.

Превосходство идеи A по параметру δ будет представлено следующим образом: A_δ = 1,00; B_δ= δ_A / δ_B = 0,57; C_δ = δ_A / δ_C = 0,93.

Сравним идеи по коэффициенту вариации (γ), определяемому как

$$\gamma_k = \frac{\delta_k}{M_k} \,, \qquad (2)$$

где δ_k – среднеквадратичное отклонение случайных величин μ_i от математического ожидания M [1].

Получим следующие результаты сравнения идей по коэффициенту вариации: Y_A = 0,39; Y_B = 0,96; Y_C = 0,43. Превосходство идеи A по параметру Y составляет: A_Y = 1,00; B_Y = Y_A / Y_B = 0,41; C_Y = Y_A / Y_C = 0,91.

Сравнив идеи по двум самым важным (V_k) параметрам (прибыль и конкурентоспособность), получим для каждой идеи по формуле

$$V = \mu_4 \times \alpha_4 + \mu_6 \times \alpha_6 \,, \qquad (3)$$

V_A = 0,20; V_B = 0,15; V_C = 0,19.

Определим превосходство идеи A по важным параметрам: A_V = 1,00; B_V = V_B / V_A = 0,75; C_V = V_C / V_A = 0,95.

Подсчитаем суммарное значение превосходства для каждой идеи по всем критериям сравнения:

$$A_\sum = A_M + A_\delta + A_Y + A_V = 4; \qquad (4)$$

$$B_{\sum} = B_M + B_\delta + B_Y + B_V = 2{,}83; \quad (5)$$

$$C_{\sum} = C_M + C_\delta + C_Y + C_V = 3{,}76. \quad (6)$$

Из полученных результатов видно, что следует выбрать для реализации идею A – «Мастер-класс».

Таким образом, в результате запуска мастер-классов в качестве инновационной идеи на предприятии целевая аудитория в галерее увеличилась на 20%. Удалось заинтересовать постоянных клиентов и провести 3 мастер-класса по чайной и кофейной истории.

На предприятии был проведен повторный SWOT-анализ состояния компании после внедрения инновации, который показал, что коэффициент кризисоустойчивости фирмы повысился до 1,82. Это говорит о том, что внедрение такой инновации на предприятии, как мастер-класс, является стратегически правильным решением устранения слабых сторон организации и предотвращения ее угроз.

Литература

1. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А. Модель отбора новых идей для их реализации в инновационном бизнесе // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 2, ч. 1. – С. 336–341.

2. Семиглазов В.А. Инновационный менеджмент: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ЦПП ТУСУРа, 2014. – 39 с.

3. Кривошеева Ю.Е., Морозова О.Н., Горева П.А. Математическое моделирование рекламной кампании сети кафетериев «Буланже». – https://gpoconference.tusur.ru/conference/2014/themes/92/projects/633/discourses/583// Конференция участников ГПО ТУСУР–2014. – 2014. – 5 с.

УДК 004.054

Ю.А. Крякушина

Оценка методов тестирования

Представлены общие понятия и представления видов тестирования, которые классифицируются по различным видам разрабатываемого программного обеспечения. Проведены анализ и оценка методов, которые необходимы для проведения тестирования для определённого программного обеспечения – в данном случае для объектно-ориентированных систем, веб-приложений и распределённых систем.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, модульное тестирование, интеграционное тестирование, системное тестирование.

Современный мир полон возможными инновационными технологиями, в то время как технический прогресс только набирает обороты. Одну из немаловажных ветвей развития информационных технологий занимает разработка и производство программного обеспечения (ПО). С каждым днём люди сталкиваются с десятками программ, приложений, которые автоматизируют множество действий в различных сферах жизнедеятельности человека. Стоит отметить, что в настоящее время компьютеризации подвержены практически все области человеческой жизни. Следовательно, качество ПО имеет особую важность: сегодня это доставляет не только комфортабельность от использования автоматизированных систем, сегодня ПО управляет оборудованиями в медицинских учреждениях, диспетчерскими системами в аэропортах, военными электронно-вычислительными системами, атомными реакторами и т.д.

Тестирование является одной из обязательных частей процесса производства ПО. Данный процесс направлен на поиск и устранение максимального количества ошибок. Следствием такой деятельности является повышение качества ПО по всем его характеристикам. Существующие на сегодняшний день методы тестирования программного обеспечения не позволяют однозначно и полностью устранить все дефекты и ошибки и установить корректность функционирования программного продукта.

Современное ПО весьма разнообразно, и для его тестирования требуется определённый своеобразный подход. В данной тематике рассмотрим примеры использования различных видов тестирования для разнообразных типов ПО: мобильные приложения, объектно-ориентированные системы, веб-приложения, распределённые системы.

Следует отметить, что для ПО, которое имеет достаточно большой объём, требуется применение автоматизации тестирования.

Классификация методов тестирования

Существует две стратегии тестирования ПО – тестирование по принципу «белого ящика» и «чёрного ящика». Данные стратегии зависят от того, имеет ли инженер по контролю качества (тестировщик) доступ к исходному коду ПО, или же тестирование выполняется через пользовательский интерфейс либо прикладной программный интерфейс, предоставленный тестируемым модулем [1].

При тестировании методом «белого ящика» (white-box testing, оно же структурное тестирование) разработчик теста имеет доступ к исходному коду программ и имеет возможность писать код, который связан с библиотеками тестируемого программного обеспечения. На рис. 1 представлено схематическое изображение данного метода.

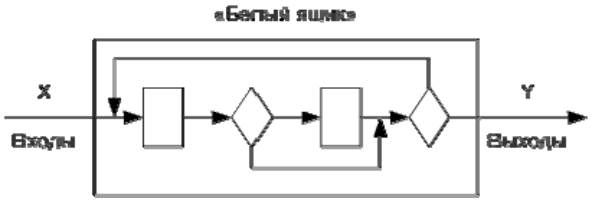


Рис. 1. Метод «белого ящика»

При тестировании методом «чёрного ящика», схему которого можно увидеть на рис. 2, тестировщик имеет доступ к ПО только через те же интерфейсы, что и заказчик или пользователь, либо через внешние интерфейсы, позволяющие другому компьютеру либо другому процессу подключиться к системе для тестирования.

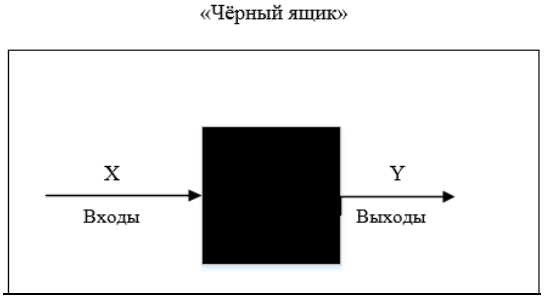


Рис. 2. Метод «чёрного ящика»

Сопоставив два метода, можно сделать вывод, что метод «белого ящика» основывается на принципе тестирования, управляемом логикой программы. Происходит подбор таких тестов, которые смогут обеспечить выполнение максимально возможного количества маршрутов, логических циклов и ветвлений тестируемого ПО. Метод «чёрного ящика» основывается на функциональном тестировании. Таким образом, происходит проверка входных и выходных данных, не прибегая к логике тестируемого ПО.

Тестирование объектно-ориентированных программ

Основные методы тестирования для объектно-ориентированных программ – это модульное тестирование (выполняет тестировщик классов); интеграционное тестирование (выполняет тестировщик целостности); системное тестирование (выполняет системный тестировщик) [2]. Модульное и интеграционное тестирования – это особые формы внутреннего базового тестирования, в которых применяют средства автоматизации.

Модульное тестирование – это тестирование программы на уровне отдельно взятых модулей, функций или классов. Цель модульного тестирования состоит в выявлении локализованных в модуле ошибок в реализации алгоритмов, а также в определении степени готовности системы к переходу на следующий уровень разработки и тестирования. Модульное тестирование проводится по принципу «белого ящика», т.е. основывается на знании внутренней структуры программы и часто включает те или иные методы анализа покрытия кода. В ходе данного тестирования разрабатываются тестовые драйверы для проверки функциональности, входящие в класс методов. При тестировании классов тестовый драйвер создаёт один или большее число экземпляров тестируемого класса и осуществляет прогон тестовых случаев. Пример оформления результатов модульного тестирования приведён в табл. 1.

Таблица 1

Результаты модульного тестирования

№ теста	Test1
Название теста	DeleteTest
Тестируемый метод	SelectItem.Delete
Описание теста	Проверка удаления выбранного элемента с указанным индексом
Степень важности ошибки	Фатальная
Ожидаемый результат	Элемент с указанным индексом удаляется из списка, список обновляется
Результат теста	Тест пройден

Интеграционное тестирование – тестирование корректного взаимодействия классов, входящих в различные модули. Тестирование основано на принципе «белого ящика». Тестировщик целостности должен быть специалистом как в области разработки программных продуктов, так и в области тестирования. Взаимодействие объектов представляет собой запрос одного объекта на выполнение другим объектом одной из операций получателя и всех видов обработки, необходимых для завершения этого запроса.

Наиболее часто используют два направления интеграции объектно-ориентированных систем: тестирование, основанное на потоках, и тестирование, основанное на использовании [3]. Для первого направления объектом интеграции является набор классов, обслуживающий единичный ввод данных в систему. Иными словами, средства обслуживания каждого потока интегрируют и тестируют отдельно. Согласно второму вначале интегрируют и тестируют независимые классы. Далее работают с первым слоем зависимых классов (которые используют независимые классы), со вторым слоем и т.д. Выбор одного из способов тестирования зависит от особенностей конкретного ПО, например, первое направление хорошо работает для тестирования систем управления базами данных (СУБД), а второе – для тестирования задач математического моделирования. Достаточность количества тестов для первого направления определяется просмотром потоков данных из всех классов эквивалентности. Для второго направления реализованы методики, позволяющие писать тестовые драйверы на основе тестирования разбиений или состояний [3].

Необходимой документацией для проведения тестирования на основе состояний также служит диаграмма схем состояний, которая фиксирует динамику поведения класса. Этот способ предоставляет возможность получить набор тестов, проверяющих поведение класса и некоторых других классов, которые сотрудничают с ним. Разработанные тесты должны обеспечить покрытие всех состояний. То

есть эти тесты должны пройти через всевозможные переходы через все состояния объекта. Для каждого такого перехода следует написать тестовый драйвер. Остальные состояния тестируются по аналогичной схеме.

Пример оформления результатов интеграционного тестирования представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты интеграционного тестирования

Номер теста	Test2
Название теста	IndexTest
Названия взаимодействующих классов	Admin, User
Описание теста	Проверяется, что пользователю, который не является администратором, идёт отказ в доступе к домашней странице администратора
Степень важности ошибки	Фатальная
Ожидаемый результат	Пользователю выдаётся ошибка с текстом «Доступ запрещён»
Результат теста	Тест пройден

Системное тестирование – это тестирование по принципу «чёрного ящика» правильности функционирования системы в целом. Системный тестировщик рассматривает ПО с точки зрения пользователя. Особую роль системное тестирование приобретает для тестирования распространённых в настоящее время веб-приложений и распределённых систем.

В процессе построения набора тестов при функциональном (системном) тестировании необходимо проверить:

– полноту реализации функциональных возможностей системы;

– эффективность защиты от искажения данных и некорректных действий;

– качество пользовательского интерфейса программы;

– тестирование практичности; тестирование баз данных;

– тестирование надёжности и доступности;

– корректность документации.

Системное тестирование также включает оценочное тестирование:

– тестирование удобства пользования;

– стрессовое тестирование, тестирование безопасности;

– тестирование производительности на разной аппаратуре;

– тестирование удобства установки и обслуживания, совместимости.

Стрессовое тестирование проводят при повышенных запросах на ресурсы системы (по количеству, частоте, размеру-объёму). Тестирование безопасности проверяет фактическую реакцию защитных механизмов, встроенных в систему, на проникновение. В ходе тестирования безопасности тестировщику разрешается найти ключ входа в систему, используя некоторые данные, и выполнить атаку системы с помощью специальных утилит, анализирующих защиты.

Тестирование производительности проверяет скорость работы ПО в компьютерной системе.

Для системного тестирования ПО реализованы следующие методики формирования тестовых наборов [4]: эквивалентное разбиение для входных данных; анализ граничных значений; предположение об ошибке, использование UML-диаграммы взаимодействия, UML-диаграммы деятельности, а также UML-диаграммы схем состояний разрабатываемого ПО. Пример оформления результатов системного тестирования приведён в табл. 3.

Таблица 3

Результаты системного тестирования

Номер теста	Test3
Описание теста	Добавление сервера
Входные данные	Поле «Имя сервера»: srv02. Поле «Сетевой адрес»: (не задано). Поле «Описание»: (не задано)
Ожидаемые результаты	Сообщение: «Поле «Адрес сервера» должно быть заполнено»
Реальные результаты	Сообщение: «Поле «Адрес сервера» должно быть заполнено»
Результаты теста	Тест пройден

Тестирование веб-приложений и распределенных систем

Особое внимание стоит уделить методике системного тестирования ПО, предназначенного для работы в Интернете. Существует четыре основных отличия между локальными и распределёнными вычислениями, которые следует учитывать при тестировании веб-приложений: реактивность (время реакции системы), латентность (разница во времени доступа к удалённым и локальным объектам), возможный частичный отказ в сети и параллелизм операции с данными.

При тестировании практичности веб-приложений необходимо оценивать связь узла с пользователем. Тестировщик фиксирует действия пользователя и его реакцию, чтобы определить, с каким типом трудностей сталкивается пользователь и как он их преодолевает. Тестовые примеры по практичности являются чётко заданным и несложным набором задач, которому должны следовать участники. Результаты тестирования практичности должны быть документированы.

При тестировании форм необходимо подтвердить, что каждое поле работает так, как требовалось не только разработчиком, но и для использования конечным пользователем. При тестировании содержимого страницы необходимо проверить, что информация, предоставляемая узлом, корректна. Тесты, подтверждающие корректность содержимого страницы с точки зрения пользователя, делят на две категории: подтверждение адекватного функционирования каждой компоненты и подтверждение того,

что содержимое каждой из них корректное в различных браузерах.

Оценка навигации является одной из основных частей тестирования практичности. При тестировании навигации необходимо проверить возможность доступа к веб-узлу, корректность перехода по всем ссылкам, адекватность открываемых изображений, возможность вернуться в предыдущее состояние или на домашнюю страницу.

Тестирование баз данных – важная составляющая тестирования веб-приложений, поскольку информация на веб-узлах обычно хранится в базах данных. В некоторых приложениях [5] есть данные, вводимые пользователем, которые затем становятся частью баз данных.

Тестирование баз данных выполняют на двух уровнях: административных и пользовательских функций.

Для обнаружения уязвимых мест в приложении, которые могли бы позволить несанкционированный доступ пользователя к системе, предназначено тестирование безопасности.

При тестировании надёжности и доступности необходимо оценить доступность веб-узла в любое время по запросу пользователя. Такая оценка достигается путём тестирования приложения в пиковое время использования (в периоды маркетинговой стимуляции и циклов высокой активности).

Производительность веб-приложений оценивается по двум «меркам»: реактивность и расширяемость [6]. Реактивность – это способность системы соответствовать требуемым значениям времени отклика системы. Расширяемость – это способность системы соответствовать значениям времени реакции при возрастающих требованиях к функциям программного обеспечения. Расширяемость не менее важна для поддержки реактивности при увеличении числа посетителей сайта. Стоит отметить, что значения этих параметров необходимо фиксировать и включать в документацию по тестированию.

Таким образом, были проведены анализ и оценка методов, которые необходимы для проведения тестирования для определённого программного обеспечения – в данном случае для объектно-ориентированных систем, веб-приложений и распределённых систем. Было отмечено соответствие каждого вида тестирования конкретному типу ПО и разделения между этими видами. В дальнейшем работа по анализу и оценке методов тестирования будет развиваться, затрагивая уже другие области ПО.

Литература

1. Сенченко П.В. Надежность, эргономика и качество АСОИУ: учеб. пособие. – Томск: ТУСУР, 2005. – 169 с.

2. Макгрегор Дж., Сайкс Д. Тестирование объектно-ориентированного программного обеспечения: практ. пособие разработчикам, менеджерам проектов, программистам. – М.: DiaSoft, 2002. – 432 с.

3. Технология программирования. Основы современного тестирования программного обеспечения, разработанного на C#: учеб. пособие / под общ. ред. В.П. Котлярова. – СПб.: СПбГПУ, 2004. – 168 с.

4. Вишневская Т.И., Романова Т.Н. Технология программирования: метод. указ. к лаборат. практикуму. Ч. 1. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 58 с.

5. Сенченко П.В. Обоснование целесообразности применения web-ориентированных технологий при разработке информационных систем электронного документооборота // Проблемы теории и практики управления. – 2011. – № 6. – С. 33–37.

6. Software testing training and stoftware testing services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rbcs-us.com/

УДК 004.09

Ю.С. Маркова, М.П. Силич

Тестирование функциональных возможностей информационной системы интеллектуального анализа энергетической эффективности территориальных образований

Кратко описаны методы тестирования информационной системы интеллектуального анализа энергетической эффективности территориальных образований, созданной в рамках группового проектного обучения в ТУСУРе, а также степени реализации ее компонентов.

Ключевые слова: проект, информационная система, тестирование, Use-case, реализация, функциональные возможности.

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники в рамках группового проектного обучения разрабатывается информационная система анализа энергетической эффективности территориальных образований (ТО), позволяющая автоматизировать выполнение процедуры анализа уровня энергетической эффективности на основе метода факторно-целевого анализа с использованием когнитивных карт [1–5].

Данная статья посвящена описанию методов, применяемых при тестировании ИС и степени реализации компонентов информационной системы в ходе ее тестирования.

Тестирование программного обеспечения – проверка соответствия между реальным и ожидаемым поведением программы [6].

При работе с информационной системой интеллектуального анализа энергоэффективности территориальных образований предлагаем использовать функциональное тестирование.

Функциональное тестирование рассматривает заранее указанное поведение и основывается на анализе спецификаций функциональности компонента или системы в целом [4].

Функциональные тесты основываются на функциях, выполняемых системой, и могут проводиться на всех уровнях тестирования (*компонентном, интеграционном, системном, приемочном*) [6].

Преимущества функционального тестирования:

• имитирует фактическое использование системы.

Недостатки функционального тестирования:

• возможность упущения логических ошибок в программном обеспечении;

• вероятность избыточного тестирования [6].

По уровню тестирования было выбрано системное тестирование, задачей которого является проверка как функциональных, так и нефункциональных требований в системе в целом. При этом предполагается выявлять:

– непредусмотренные комбинации данных пользовательского уровня;

– несовместимость с окружением;

– работу системы в случае недостаточного объема данных;

– отсутствующую или неверную функциональность;

– неудобство использования.

Проект информационной системы интеллектуального анализа энергоэффективности территориальных образований предусматривал реализацию семи основных прецедентов:

1. Создать/открыть проект (создание проекта, открытие ранее созданных проектов).

2. Сохранить проект (сохранение нового проекта, изменение и сохранение ранее существующих проектов).

3. Ввод данных (ввод значений индикаторов, включенных в когнитивную карту, для всех территориальных образований из списка ТО и выбранного периода времени (года)).

4. Создание/редактирование когнитивной карты (формирование когнитивной карты с помощью графического редактора. Возможность вставлять элементы (факторы, индикаторы), перемещать, удалять, связать фактор с индикатором, строить причинно-следственные связи между факторами, задать спецификацию для каждого элемента).

5. Сравнение ТО (сравнение оценки заданного фактора для разных территориальных образований. Представление результатов в виде таблицы, гистограммы, картограммы).

6. Расчет оценок (получение нечетких оценок факторов для заданного территориального образования, построение дерева причин).

7. Формирование отчета.

В ходе тестирования необходимо было выявить полностью реализованные прецеденты ИС, реализованные частично и нереализованные, которые определяют функциональные требования к новой версии системы.

Для визуального представления функций (прецедентов) информационной системы выбрано средство **Rational Rose** – одно из наиболее популярных средств визуального моделирования объектно-ориентированных информационных систем [7].

На основе списка выделенных ранее прецедентов информационной системы анализа энергетической эффективности территориальных образований были сформированы диаграммы Use-Case [7].

Для отображения степени реализации прецедентов было решено использовать цвет закраски: светло-серый означает полностью реализованный прецедент, серый – частично реализованный, темно-серый – не реализованный.

Общая диаграмма Use-Case ИС, состоящая из основных прецедентов, представлена на рис. 1.

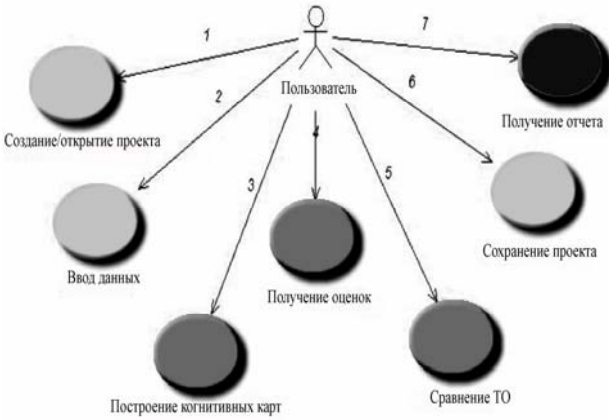


Рис. 1. Общая модель ИС

Из данной диаграммы видно, что три прецедента реализованы полностью (создание / открытие проекта, ввод данных, сохранение проекта), три прецедента являются частично реализованными (построение когнитивных карт, получение оценок, сравнение ТО) и только один прецедент пока что является нереализованным вообще. «Модуль «Получение отчета» пока что не включен в ИС. В конечной версии планируется его реализовать.

Исходя из вышепредставленной модели, состоящей из основных прецедентов, рассмотрим входящие в них компоненты по отдельности.

На рис. 2 представлена модель прецедента «Ввод данных / спецификация элементов».

Из вышепредставленной модели видно, что почти все компоненты реализованы, а именно пользователь имеет возможность: задавать спецификацию фактора (указывать наименование фактора, задавать три уровня фактора, указывать текстовое описание фактора), задавать спецификацию индикатора (вводить степень соответствия индикатора фактору).

В данном компоненте не реализована «Спецификация отношения влияния одного фактора на другой» (архитектура не включена в ИС).

На рис. 3 представлена модель прецедента «Создание / редактирование когнитивной карты».

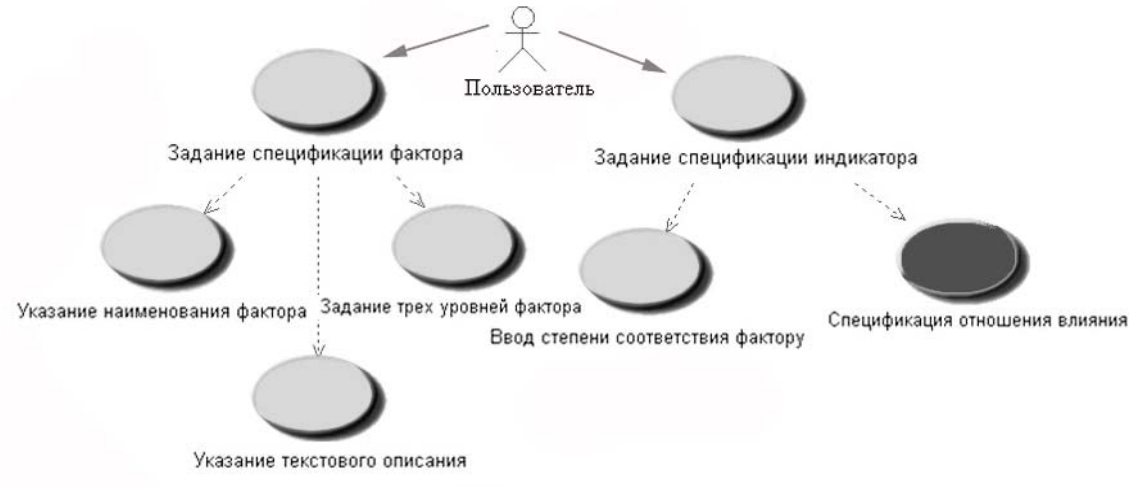


Рис. 2. Модель прецедента «Спецификация элементов»

Рис. 3. Модель прецедента «Создание/редактирование КК»

В данной модели мы видим, что два компонента из трех реализованы полностью и один не реализован.

К реализованным компонентам относятся:

- добавление графических элементов (добавление фактора, задание спецификации фактора, перемещение факторов/индикаторов по КК, отображение иерархии элементов);
- удаление графических элементов (удаление концепта с холста).

В данном компоненте имеется частично реализованная часть «Добавление индикатора», а именно в «Задании спецификации индикатора».

Данная часть имеет следующие возможности:

- вводить имя / переименовывать индикатор (частично реализовано – имеется возможность вводить имя индикатора, но после создания индикатора нет возможности переименовать индикатор);
- вводить значение индикатора (частично реализовано – в конечной версии ИС собранные и сформированные данные в файлы Excel должны загружаться в базу, с которой взаимодействует программа);
- редактирование значений индикатора (не реализовано полностью);
- удаление индикатора (частично реализовано – удалять индикаторы возможно только с когнитивной карты).

К нереализованному компоненту прецедента «Создание / Редактирование когнитивной карты» относится «Создание новой поддиаграммы».

На рис. 4 представлена модель прецедента «Сравнение ТО».

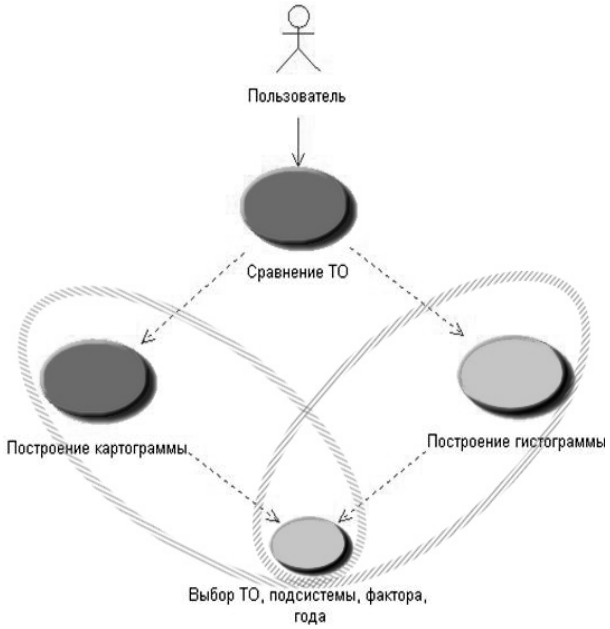


Рис. 4. Модель прецедента «Сравнение ТО»

Сам прецедент «Сравнение ТО» считается частично реализованным, так как не все компоненты полностью функционируют.

Из рис. 4 видно, что, сравнивая ТО, имеется возможность строить гистограммы, при этом можно давать оценку, выбирая ТО, и осуществлять в двух режимах:

1. Режим оценивания одного фактора по всем ТО.
2. Режим оценивания одного ТО по всем факторам.

Также можно выбирать необходимые факторы и давать оценку по определенным временным интервалам.

Частично реализована часть «Построение картограммы» (позволяет создавать и использовать географические карты для наглядного отображения полученных нечетких оценок разных территориальных образований, закрашивать области на карте в цвета, соответствующие полученным оценкам).

Сама архитектура картограммы разработана, но не привязана к структуре ИС).

На рис. 5 представлена модель прецедента «Расчет оценок».

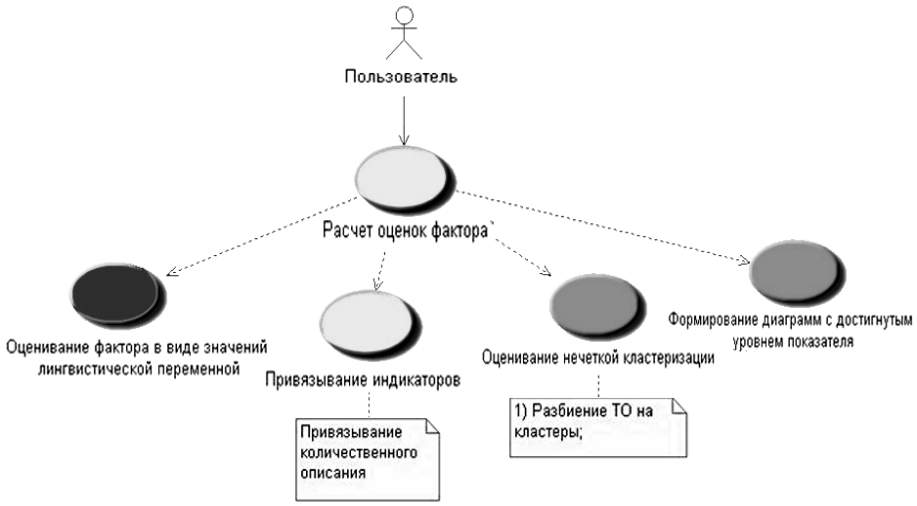


Рис. 5. Модель прецедента «Расчет оценок»

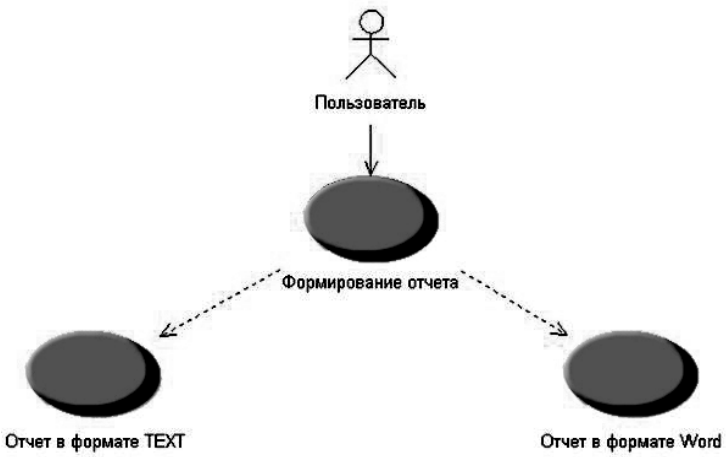


Рис. 6. Модель прецедента «Формирование отчета»

Сам прецедент можно считать полностью реализованным, так как имеется возможность привязывать количественное описание индикатора, благодаря которому и осуществляется расчет оценок.

В ходе доработок ИС были введены нововведения, которые отображены на рис. 5. Часть из них уже частично реализована и постепенно начинает включаться в программу.

Таким образом, к частично реализованным компонентам относятся:

1. Оценивание нечеткой кластеризации (разбиение ТО на кластеры) – компонент включен на ИС, но из-за недоработки в архитектуре он функционирует не полностью).

2. Построение дерева причин – компонент создан, но не интегрирован в ИС.

При разработке данного прецедента было принято решение добавить еще один компонент – оценивание фактора в виде значений лингвистической переменной. Данный компонент относится к нереализованным.

На рис. 6 представлена модель прецедента «Формирование отчета». Данный прецедент находится в разработке и в последнюю версию ИС, над которой производилось тестирование, не включен, так как по степени значимости среди других прецедентов занимает последнее место.

По результатам тестирования информационной системы были разработаны рекомендации по ее совершенствованию, на основе которых предполагается создание следующей версии системы.

Литература

1. Силич М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Анализ энергетической эффективности территорий на основе иерархии гибридных когнитивных карт // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2013. – Т. 323, № 5.

2. Силич М.П., Аксенов С.В., Силич В.А. Определение силы влияния различных факторов на энергетическую эффективность территорий // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 2(16). – С. 74–80.

3. Силич М.П., Аксенов С.В., Силич В.А. Анализ влияния факторов на энергоэффективность территориальных образований // Modern informatization problems in econom-ics and safety: Proceedings of the XX-th International Open Science Conference (Yelm, WA, Usa, January 2015). – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2015. – P. 134–139.

4. Грибков Е.И., Медведев А.С., Кривоусов А.В. Программная реализация системы анализа энергетической эффективности территориальных образований // Перспективы развития информационных технологий: труды Всерос. молодежной науч.-практ. конф. – Кемерово, 2014. – С. 41–42.

5. Аксенов А.В. Интеллектуальная система анализа энергетической эффективности // Сборник тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 12–14 ноября 2014 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Т. 2. – С. 54–55.

6. Тестирование [Электронный ресурс]. – Протестинг.ru – Режим доступа: http://www.protesting.ru/ (дата обращения: 10.09.2016).

7. Rational Rose [Электронный ресурс]. – Rational rose. – Режим доступа: http://www.interface.ru/rational/rosemain.htm

УДК 004.42

М.М. Милихин, М.Г. Крашенинников

Веб-ГИС как инструмент для микрогеомаркетинговых исследований

Проведен анализ возможности использования геоинформационных технологий в сфере микрогеомаркетинговых исследований. Рассмотрены основные проблемы, возникающие в процессе мониторинга розничных торговых точек, и сформулированы основные требования к разрабатываемой геоинформационной системе.

Ключевые слова: Веб-ГИС, маркетинговые исследования, геоданные, аудит розничных торговых точек.

С точки зрения масштабов и влияния на уровень жизни населения торговля является важнейшей отраслью экономики. В ней занято более 18% трудоспособного населения Российской Федерации (13,5% мужчин и 23,7% женщин) [1].

По данным Росстата [1], число организаций, занимающихся розничной торговлей, превышает 370 тысяч. Каждая из фирм заинтересована в получении большей прибыли. Достижение новых оборотов зависит от многих факторов, таких как количество розничных торговых точек (РТТ), расположение, торговый ассортимент, соблюдение принятых стандартов выкладки товаров и эффективное управление РТТ. Основой, для анализа перечисленных факторов служат маркетинговые исследования. Функции маркетинга в розничной торговле сегодня включают решение таких задач, как анализ и выбор целевых рынков, управление товарным ассортиментом и запасами, разработка и реализация политики ценообразования, а также системы расположения и выкладки товаров в магазине [2].

В то же время выполнение перечисленных функций маркетинга обусловливает потребности в качественной оценке конкурентоспособности торговой сети. Учет характеристик конкурентоспособности, в свою очередь, предполагает проведение мониторинга рынка и конкурентной среды. Организация такого мониторинга обусловливает необходимость разработки совокупности методов сбора, передачи и обработки информации, определение источников первичных данных о состоянии рынка и оптимальной периодичности обновления сведений, а также разработку организационной структуры, обеспечивающей мониторинг [3].

Сбор данных осуществляется полевыми работниками, которых называют аудиторами. За один визит аудитор проводит инвентаризацию товаров, выбранных для отдельного исследования, и сопутствующего оборудования, оценивает объем запасов товара, дилерскую поддержку и уровень цен. Проведение аудита торговых точек позволяет определить общий размер рынка и размер доли рынка, принадлежащей товару определенной марки, а также выявить магазины, в которых наблюдается дефицит товара или проблемы с размещением товара на полках.

Ряд показателей, подлежащих сбору, среди которых расположение точек продаж с продукцией предприятия, количество единиц продукции, доступных на полках магазинов, соблюдение стандартов выкладки товаров, оценка уровня и качества представления рекламных материалов, как для моделируемой торговой сети, так и для конкурирующих производителей, характеризуются наличием неотъемлемой пространственной составляющей.

В качестве инструментальной основы программных продуктов для проведения геомаркетинговых исследований, как правило, используются геоинформационные технологии и системы (ГИС). Уровень развития микрогеомаркетинговых информационных систем, таким образом, во многом определяется развитием современных геоинформационных технологий. ГИС, в свою очередь, оформившись в самостоятельный класс информационных систем в середине XX в., преодолели уже несколько этапов в своем развитии, соответствующих определенному уровню развития информационных и сетевых технологий а также персональных компьютеров.

Среди проблем современных ГИС [4, 5] – сложность получения сведений об уже накопленных материалах, затрудненность обмена такими материалами и предоставления доступа к ним. Разрозненность и неоднородность геоданных, получаемых из разных источников, ведомственные и даже личные барьеры, режимные ограничения и неупорядоченность данных препятствуют рациональному и эффективному использованию информационных ресурсов. Вследствие этого современному этапу развития геоинформационных технологий и геоинформатики свойствен переход к новым формам организации хранения и эксплуатации пространственно-временных данных.

Важными направлениями развития ГИС являются также постепенное вытеснение систем для рабочих станций распределенными геоинформационными системами и повсеместное использование ГИС для решения большого количества прикладных задач. Развитие и широкое распространение интернет-технологий значительно упрощает доступ к пространственным данным и инструментам ГИС-анализа со стороны конечных пользователей и обусловливает введение понятия веб-ориентированной геоинформационной системы (веб-ГИС). Отдельным направлением развития веб-ГИС, получившим широкое распространение в последнее время, являются облачные ГИС и геоинформационные интернет-сервисы, сочетающие в себе преимущества веб-ориентированного подхода и удобства размещения и управления системой в облаке. Онлайн-решения в области геомаркетинга на сегодняшний день предоставляют многие ведущие компании отрасли. На рынке представлены как крупные инструментальные многопрофильные расширяемые решения, например ArcGIS Online, CartoDB и GisCloud (подробно рассмотрены в [5, 6]), так и специализированные онлайн-решения для геомаркетинга, например система Geomatrix [7].

Вместе с тем следует отметить, что представленные на рынке геомаркетинговые и геоинформационные системы направлены, прежде всего, на решение задач пространственного анализа данных маркетинговых исследований. В то же время, организация процессов сбора, хранения и представления результатов анализа первичных данных для конечного потребителя услуг в таких системах затруднена или невозможна совсем и осуществляется, как правило, с использованием дополнительных сторонних программных продуктов [8].

При разработке регламента сбора и анализа первичных данных микрогеомаркетингового исследования необходимо учитывать следующие особенности процесса аудита PTT:

• бизнес-аналитик имеет возможность формирования уникальной формы сбора данных для каждого отдельного исследовательского проекта;

• одна форма сбора данных может использоваться повторно в разных исследованиях;

• количество аудиторов, проводящих сбор данных, в рамках одного исследования может составлять несколько человек;

• бизнес-аналитик определяет выборку объектов исследования, на основании которой менеджер формирует индивидуальные задания для аудиторов;

• менеджер выдает аудитору задание в виде кластера объектов, которые необходимо посетить, и формы сбора данных, которые необходимо заполнить для каждого объекта;

• маршрут аудитора внутри кластера должен быть спланирован оптимальным образом для минимизации временных и финансовых издержек;

• форма сбора данных состоит из полей, каждое из которых предназначено для заполнения данными определенного типа: строка, число, дата, – и формата (например, адрес, комментарий определенной структуры или одно из возможных заранее известных значений на выбор);

• по окончании обхода кластера аудитор передает собранные данные менеджеру для дальнейшей обработки и подготовки к анализу.

В условиях отсутствия единой платформы для сбора и обработки данных для выполнения отдельных функциональных требований исполнителей применяются различные программные средства и информационные технологии. Перечисленные выше

особенности предметной области позволяют выявить ряд проблем, возникающих при проведении исследования.

Отсутствие единого стиля заполнения форм

Вследствие отсутствия справочников-классификаторов однотипные данные заполняются аудиторами в разном стиле. Проблемы могут возникать с адресами или полями формы, предполагающими качественную оценку какого-либо аспекта деятельности объекта предоставления услуг.

Агрегация и хранение собранных данных

Для первичного сбора данных применяются специализированные программные продукты для мобильных устройств. Форматом обмена данными между программными системами в таком случае, как правило, выступают электронные таблицы. Обработка таких таблиц и приведение полученных данных к единому стандарту требуют дополнительных временных затрат.

Ручное формирование кластеров

Список объектов, подлежащих обходу каждым аудитором, необходимо формировать вручную для каждого нового исследования, что также создает дополнительные временные издержки для менеджера, при этом возможности оптимизации методов ручного формирования кластеров значительно ограничены.

Необходимость поддержки нескольких специализированных программных продуктов

Организация полевой работы аудиторов требует наличия программных продуктов, предоставляющих возможности сбора данных с использованием форм установленного вида, просмотра задания, выданного менеджером, а также ГИС, предоставляющей возможности навигации по заданным точкам. Отдельно следует отметить необходимость конвертации данных между программными средствами, используемыми аудиторами для сбора данных, и бизнес-аналитиком для их обработки и формирования графической отчетности для клиентов исследования. Кроме того, хранение больших объемов данных и необходимость организации доступа сотрудников компании к актуальным версиям документов предполагают наличие программной системы и регламента организации синхронизации данных между рабочими станциями сотрудников.

Необходимо наличие специализированного программного обеспечения у заказчика для просмотра сформированной отчетности.

Отчетность по результатам исследования может быть представлена в виде электронных таблиц или файлов в форматах, поддерживаемых распространенными инструментальными ГИС.

По результатам анализа особенностей предметной области мониторинга РТТ представляется возможным сформулировать базовые требования к ГИС:

• Система должна иметь мобильную версию, которая сможет обеспечить ввод информации, заполняемой аудиторами. Использование мобильной версии облегчит работу аудиторам за счет обеспечения автоматического определения и заполнения адреса в карточке текущего объекта.

• Необходимо обеспечить хранение и представление результатов анализа первичных данных для конечного потребителя услуг.

• Система должна производить автоматическое распределение точек, подлежащих аудиту (для ускорения процесса аудита предлагается внедрение решения задачи оптимального распределения аудиторов по розничным торговым точкам).

• Необходимо обеспечить обновление данных в режиме реального времени.

На основании выявленных требований и особенностей предметной области возможно дальнейшее проведение работ по разработке регламента мониторинга объектов торговых сетей в рамках микрогеомаркетинговых исследований с использованием геоинформационных технологий.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/ connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics, свободный (дата обращения: 01.09.2016).

2. Управление розничным маркетингом / под ред. Д. Гилберта; пер. с 2-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2011.

3. Герасименко Н.М. Повышение конкурентоспособности организаций розничной торговли на основе рационализации ассортимента товаров / Н.М. Герасименко, Т.А. Торопова. – Хабаровск: Хабаровская государственная академия экономики и права, 2015.

4. Skjelbo U. Geographic Information in Enterprise Architecture / U. Skjelbo, J.J. Jensen, L.J. Jorgensen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/informi_enterprise-architecture.pdf свободный (дата обращения: 12.05.2014).

5. Steiniger S., Hunter A.J.S. Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure // Geospatial free and open source software in the 21st century. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – P. 247–261.

6. Милихин М.М. Веб-ГИС как интернет-сервис / М.М. Милихин, М.М. Рычагов // Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования. – Ханты-Мансийск, 2015. – С. 18–20.

7. Труссе А. Главная проблема для геомаркетинговой компании – создание корпуса данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gisgeo.org/news/rilos_interview.html, свободный (дата обращения: 22.01.2016).

8. Гриценко Ю.Б. Подходы к автоматизации информационно-аналитического сопровождения управления социально-экономическим развитием территориальных образований / Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский, А.А Сидоров // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – Томск, 2010. – С. 257–259.

УДК 658.168.3

О.Н. Морозова

Анализ финансовой отчетности как инструмент управления предприятием

Рассмотрена проблема улучшения финансового благополучия предприятия «Смарт-Дриллинг». Для этого проведен коэффициентный анализ финансовой отчетности. Результатом работы явились значения коэффициентов и оценка финансового положения предприятия.

Ключевые слова: финансовый анализ, ликвидность, рентабельность, деловая активность, финансовая устойчивость, коэффициенты, баланс.

Информационные технологии – это процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления [1].

Объектом исследования является общество с ограниченной ответственностью «Смарт-Дриллинг».

Предметом исследования выступила финансовая (бухгалтерская) отчетность предприятия за 2015 г.

В современном мире, где экономическая обстановка может резко измениться, одним из приоритетных направлений менеджмента предприятий становится обеспечение гибкости реагирования фирмы на изменяющиеся внешние условия. Для определения направлений развития организации необходимо выявить текущее положение на рынке, а также ее слабые и сильные места. Именно финансовый анализ призван выявить и в доступной форме представить всю необходимую информацию.

Актуальность данной темы заключается в том, что финансовое благополучие, определяемое по результатам финансового анализа, играет ключевую роль в положении фирмы на рынке. Кроме того, на основе данного вида анализа принимают решения не только руководители предприятия, но и его собственники, учредители, кредиторы, инвесторы и потенциальные партнеры, что в очередной раз подтверждает высокую значимость данного инструмента управления.

Цель работы – определить текущее финансовое состояние предприятия и сделать выводы.

Для успешного достижения цели необходимо решить задачи:

1) провести анализ ликвидности;
2) провести анализ финансовой устойчивости;
3) провести анализ рентабельности;
4) провести анализ деловой активности;
5) сделать выводы по полученным результатам.

В статье представлены основные результаты – коэффициентный анализ по каждому из разделов.

Ликвидность и платежеспособность

Ликвидность баланса – степень покрытия обязательств организации ее активами, которая отражает скорость возврата в оборот денег, вложенных в различные виды имущества и обязательств [2]. Данные сведены в табл. 1.

В целом можно отметить, что баланс предприятия не соответствует понятию ликвидности, имеются трудности с платежеспособностью.

Таблица 1

Анализ ликвидности

Коэффициент	Нормативное значение	2015 г.	2014 г.	2013 г.
Абсолютная ликвидность	>0,2	0,4	0,05	0,09
Быстрая ликвидность	0,7–1,5	0,69	0,28	0,49
Текущая ликвидность	>2	0,73	0,67	0,84
Обеспеченность собственными оборотными средствами	>0,1	–0,36	–0,50	–0,20

Сделаем выводы:

1) абсолютная ликвидность вышла на уровень нормы в 2015 г.;

2) коэффициент быстрой ликвидности все еще находится за пределами нормы, однако в 2015 г. значение приблизилось к нижней границе нормы, что говорит о том, что фирма получила возможность рассчитываться по текущим обязательствам;

3) значения коэффициента текущей ликвидности находятся за пределами нормы, однако имеется тенденция к росту показателя;

4) $K_{\text{осос}}$ находится в отрицательном диапазоне. Это говорит о том, что у фирмы недостаток собственных оборотных средств. Отрицательное значение появилось ввиду превышения внеоборотных активов над собственным капиталом.

Очевидно, что баланс фирмы не соответствует понятию ликвидности, что в очередной раз доказали вышеуказанные коэффициенты. Однако говорить о неплатежеспособности предприятия еще рано, так как у него имеется значительная дебиторская задолженность, которую «Смарт-Дриллинг» собирается ликвидировать в ближайшее время (на данный момент идет судебный процесс по данному делу). Кроме того, по итогам 2015 г. можно с уверенностью говорить о положительной тенденции изменения ликвидности.

Финансовая устойчивость

Анализ финансовой устойчивости на определенную дату (конец квартала, года) позволяет установить, насколько рационально предприятие управляет собственным и заемным капиталом в течение периода, предшествующего этой дате [3].

Рассчитаем основные коэффициенты финансовой устойчивости фирмы, которые дадут более детальный отчет о соотношении и зависимости ее от внешних источников финансирования. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Финансовая устойчивость

Коэффициент	Нормативное значение	2015	2014	2013
Автономия	0,5–0,7	0,003	–0,18	–0,15
Устойчивое финансирование	> 0,75	0,004	–0,17	–0,14
Маневренность собственного капитала	0,2–0,5	–96,0	2,21	1,28
Соотношение собственного и заемного капитала	< 0,7	360,8	–6,61	–7,72
Структура заемного капитала	–	0,001	0,01	0,01

Сделаем выводы по полученным результатам:

1) зависимость «Смарт-Дриллинга» довольно сильна и увеличивается в 2012–2014 гг., однако в 2015 г. коэффициент принял положительное значение, что говорит об уменьшении данной зависимости;

2) доля источников, которыми организация может пользоваться долгое время, находится в отрицательном диапазоне в 2012–2014 гг., но в 2015 г. она принимает положительное значение, что говорит о формировании устойчивых источников финансирования;

3) маневренность собственного капитала принимает гигантское отрицательное значение в 2015 г., что говорит о том, что собственный капитал и вовсе нельзя называть маневренным. Однако могут смутить данные за 2012–2014 гг. – положительное значение коэффициента обусловлено спецификой математических расчетов – находилось частное от двух отрицательных значений, которое дало в итоге положительное. Однако ввиду того, что собственный капитал был отрицателен, т.е. его вовсе не было, говорить о маневренности в эти годы не имеет смысла;

4) заемных средств в разы больше, чем собственных, что не является положительным для фирмы фактом. Отрицательные значения получены опять же ввиду использования в расчете собственного капитала и соответственно являются неинформативными;

5) ввиду превышения доли краткосрочных обязательств можно говорить о том, что заемные средства расходуются на приобретение оборотных активов, за счет которых и осуществляется текущая деятельность фирмы. Кроме того, фирма сильно зависит от малейших изменений на рынке;

6) кроме того, в середине 2018 г. может ожидаться установление финансовой устойчивости первого типа.

Безусловно, данные 2015 г. несколько обнадеживают – собственный капитал принял положительное значение, кредиторская задолженность снижается. Но по результатам одного года сложно и даже нельзя давать какие-либо прогнозы, так как фирма все еще сильно зависит от заемного капитала и изменений на рынке.

Рентабельность и прибыльность

Показатели прибыльности (рентабельности) позволяют дать оценку эффективности использования менеджментом предприятия его активов. Следует отметить, что в данном контексте эти показатели имеют смысл английского слова «return on…», что буквально означает «отдача от…», например, «отдача от использования оборотных средств» [4]. Результаты коэффициентного анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Рентабельность предприятия, %

Коэффициент	2015 г.	2014 г.
Рентабельность продаж	13	9
Общая рентабельность	6	1
Рентабельность активов	24	1
Рентабельность фондов	98	10
Рентабельность основной деятельности	20	10
Окупаемость издержек	8	1
Рентабельность собственного капитала	9 057	–

Отметим, что не все показатели рентабельности соответствуют ожиданиям для данной отрасли, но, учитывая низкую платежеспособность и недостаточную устойчивость, может возникнуть вопрос, откуда же берется хоть какая-то ликвидность?

«Смарт-Дриллинг» избавлялась от части просроченной дебиторской задолженности так: фирма, просрочившая оплату ввиду своей неплатежеспособности, смогла погасить часть долга в натуральной форме – в виде круглого леса. «Смарт-Дриллинг» смогла реализовать эту партию и получить прибыль. Поэтому рентабельность основной деятельности несколько ниже, чем рентабельность активов.

На основании полученных данных сделаем следующие выводы:

1) рентабельность продаж уверенно растет. В данной отрасли среднее значение рентабельности продаж колеблется в пределах 20–28% [5];

2) фондоотдача вернулась на уровень 2013 г. и позволяет судить о том, что основные средства и внеоборотные активы используются эффективно;

3) остальные показатели рентабельности позволяют сделать выводы о том, что фирма стала более эффективно использовать свои ресурсы и как следствие возросла их прибыльность;

4) рентабельность собственного капитала принимает невероятно большое значение, однако положительного в этом мало – такое значение получено ввиду малой величины собственного капитала, а не большой – прибыли до налогообложения.

Деловая активность

Насколько эффективно предприятие использует свои ресурсы? Насколько быстро вложенные сред-

ства обращаются в реальные деньги? Каков этот процесс в динамике? На эти вопросы помогает ответить анализ деловой активности фирмы. Деловая активность предприятия измеряется с помощью системы коэффициентов (табл. 4), позволяющих всесторонне рассмотреть использование ресурсов предприятия. Кроме того, найдем период оборота капитала (в днях), разделив длительность отчетного периода на соответствующий коэффициент оборачиваемости – он будет указан в скобках.

Таблица 4

Деловая активность

Коэффициент	2015 г.	2014 г.
Оборачиваемость оборотных средств	16,1 (22,7)	9,1 (40)
Оборачиваемость активов	3,9 (94,4)	1,1 (336,4)
Оборачиваемость дебиторской задолженности	13,8 (26,4)	2,9 (124,2)
Оборачиваемость кредиторской задолженности	3,6 (102)	0,95 (383,1)
Оборачиваемость материальных запасов	11,2 (32,6)	2 (178,7)
Фондоотдача	17,4 (21)	12,8 (28,5)
Оборачиваемость денежных средств	107 (3,4)	13,3 (27,4)

Выводы:

1) оборачиваемость оборотных средств в 2014 г. снизилась, что говорит об излишнем накоплении оборотных средств, в данном случае – наименее ликвидной их части – запасов, а в 2015 г. возросла в несколько раз за счет значительного уменьшения доли запасов и денежных средств в активе «Смарт-Дриллинга»;

2) оборачиваемость активов также снизилась. Это свидетельствует, что упала эффективность их использования, а значит, каждая денежная единица активов принесла меньшую выручку, чем в предыдущем периоде. Однако в 2015 г. мы наблюдаем скачок в оборачиваемости активов, что положительно сказалось на прибыльности вложенных ресурсов;

3) оборачиваемость дебиторской задолженности возросла более чем в 3 раза по сравнению с 2013 г. Известно, что, чем выше данный показатель, тем лучше для фирмы, так как предприятие может за счет погашения дебиторской задолженности расплачиваться по своим обязательствам. В данном случае наблюдаем появление такой возможности именно в 2015 г.;

4) оборачиваемость кредиторской задолженности также возросла более чем в 2 раза в сравнении с данными 2013 г. Это может привести к увеличению коммерческого кредита, которое могут предоставить кредиторы «Смарт-Дриллингу», однако ввиду нестабильности данных, недоверие со стороны кредиторов может сохраниться;

5) сопоставляя $К_{обс}$, $К_{од}$ и $К_{ок}$, видно, что фирма в 2015 г. ускорила оборачиваемость дебиторской задолженности, но все еще испытывает нехватку оборотного капитала, вследствие чего вынуждена прибегать к заемным средствам. Однако на данный момент, $К_{од}$ значительно больше, чем $К_{ок}$, что говорит о том, что дебиторская задолженность возвращается быстрее, чем кредиторская, и, значит, компания имеет возможность не только оплачивать счета поставщиков из оплат покупателей, но и использовать деньги поставщиков в своих целях;

6) оборачиваемость запасов также возросла. Видим, что по последним данным запасы оборачиваются 32 раза за год. И чем чаще это происходит, тем эффективнее функционирует производство и тем меньше его потребность в оборотном капитале;

7) фондоотдача за 2014 г. серьезно снизилась ввиду резкого увеличения доли основных средств, а в 2015 г. – возросла, но не достигла прежних значений, что, впрочем, объясняется отраслевой принадлежностью фирмы, где производство считается фондоемким;

8) резкий подъем по $О_д$ говорит о том, что скорость трансформации активов в денежные средства повысилась, соответственно увеличились скорость погашения обязательств, операционная эффективность организации, несмотря на общее снижение объема денежных средств;

В целом можно сделать вывод о том, что степень деловой активности «Смарт-Дриллинга» постепенно выходит на приемлемый уровень, но в предыдущие периоды она была неудовлетворительна, полученные значения коэффициентов говорили о неустойчивом положении фирмы и существующей вероятности банкротства. Таким образом, пока еще рано делать какие-либо выводы, ситуация требует внимательного контроля.

Вывод

Проведя анализ финансовой отчетности на ООО «Смарт-Дриллинг» было выявлено несоответствие значений рассчитанных коэффициентов нормативным, рекомендуемым.

В 2014 г. наблюдается резкий упадок по всем анализируемым показателям. Это связано с тем, что сломалась буровая установка, а так как она единственная, то фирма занималась ее ремонтом и практически не работала.

В 2015 г. положение фирмы значительно улучшилось – говорить о банкротстве уже не приходится. Однако, основываясь на данных лишь одного удачного года, нельзя с уверенностью говорить, что следующие периоды будут такими же.

Кроме того, еще сохраняется зависимость фирмы от заемных средств, а равно и от состояния рынка. В сегодняшних, резко меняющихся условиях данное положение весьма рискованно, так как фирма может просто не успеть приспособиться к новым условиям, учитывая еще и специфику деятельности.

Литература

1. Максимов Н.В. Современные информационные технологии: учеб. пособие / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М.: Форум, 2013. – 512 с.

2. Грищенко Ю.И. Анализ финансовой отчетности // Справочник экономиста. – 2009. – № 2.

3. Бочаров В.В. Финансовый анализ. Краткий курс. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 240 с.

4. Савчук В.П. Финансовый анализ деятельности предприятия (международные подходы) // Корпоративный менеджмент. – 2002.

5. Первое независимое рейтинговое агентство: ТОП-20 компаний нефтедобывающей отрасли России: https://www.fira.ru/reports/report?file=rating_Oil_Russia_Rank.html (дата обращения: 20.05.2016).

УДК 004.09

А.Я. Муслимова, М.П. Силич

Проверка эффективности алгоритмов нечеткой оценки факторов, влияющих на энергетическую эффективность регионов

Данная статья посвящена проверке эффективности алгоритмов нечеткой оценки факторов, основанных на методах нечеткой кластеризации и фаззификации по функциям принадлежности.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, территориальные образования, алгоритмы нечеткой оценки факторов, кластеризация, фаззификация, критерий Граббса.

Энергетическая эффективность во многом определяет уровень экономического развития страны, она взаимосвязана со всеми сферами деятельности и совпадает с большинством стратегических целей государства и хозяйствующих субъектов [1, 2]. Однако актуальной остается проблема анализа энергетической эффективности территориальных образований.

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники в рамках группового проектного обучения разрабатывается информационная система анализа энергетической эффективности территориальных образований, основанная на методике построения иерархических гибридных когнитивных карт [3–5]. В методологии гибридных когнитивных карт (ГКК) используются два вида концептов – факторы и индикаторы. Факторы – это некоторые качественные свойства исследуемой системы, индикаторы – это количественные измеримые показатели, характеризующие факторы. Индикаторы связываются с факторами посредством отношений ассоциации. Между факторами устанавливаются отношения влияния. Сеть взаимовлияний факторов представляется в виде дерева, корнем которого является целевой фактор, «листьями» – внешние и управляемые факторы. В качестве целевых выбираются факторы, по которым можно судить об энергоэффективности. В качестве внешних факторов выступают условия, сложившиеся в исследуемых территориальных образованиях, на которые в рамках рассматриваемой системы невозможно повлиять. Управляемыми являются факторы, которые необходимо изменить, чтобы повысить уровень энергетической эффективности. Когнитивная карта может быть представлена в виде иерархии подкарт, каждая из которых соответствует отдельной подсистеме, связанной с определенным видом энергоресурса, определенной сферой потребления ресурса и т.д. Анализ гибридной когнитивной карты позволяет оценить уровень энергоэффективности с учетом особенностей регионов, а также выявить причины недостаточно высокого уровня энергоэффективности территориальных образований. Для оценки факторов используются методы нечеткого оценивания (фаззификации), нечеткой кластеризации, нечеткого вывода [3–5].

Данная статья посвящена проверке эффективности алгоритмов оценки факторов, основанных на методах нечеткой кластеризации и фаззификации по функциям принадлежности. В качестве объектов анализа были выбраны субъекты РФ. Рассматривалась подсистема потребления тепловой энергии. В качестве индикаторов использовались данные Федеральной службы государственной статистики [6].

Для подсистемы теплопотребления была построена когнитивная карта. Для данной подсистемы был выделен целевой фактор «Уровень потребления тепловой энергии». Данный фактор можно оценить с использованием двух индикаторов: «Удельное потребление тепловой энергии на душу населения, Гкал/чел.» и «Удельное потребление тепловой энергии на 1 руб. ВРП, Гкал/руб.». Они определяются на основе значения показателя «Отпущено тепловой энергии потребителям, тыс. Гкал, значение за год». В качестве влияющих факторов были выделены «Уровень теплоэнергоемкости отраслей» и «Климатические условия». Управляющими факторами в данной подсистеме являются: «Тариф на тепловую энергию», «Уровень энергосбережения тепловой энергии», а также «Качество жилья».

Для оценки любого фактора методом фаззификации необходимо построить функции принадлежности на множестве значений индикаторов. Можно использовать универсальные функции принадлежности на интервале действительных чисел от 0 до 1. В частности, предлагается использовать функции кусочно-линейного типа для трёх термов: «низкое», «среднее», «высокое». При этом необходимо произвести нормирование значений индикаторов. Используем формулу

$$x^* = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \qquad (1)$$

где x – значение индикатора для оцениваемого территориального объекта; $X_{\max}$, $X_{\min}$ – соответственно максимальное и минимальное значения по всей выборке территориальных объектов. Затем полученные значения подставляем в функции принадлежности.

Альтернативным методом оценки факторов является кластеризация. Можно использовать алгоритм нечеткой кластеризации Густаффсона–Кесселя [7]. В качестве признаков кластеризации выступают значения индикаторов. Оценкой фактора для конкретного субъекта РФ является наименование кластера, в который попал данный регион.

Рассмотрим в качестве примера получение оценки фактора «Уровень потребления тепловой энергии». Результаты кластеризации по индикаторам «Потребление тепловой энергии на руб. ВРП», и «Потребление тепловой энергии на душу населения» представлены на рис. 1.

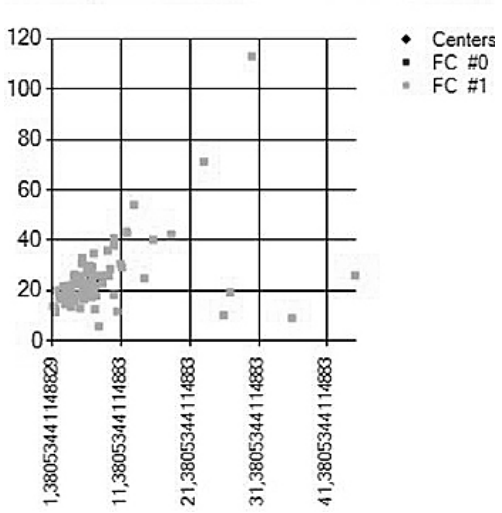


Рис. 1. Кластеризация по индикаторам «Потребление тепловой энергии на руб. ВРП» и «Потребление тепловой энергии на душу населения»

В результате проведенных экспериментов по оценке различных факторов были сделаны следующие выводы:

При использовании метода фаззификации в определенных случаях оценку «высокое» получило только одно территориальное образование. Например, уровень потребления тепловой энергии по индикатору «Удельное потребление на душу населения» был оценен как высокий только для Чукотского Автономного округа, все остальные получили оценки «низкое» и «среднее». Можно сделать вывод, что аномальные значения индикаторов искажают результирующие оценки.

Наличие выбросов также сказывается на качестве кластеризации. В такой ситуации разделения на кластеры зачастую вообще не происходит.

Таким образом, предварительно необходимо избавиться от «выбросов». Одним из методов является анализ выборки по критерию Граббса [8]. Данный критерий позволяет находить сразу несколько выбросов, и реализуется в несколько этапов:

Выстроим все элементы выборки по возрастанию. Затем строим ряд разностей (2):

$$\Delta_i = x_{i+1} - x_i \qquad (2)$$

и находим максимальную разность max Δ_i. Индекс максимального элемента в последовательности разностей обозначим через i'. Определяем максимально возможный процент выбросов в выборке и вводим соответствующий параметр g. Параметр задается экспертом, например, если процент выбросов 5%, то $g = 0{,}05$. Проверяем, попадает ли выброс в заданную область. Если $i' \geq n \times q$ или $i' \leq n - n \times q$, то это значит, что максимальная разность достигнута в середине выборки, т.е. в выборке нет выбросов. Проверка прекращается. В противном случае элемент с индексом i' (если он в начале выборки) или $i' + 1$ (если он в конце выборки) подозрителен на выброс. Далее вырезаем подвыборку из начального набора данных: если $i' < n \times q$, тогда обрезаем выборку с начала, если $i' > n - n \times q$, то обрезаем выборку в конце. С учетом набора полученных индексов находим среднее значение разностей

$$\Delta' = \frac{1}{n'} \sum_{i}^{n} n \cdot \Delta_{i'} \qquad (3)$$

и среднеквадратическое отклонение

$$S^2 = \frac{1}{n' - 1} \sum_{i}^{n} (\Delta_i - \Delta'), \qquad (4)$$

где n' – число элементов в вырезанной подвыборке. На основе полученных показателей рассчитываем статистику Граббса:

$$G_{i'} = \frac{|\Delta' - \Delta_{i'}|}{s}. \qquad (5)$$

Задаем уровень значимости α – величина вероятности ошибки (обычно 1, 5, 10%). Завершающим этапом является использование таблицы критических значений. По значению уровня значимости и числу элементов в подвыборке находим критическое значение в таблице Граббса. Обозначим его за $G_{a,n'}$. Проводим сравнение статистики $G_{i'}$ с критическим значением. Возможны два случая: если $G_{i'} < G_{a,n'}$, то исследуемое значение не является выбросом. Если $G_{i'} < G_{a,n'}$, то исследуемое значение является выбросом. Если оно находится во второй половине исходной выборки, то все значения, идущие после i', являются выбросами, если же оно находится в первой половине выборки, то все значения, идущие до, являются выбросами. Если был обнаружен выброс, то из начальной выборки убираем выбросы и повторяем весь алгоритм с первого пункта.

В результате применения данного метода выбросы были устранены. До очистки от выбросов, при рассмотрении различных факторов, высокую оценку получило только одно территориальное образование, однако при повторном эксперименте, с предварительной очисткой от выбросов, по мнению экспертов, мы получили более адекватные данные.

Литература

1. Салов А.Г. Системная методология анализа энергоэффективности территориальной генерирующей компа-

нии в условиях перехода к саморегулированию: учеб. пособие. – М., 2009. – 305 с.

2. Портал по энергосбережению Энергосвет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.energo-sovet.ru/stenergo.php?idd=13

3. Силич М.П., Силич В.А., Аксенов С.В. Анализ энергетической эффективности территорий на основе иерархии гибридных когнитивных карт // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2013. – Т. 323, № 5.

4. Силич М.П., Аксенов С.В., Силич В.А. Определение силы влияния различных факторов на энергетическую эффективность территорий // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 2(16). – С. 74–80.

5. Силич М.П., Аксенов С.В., Силич В.А. Анализ влияния факторов на энергоэффективность территориальных образований // Modern informatization problems in econom-ics and safety: Proceedings of the XX-th International Open Science Conference (Yelm, WA, Usa, January 2015). – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2015. – P. 134–139.

6. Официальный интернет-портал Федеральной службы государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/

7. Silich V.A., Silich M.P., Axyonov S.V. An Approach to Speed-up the Density-based Clustering via Gustaffson-Kessel Fuzzy Algorithm // Proceedings of 6th International Conference on Computer and Electrical Engineering (ICCEE 2013). – Paris: ETP Press, 2013. – P. 167–172.

8. Определение выбросов по критерию Граббса [Электронный ресурс]. – Mycroft Business Solutions. – Режим доступа: http://mycroftbs.ru/grabbs/

УДК 004.51

А.И. Назарова, Е.О. Мерзлякова, Д.И. Рубанов, Е.М. Луговская

Формализация требований преподавателей для автоматического составления расписания

Рассмотрена проблема автоматического составления расписания в учебных заведениях. Найдены принципиальные недостатки имеющихся решений по автоматическому составлению расписания. Предложено решение для автоматизированного сбора пожеланий профессорско-преподавательского состава и загрузки их в систему автоматического составления расписания. Выявлены основные типы возможных требований преподавателей и распределены по группам. Сформированы макеты интерфейсов для системы сбора пользовательских предпочтений.

Ключевые слова: расписание, автоматическое составление расписания, управление требованиями, сбор пожеланий преподавателей, пользовательский интерфейс.

Ни для кого не секрет, что компьютерные технологии постепенно все более и более охватывают большинство сфер деятельности человека, автоматизируя обычные и рутинные процессы. К примеру автоматизации таких процессов можно отнести привычный для работников учебных организаций процесс составления и ведения расписания. В настоящее время существует огромное количество теоретической информации относительно методов и механизмов, обеспечивающих автоматическое или полуавтоматическое составление расписания, а также готовых решений, успешно справляющихся с поставленными задачами [1–2].

Однако краткий анализ существующих аналогов (в том числе «1С:Университет» и «Галактика») выявил следующие недостатки: слабое развитие сферы предоставления актуальной информации о расписании участникам образовательного процесса в реальном режиме времени, необходимость использования развитых ИТ-компетенций для поддержки систем [2]. Вместе с тем можно выделить еще один существенный недостаток: сбор информации, необходимой для корректной работы методов, требует огромного количества вводных данных, сбор и внесение которых по временным затратам соизмеримы с трудозатратами на ручное составление расписания.

В подобных условиях разработка методов по упрощению формирования входных условий, включая распределенный сбор, формализацию предпочтений преподавателей и поддержку автоматического составления расписания с учетом исключения наложений и соблюдения критериев оптимизации, становится актуальной задачей. Особенно остро проблема ощущается в образовательных организациях, в учебном процессе которых задействованы привлеченные узкопрофильные специалисты, а расписание требует частых корректировок.

Постановка задачи

В связи с этим основной задачей Центра веб-технологий ТУСУРа становится разработка оптимизированных методов сбора начальных условий совместно с реализацией алгоритмов автоматического составления расписания. Полученное решение должно быть доступно двум типам участников учебного процесса: методистам по расписанию, а также профессорско-преподавательскому составу. Система сбора пользовательских предпочтений должна иметь авторизированный доступ для идентификации пользователей и быть полностью web-ориентирована. Все требования должны быть формализованы и структурированы, без возможности введения пользователем информации, отклоняющейся от заложенной в системе.

Решение задачи

Планируется создать онлайн-сервис для профессорско-преподавательского состава учебного заведения с авторизированным доступом, чтобы

идентифицировать сотрудника учебного заведения. В результате входа в онлайн-сервис преподавателю должна становиться доступной возможность введения собственных требований к проведению занятий. Посредством автоматизированного сбора данных требований и хранения их всех в единой базе данных пожелания преподавателей будут подгружаться в систему составления расписания в рамках сервиса «Fliptable», не вызывая лишних хлопот у методистов по расписанию. Данное решение исключает необходимость ручного сбора и ввода требований профессорско-преподавательского состава методистами по расписанию.

Для наглядного отображения интерфейса планируемой системы сбора пользовательских предпочтений с помощью программного продукта «Myqups» были созданы макеты пользовательского интерфейса, представляющего собой визуальное статическое представление концепции интерфейса пользователя [3–4].

Требования предлагается разделять на общие настройки для всех дисциплин, проводимых преподавателем, и частные настройки для конкретной дисциплины. В самом сервисе предлагается сделать строку выбора вида настроек, с которыми далее будет идти работа (рис. 1). В зависимости от состояния каждого check-box'а будет сформирован выпадающий список: либо для частных настроек, либо для общих настроек, либо совместно для каждого типа.

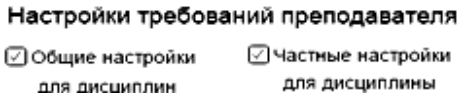


Рис. 1. Блок выбора типа настроек

В результате выбора общих настроек пользователю предлагается выбрать следующие настройки: 1) предпочитаемый корпус; 2) количество пар в день; 3) наличие окон или их отсутствие; 4) доступные для выбора дни недели (особенно актуально для преподавателей-совместителей, которые работают на нескольких должностях).

Для того чтобы все данные были формализованы, все возможные ответы преподавателя предлагаются в выпадающем списке. Вместе с тем имеется поиск в строке ввода, с помощью которого после ввода первого символа организуется поиск по выпадающему списку для сокращения вариантов ответа. В результате выбора всех пользовательских настроек следует нажать на кнопку «Сохранить», после чего данные будут переданы в базу данных (рис. 2).

К частным настройкам дисциплин следует отнести: 1) выбор дисциплины, к которой преподаватель хочет применить частные настройки; 2) группу для данной дисциплины; 3) корпус, в котором будет проходить занятие; 4) предпочтительную аудиторию для занятий.

В прототипе интерфейса для частных настроек так же, как и в общих настройках, задействован принцип выпадающего списка вместе с поиском по нему (рис. 3).

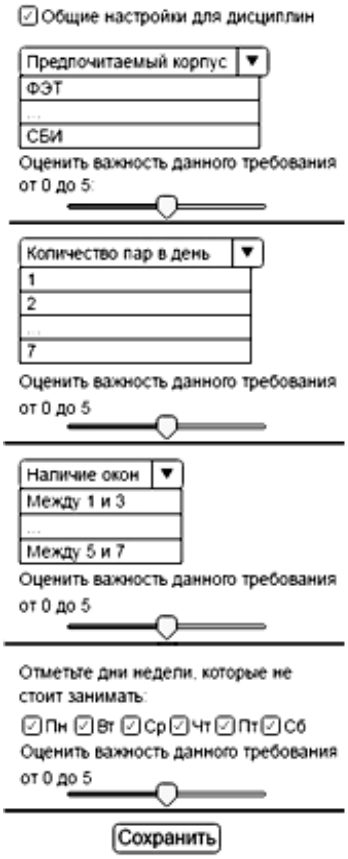


Рис. 2. Общие настройки преподавателя

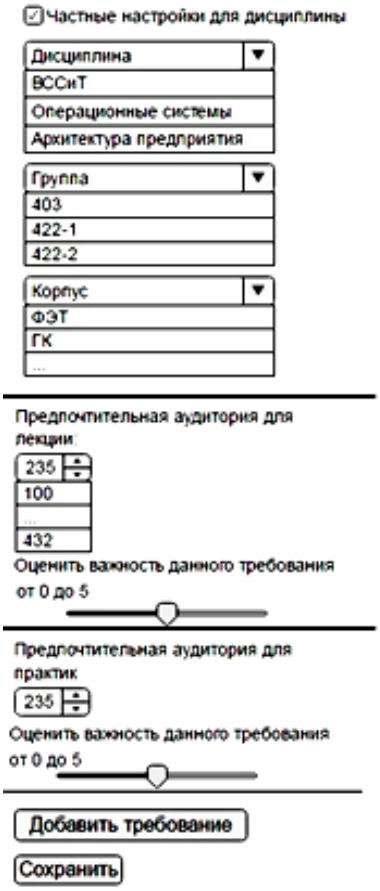


Рис. 3. Частные настройки для дисциплины

В результате выбора всех пользовательских настроек следует нажать на кнопку «Сохранить», после чего данные будут переданы в базу данных. Следует отметить, что ввиду того, что требований к различным дисциплинам может быть несколько, также реализована возможность добавить новое требование путем нажатия на кнопку «Добавить требование».

Очевидно, что составить расписание с учетом всех требований, поданных от всех преподавателей учебного заведения, будет очень сложно даже для автоматизированной системы, если каждому требованию будет присвоен одинаково высокий приоритет. В связи с этим предлагается разделять желаемые и обязательные требования путем ранжирования каждого из них по пятибалльной шкале самим преподавателем. Данный механизм предусмотрен как для общих настроек преподавателя, так и для частных настроек дисциплин.

Заключение

Результатом написания статьи стал готовый интерфейс пользователя, разработанный для системы сбора пользовательских предпочтений. Готовое решение планируется интегрировать в имеющийся сервис ведения электронного расписания «FlipTable» с целью снижения затрат администрации и методистов образовательных организаций на планирование учебного процесса. Вместе с тем, полученное решение сделает продукт более привлекательным для использования в образовательных организациях и конкурентоспособным в сравнении с desktop-приложениями, в которых уже реализован функционал автоматического составления расписания.

Литература

1. Назарова А.И. и др. Методы ведения электронного расписания в образовательных организациях // Матер. докл. XXI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2016». – Томск: В-Спектр, 2016. – Т. 3. – С. 72–75.

2. Рубанов Д.И. и др. Обзор методов автоматического составления расписания для последующего их внедрения в сервис ведения электронного расписания // Матер. докл. XXI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2016». – Томск: В-Спектр, 2016. – Т. 3. – С. 131–133.

3. Создание макета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://moqups.com, свободный (дата обращения: 16.09.2016).

4. Макет интерфейса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.visualpharm.ru/design_faq/kak-vyi-glyadit-maket-interfeysa.html, свободный (дата обращения: 16.09.2016).

УДК 519.254

С.М. Петросян, Д.М. Маркарян

Сравнительный анализ точности прогнозирования адаптивных моделей при подборе коэффициентов сглаживания

Рассматривается адаптивная модель, в основе которой лежит экспоненциальное сглаживание. Приводится пример метода экспоненциального сглаживания для прогнозирования выручки на предприятии и оценивается его точность. Производится анализ точности прогнозирования адаптивных моделей при подборке коэффициентов сглаживания, затем происходит сравнение результатов для нахождения лучшего варианта.

Ключевые слова: адаптивный метод, экспоненциальное сглаживание, ошибка модели, квадратическое отклонение, среднеквадратическое отклонение, точность прогноза.

На сегодняшний день существует множество методов для прогнозирования временных рядов (ВР), произвольных процессов, в которых известны данные прошлых и настоящих периодов времени.

Самой важной и ценной информацией в любых временных рядах являются данные последнего периода. Для того чтобы учитывать ценность данных временного ряда, необходимо использовать адаптивный метод. Ценность уровней ВР в данном методе учитывается с помощью системы весов. Одним из важных достоинств этого метода является то, что строится самокорректирующаяся модель, которая может учитывать вывод (результат) прогноза, который был сделан на предыдущем шаге. Также данный метод позволяет строить самокорректирующиеся экономико-математические модели, способные быстро реагировать на любое изменение условий, учитывая результат прогноза, который был рассчитан на предыдущем шаге.

Экспоненциальное сглаживание – один из самых распространенных методов прогнозирования ВР. Чаще всего на практике применяются методы, использующие процедуру экспоненциального сглаживания.

Для экспоненциального сглаживания ряда используется следующая формула:

$$S_t = \alpha \times y_t + (1 - \alpha) \times S_{t-1}, \quad (1)$$

S_t – значение экспонентной средней в момент времени t; α – параметр адаптации; $0 \le \alpha \le 1$.

При последовательном использовании формулы (1), экспоненциальную среднюю можно выразить через предшествующие значения уровней временных рядов:

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} (1-\alpha) \times S_{t-1}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что величина экспоненциальной средней оказывается взвешенной суммой всех уровней данного ряда. Нужно отметить, что веса каждого уровня в ряде убывают по мере их удаления в прошлое соответственно экспоненциальной функции.

Для прогнозирования ВР с помощью метода экспоненциального сглаживания необходимо выполнить следующие этапы:

1) выбрать определенный вид модели экспоненциального сглаживания, задать определенное значение параметра адаптации;

2) определить начальное значение (S_0).

Начальные условия обычно получают усреднением нескольких первых уровней ряда:

$$S_0 = \frac{y_1 + y_2}{m} \quad \text{или} \quad S_0 = S_1;$$

3) произвести расчет всех значений экспоненциальных средних;

4) прогнозируем на одну точку вперед, находим отклонения фактического значения временного ряда от прогнозируемых;

5) окончательная прогнозная модель формируется на последнем шаге в момент $t = n$.

Рис. 1. Схема построения адаптивных моделей прогнозирования: Y_t – фактические уровни временного ряда; $\breve{y}_t$ – прогноз, сделанный в момент t на ĭ единиц времени (шагов) вперед; E_{t+1} – ошибка прогноза

Рассмотрим применение метода экспоненциального сглаживания для прогнозирования выручки на примере предприятия ООО «Спутник» и оценим его точность. Для расчетов с помощью метода экспоненциального сглаживания применим следующую формулу:

$$S_{t+1} = kx_t + (1 - k)\, S_t,$$

где S_{t+1} – прогноз на следующий период $t + 1$; x_t – значения, применяемые для прогноза в текущий период времени t (для нашего примера это выручка); k – коэффициент сглаживания ряда $0 < k < 1$; S_t – значение прогноза на текущий период t.

Для первого периода за S_1 примем значение, равное x_1, т.е. выручка за период S_1 равна значению в первый месяц.

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 1

k1=	0,7

Месяц	Выручка	Прогноз S(t+1)	Ош
Январь	21 846 624	21 846 624	
Февраль	22 869 332	21846624	
Март	25 365 589	22562519,6	
Апрель	18 256 985	24524668,18	
Май	36 259 223	20137289,95	
Июнь	12 456 223	31422643,09	
Июль	20 368 964	18146149,03	
Август	38 256 336	19702119,51	
Сентябрь	42 256 259	32690071,05	
Октябрь		39386402,62	
Ноябрь		11815920,78	
Декабрь		3544776,235	

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 2

k2=	0,2	точн

Месяц	Выручка	прогноз	оши
Январь	21 846 624	21 846 624	
Февраль	22 869 332	21846624	
Март	25 365 589	22051165,6	
Апрель	18 256 985	23123133,48	
Май	36 259 223	23271131,54	
Июнь	12 456 223	23361676,56	
Июль	20 368 964	27629359,07	
Август	38 256 336	18590712,02	
Сентябрь	42 256 259	23412962,81	
Октябрь		34603308,64	
Ноябрь		31509122,09	
Декабрь		9452736,628	

Рис. 2. Расчет прогноза при $k = 0,7$ и $k = 0,2$

За коэффициент сглаживания примем следующие значения: $k = 0,7$, $k = 0,2$ и посмотрим его влияние на прогноз.

Из рис. 3 видно, что при $k = 0,7$ прогноз на следующий период очень близок к фактическим данным (выручке), чем при $k = 0,2$.

Рис. 3. График оценки точности прогноза

Теперь рассчитаем точность прогноза при $k = 0,7$ и $k = 0,2$. Для этого необходимо:

1. Найти ошибку модели.

$$\varepsilon = S_t - S_{t+1},$$

где ε – ошибка модели; S_t – фактическая выручка; S_{t+1} – прогноз выручки.

2. Найти квадратическое отклонение.

Квадратическое отклонение – это отношение квадрата ошибки модели к квадрату прогноза за этот период.

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 1

k1=	0,7	т

Месяц	Выручка	Прогноз 1	Ошибка1	с т с
Январь	21 846 624	21 846 624	0	
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	
Март	25 365 589	22562519,6	2 803 069	
Апрель	18 256 985	24524668,18	-6 267 683	
Май	36 259 223	20137289,95	16 121 933	
Июнь	12 456 223	31422643,09	-18 966 420	
Июль	20 368 964	18146149,03	2 222 815	
Август	38 256 336	19702119,51	18 554 216	
Сентябрь	42 256 259	32690071,05	9 566 188	
Октябрь		39386402,62	-39 386 403	

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 2

k2=	0,2	точность2	

Месяц	Выручка	прогноз 2	ошибка2	с в е с
Январь	21 846 624	21 846 624	0	
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	
Март	25 365 589	22051165,6	3 314 423	
Апрель	18 256 985	23123133,48	-4 866 148	
Май	36 259 223	23271131,54	12 988 091	
Июнь	12 456 223	23361676,56	-10 905 454	
Июль	20 368 964	27629359,07	-7 260 395	
Август	38 256 336	18590712,02	19 665 624	
Сентябрь	42 256 259	23412962,81	18 843 296	
Октябрь		34603308,64	-34 603 309	

Рис. 4. Расчёт ошибки модели (k = 0,7 и k = 0,2)

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 1

k1=	0,7	точность1

Месяц	Выручка	Прогноз 1	Ошибка1	среднеквадратическое отклонение1
Январь	21 846 624	21 846 624	0	0
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	0,002191466
Март	25 365 589	22562519,6	2 803 069	0,015434498
Апрель	18 256 985	24524668,18	-6 267 683	0,065314227
Май	36 259 223	20137289,95	16 121 933	0,640961848
Июнь	12 456 223	31422643,09	-18 966 420	0,364321923
Июль	20 368 964	18146149,03	2 222 815	0,015005058
Август	38 256 336	19702119,51	18 554 216	0,886868728
Сентябрь	42 256 259	32690071,05	9 566 188	0,085633972
Октябрь		39386402,62	-39 386 403	1

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 2

k2=	0,2	точность2	

Месяц	Выручка	прогноз 2	ошибка2	среднеквадратическое отклонение2
Январь	21 846 624	21 846 624	0	0
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	0,002191466
Март	25 365 589	22051165,6	3 314 423	0,022591906
Апрель	18 256 985	23123133,48	-4 866 148	0,04428711
Май	36 259 223	23271131,54	12 988 091	0,311498295
Июнь	12 456 223	23361676,56	-10 905 454	0,21791115
Июль	20 368 964	27629359,07	-7 260 395	0,069052417
Август	38 256 336	18590712,02	19 665 624	1,11898281
Сентябрь	42 256 259	23412962,81	18 843 296	0,647740421
Октябрь		34603308,64	-34 603 309	1

Рис. 5. Расчёт квадратического отклонения (k = 0,7 и k = 0,2)

3. Среднеквадратическое отклонение. Чтобы определить среднеквадратическое отклонение, нужно найти среднее значение квадратических отклонений за весь анализируемый период.

4. Точность прогноза. Для нахождения точности прогноза необходимо от 1 отнять среднеквадратическое и умножить на 100% отклонение.

После всех расчетов мы можем проанализировать, что при коэффициенте сглаживания k = 0,7 точность прогнозирования составляет 77%, что на 4% больше, чем при коэффициенте сглаживания k = 0,2. Следовательно, для данного прогнозирования временного ряда нужно использовать коэффициент сглаживания, равный 0,7.

Данный метод является одним из простых для нахождения прогноза, но не самым лучшим, так как может применяться только при прогнозировании в краткосрочный период времени.

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 1

k1=	0,7	точность1

Месяц	Выручка	Прогноз 1	Ошибка1	среднеквадратическое
Январь	21 846 624	21 846 624	0	0
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	0,0022
Март	25 365 589	22562520	2 803 069	0,0154
Апрель	18 256 985	24524668	-6 267 683	0,0653
Май	36 259 223	20137290	16 121 933	0,641
Июнь	12 456 223	31422643	-18 966 420	0,3643
Июль	20 368 964	18146149	2 222 815	0,015
Август	38 256 336	19702120	18 554 216	0,8869
Сентябрь	42 256 259	32690071	9 566 188	0,0856
			среднеквадратическое отклонение1	0,2306
			точность 1	**76,936**

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ 2

k2=	0,2	точность2	

Месяц	Выручка	прогноз 2	ошибка2	среднеквадратическое
Январь	21 846 624	21 846 624	0	0
Февраль	22 869 332	21846624	1 022 708	0,0022
Март	25 365 589	22051165,6	3 314 423	0,0226
Апрель	18 256 985	23123133,48	-4 866 148	0,0443
Май	36 259 223	23271131,54	12 988 091	0,3115
Июнь	12 456 223	23361676,56	-10 905 454	0,2179
Июль	20 368 964	27629359,07	-7 260 395	0,0691
Август	38 256 336	18590712,02	19 665 624	1,119
Сентябрь	42 256 259	23412962,81	18 843 296	0,6477
			среднеквадратическое отклонение2	0,2705
			точность 2	**72,953**

Рис. 6. Расчёт точности прогноза (k = 0,7 и k = 0,2)

Литература

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М., 2003. – С. 90–97.

2. Назаров М.Г. Курс социально-экономической статистики. – М., 2000. – С. 453–457.

3. Тебуева Ф.Б., Стреблянская Н.В. Прогнозирование уровней паводков с использованием адаптивных методов взвешенного усреднения / Фундаментальные и прикладные исследования: новое слово в науке: сб. науч. докл. Третьей Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2016. – С. 92–103.

4. Kopytov V.V., Petrenko V.I., Tebueva F.B., Streblianskaia N.V. An Improved Brown's Method Applying Fractal Dimension to Forecast the Load in a Computing Cluster for Short Time Series // Indian Journal of Science and Technology. – May 2016. – Vol. 9, Is. 19. – P. 1–9. – Режим доступа: http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/93909

5. Тебуева Ф.Б., Стреблянская Н.В. Адаптивный метод прогнозирования для коротких временных рядов природных процессов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Естественные и технические науки. – 2016. – № 6. – С. 83–87.

УДК 004.045; 004.62; 004.91

А.Г. Самбурский, А.С. Тимофеенко, А.А. Терентьева

Разработка концептуальной модели и архитектуры облачной платформы ведения реестра информационных проектов

Описан процесс создания архитектуры и модели данных облачной платформы ведения реестра информационных проектов. Проектирование и разработка велись в рамках программы группового проектного обучения. Полученный продукт будет использован в отделе коммерциализации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Ключевые слова: облачная платформа ведения реестра инновационных проектов, система управления базами данных (СУБД), концептуальная модель, база данных, ERD-модель, семантическая модель, реляционная модель.

Современный рынок облачных технологий содержит огромное количество программных продуктов, способных удовлетворить требования почти любого пользователя. На сегодняшний день сегмент облачных решений является одним из наиболее перспективных рынков программных продуктов.

Облачная платформа ведения реестра информационных проектов является частью информационной системы для обеспечения мониторинга и управления проектами офиса коммерциализации разработок Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Основной задачей облачной платформы ведения реестра информационных проектов является продвижение продуктов и технологий, разрабатываемых в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники, среди которых можно выделить разработки в области информационных технологий.

Основными функциями информационной системы являются:

- предоставление инициатором необходимых данных в электронном виде посредством использования сети Интернет;
- обеспечение сотрудникам офиса коммерциализации разработок доступа к информации о первичных сведениях инициатора и его проектах, зарегистрированных в системе;
- обеспечение обратной связи с инициатором с целью информирования о статусе рассмотрения сведений о проекте;
- снижение временных затрат при предоставлении данных о проекте за счет использования облачной платформы.

Данная информационная система имеет следующие преимущества:

- эффективный способ хранения данных;
- возможность гибкого манипулирования данными;
- классификаторы, обеспечивающие иерархичность и структурированность данных.

Концептуальная модель

Одним из основных этапов разработки платформы является проектирование структуры базы данных (БД). Для получения нормализованной БД целесообразно первоначально разработать концептуальную модель данных.

Для проектирования концептуальной модели данных было использовано средство автоматизированного проектирования Sybase Power Designer. Данное средство проектирования обладает следующим рядом преимуществ:

- большое количество вариантов представления моделей данных;
- возможность генерирования базы данных для различных систем управления базами данных (СУБД), в частности, поддержка используемой в данном проекте СУБД PostgreSQL;
- интуитивно-понятный интерфейс;
- поддержка репозитория для коллективной разработки.

В ходе проектирования концептуальной модели данных облачной платформы ведения реестра информационных проектов были выявлены следующие сущности:

- проект;
- подразделение;
- участник;
- УДК;
- ГРНТИ;
- описание проекта.

Полная концептуальная модель данных вместе с зависимостями представлена на рис. 1.

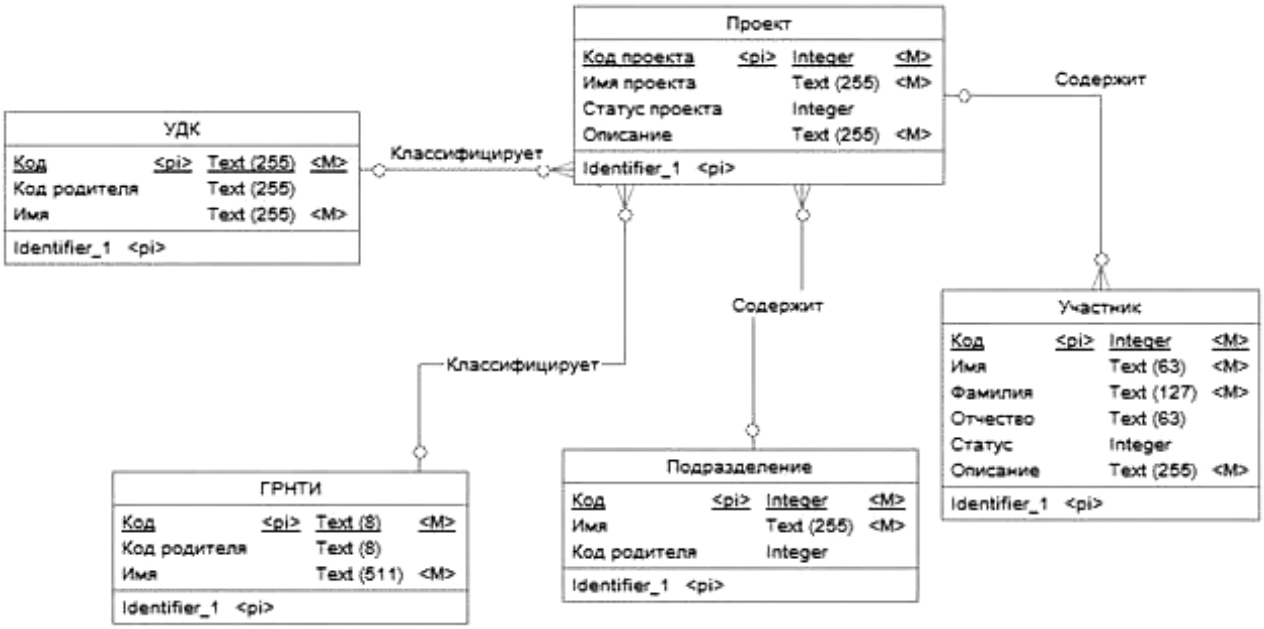


Рис. 1. Концептуальная модель данных

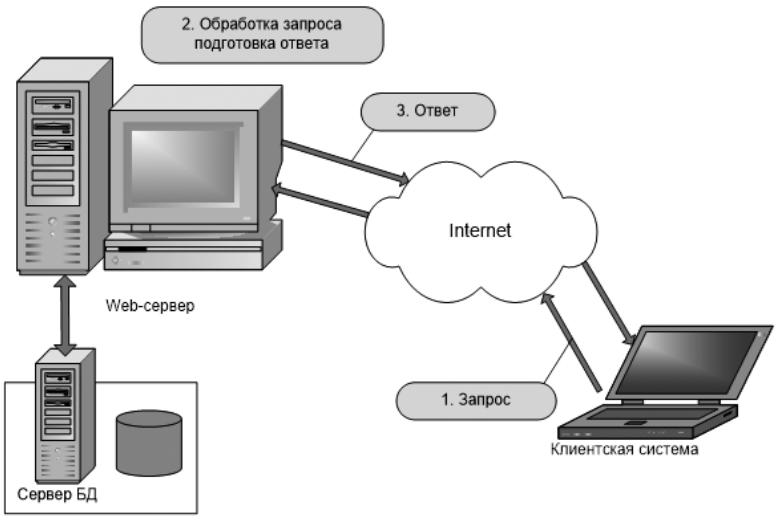


Рис. 2. Общая схема архитектуры с веб-сервером, сервером БД и клиентом

Архитектура

Облачная платформа ведения реестра информационных проектов разрабатывается в модульной архитектуре и разбивается на следующие части:

- пользовательский интерфейс;
- бизнес-логика;
- база данных.

Данный подход позволяет распределить задачи параллельно между участниками программы группового проектного обучения и тем самым ускорить разработку облачной платформы ведения реестра информационных проектов.

В архитектуре разрабатываемой системы в качестве клиента используется веб-браузер или мобильное приложение, в качестве сервера приложения используется Apache или Microsoft IIS, для хранения данных используется сервер с СУБД PostgreSQL.

Использование данной архитектуры имеет следующие достоинства:

- пользователи взаимодействуют с системой посредством веб-интерфейса через любой веб-браузер;
- пользователь может работать с системой, имея практически любую аппаратно-операционную платформу;

• пользователь может работать с платформой из любой точки мира, обладая компьютером, подключенным к Интернету;

• платформа разворачивается и обновляется только на веб-сервере, поэтому любые изменения сразу доступны для всех пользователей системы.

Как показано на рис. 2, работа серверных приложений происходит в три основных этапа:

1. Запрос. Клиент инициирует запрос к серверу с клиентской стороны.
2. Обработка запроса, подготовка ответа.
3. После формирования ответа данные передаются клиенту.

Заключение

Следует отметить, что облачная платформа ведения реестра информационных проектов является частью информационной системы, предназначенной для обеспечения деятельности офиса коммерциализации разработок Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

В настоящее время в рамках прохождения группового проектного обучения спроектирована концептуальная модель данных, предложена архитектура разрабатываемой платформы, определены основные функции платформы и выявлены преимущества её возможного применения. Предложенная архитектура «клиент–сервер» наиболее часто используется для веб-приложений, что дает больше площадок для развертывания, а концептуальная модель данных учитывает масштабируемость, в связи с чем может модернизироваться и дорабатываться в ходе выявления новых требований.

Литература

1. Сенченко П.В. Интерфейс взаимодействия геоинформационной технологии ведения электронного генерального плана со сторонними программными системами / П.В. Сенченко, Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский и др. // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № 1(27). – С. 129–134.

2. Сенченко П.В. Веб-ориентированная автоматизированная информационная система поддержки малого и среднего бизнеса томской области / П.В. Сенченко, В.С. Масляев, И.В. Лазарев // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 1(35). – С. 128–134.

3. Сенченко П.В. Обоснование целесообразности применения web-ориентированных технологий при разработке информационных систем электронного документооборота // Проблемы теории и практики управления. – 2011. – № 6. – С. 33–37.

4. Сенченко П.В. Организация баз данных: учеб. пособие. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2004. – 170 с.

УДК 519.85+004.384+658.5

И.А. Трубченинова

Применение методов математического моделирования с использованием ЭВМ для подбора персонала в сфере общественного питания

Представлено решение производственной задачи по подбору персонала с помощью математического моделирования. Применен симплекс-метод. Показано применение средств ЭВМ для нахождения оптимального решения.
Ключевые слова: математическое моделирование, симплекс-метод, средства вычислительной техники.

Любая организация, которая реализовывает производственные процессы, стремится увеличить объемы производства, но при этом минимизировать издержки. Моделирование бизнес-процессов – это эффективное средство поиска путей оптимизации планирования производства, средство прогнозирования и минимизации рисков, возникающих на различных этапах существования предприятия. В настоящее время для решения задач планирования используют методы математического моделирования, самыми распространенными из которых являются методы решения задач линейного программирования (ЗЛП).

Ранее уже были рассмотрены возможности применения линейного программирования для решения производственных задач [1], однако в данной работе представлено использование ЗЛП для подбора персонала.

Цель работы – осуществить подбор персонала для открывающегося кафе, используя ЗЛП. Для достижения данной цели требуется решить следующие задачи: определить количество необходимых работников и их квалификации, построить математическую модель.

Метод линейного программирования предполагает нахождение оптимального решения экстремальных задач, имеющих линейную зависимость между переменными и критериями. Методом линейного программирования можно решить задачи на оптимальное использование ресурсов, на оптимальное смешивание, на оптимальный раскрой, транспортные задачи, на планирование финансов, на булевы переменные, сетевой анализ проекта, что подтверждает широкое использование данного метода. Модель любой задачи линейного программирования

включает следующие компоненты: целевая функция и ограничения. Целевая функция – это уравнение, задающееся из условий задачи и приводимое к максиму или минимуму.

В общем виде модель записывается следующим образом: целевая функция

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + ... + c_nx_n \rightarrow \max(\min), \quad (1)$$

ограничения:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n \ \{\leq = \geq\}\ b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n \ \{\leq = \geq\}\ b_2, \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + ... + a_{mn}x_n \ \{\leq = \geq\}\ b_m; \\ x_1, x_2, ..., x_n > 0. \end{cases} \quad (2)$$

Основным методом решения задач линейного программирования является симплекс-метод. Симплекс-метод является универсальным для всех ЗЛП и заключается в переборе всех ограничений до тех пор, пока заданное ограничение не будет соответствовать максимуму или минимуму. Однако так как количество ограничений не бесконечно, находится такое ограничение, которое улучшит показатель функции либо к максимуму, либо к минимуму (в зависимости от условия задачи) [2, 3].

Использование математических методов в принятии решений дает возможность осуществлять комплексный анализ объективных связей между явлениями, их рациональное и наглядное описание, устанавливать степень влияния одних факторов на другие при их изменении. В итоге моделирование и оптимизация позволяют своевременно подключать дополнительные ресурсы в производственный процесс.

Однако применение научных методов становится возможным в условиях широкого внедрения современных средств вычислительной техники и информационных технологий. ЭВМ позволяют в короткое время обрабатывать математические модели, используя диалоговый режим в системе «человек–машина» [4].

Осуществляя процесс разработки решений в диалоге с ЭВМ, пользователь простейшей системы может структурировать любую ситуацию, возникающую в связи с разработкой решения, получать модифицированные результаты и их оценки, вводя в ЭВМ новые критерии и варианты, исследовать последствия изменений различных факторов для ранжирования вариантов решений, вносить коррективы в проработанные проблемные ситуации, полагаясь на новые знания о них.

Для решения подобных задач по поиску оптимального решения пользуются надстройкой «Поиск решений» табличного редактора Microsoft Excel. Надстройка «Поиск решения» работает с группой ячеек, называемых ячейками переменных решения или просто ячейками переменных, которые используются при расчете формул в целевых ячейках и ячейках ограничения. Надстройка «Поиск решения» изменяет значения в ячейках переменных решения согласно пределам ячеек ограничения и выводит результат в целевой ячейке.

Данный метод был применен на предприятии общественного питания. Кофейне-кондитерской требовалось набрать персонал на кухню вновь открываемого кафе. Нужно было принять 4 специалистов для выполнения 4 видов работ: специалист по закускам, повар для супов и вторых блюд, кондитер, бариста. На вакансии претендовано 7 специалистов различной универсальности и квалификации. В табл. 1–3 представлены возможности претендентов, запрашиваемая ими заработная плата, предполагаемая дополнительная выручка соответственно.

Таблица *1*

Возможности претендентов(X_{ij})

Раб/Претен-т	*j*1	*j*2	*j*3	*j*4	*j*5	*j*6	*j*7
i=1 (закуски)	1	1	1	0	1	1	1
i=2 (осн. блюдо)	1	0	1	1	0	1	1
i=3 (кондитер)	0	1	0	1	0	1	0
i=4 (бариста)	1	0	1	0	1	0	0
i=5 (фикт1)	0	0	0	0	0	0	0
i=6 (фикт2)	0	0	0	0	0	0	0
i=7 (фикт3)	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Запрашиваемая оплата часа работы на участках(C_{ij})

Раб/Претен-т	*j*1	*j*2	*j*3	*j*4	*j*5	*j*6	*j*7
i=1 (закуски)	125	140	150	0	120	120	130
i=2 (осн. блюдо)	145	0	140	140	0	145	145
i=3 (кондитер)	0	130	0	140	0	135	130
i=4 (бариста)	120	0	115	0	110	0	0
i=5 (фикт1)	0	0	0	0	0	0	0
i=6 (фикт2)	0	0	0	0	0	0	0
i=7 (фикт3)	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3

Предполагаемая дополнительная выручка(V_{ij})

Раб/Претен-т	*j*1	*j*2	*j*3	*j*4	*j*5	*j*6	*j*7
i=1 (закуски)	750	850	850	0	800	800	850
i=2 (осн. блюдо)	900	0	850	900	0	950	900
i=3 (кондитер)	0	130	0	140	0	135	130
i=4 (бариста)	120	0	115	0	110	0	0
i=5 (фикт1)	0	0	0	0	0	0	0
i=6 (фикт2)	0	0	0	0	0	0	0
i=7 (фикт3)	0	0	0	0	0	0	0

В данной производственной задаче для выполнения каждой работы требуется один ресурс, который может быть использован только в одной работе. Нам известны возможности претендентов (X_{ij}), запрашиваемая оплата труда (C_{ij}), предполагаемая дополнительная выручка, получаемая предприятием от найма данного претендента (V_{ij}). Построим математическую модель. Целевая функция будет следующая:

$$Z = \sum\sum X_{i,j}\,(V_{i,j} - C_{i,j}) \rightarrow \max,$$

ограничения:

$$\begin{cases} \sum X_i = 1, \\ \sum X_j = 1, \\ X \geq 0. \end{cases}$$

Введем представленные данные в MS Excel и выполним следующий алгоритм действий:

1. Найдем чистую прибыль. Из каждого элемента матрицы $v_{i,j}$ вычтем элементы матрицы $c_{i,j}$, чтобы в дальнейшем составить целевую функцию (рис. 1).

2. Составим целевую функцию (рис. 2).

3. Найдем решение: выберем ячейку с целевой функцией, определим диапазон переменных, введем необходимые ограничения (рис. 3).

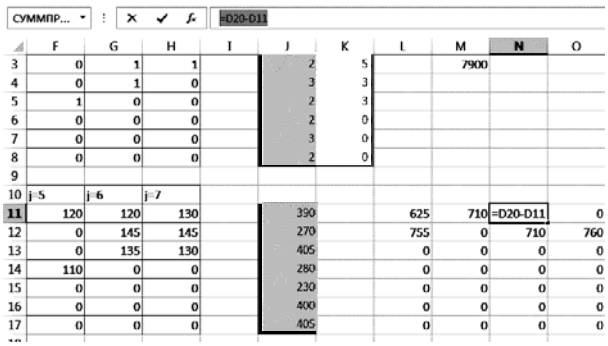


Рис. 1. Нахождение чистой прибыли в MS Excel

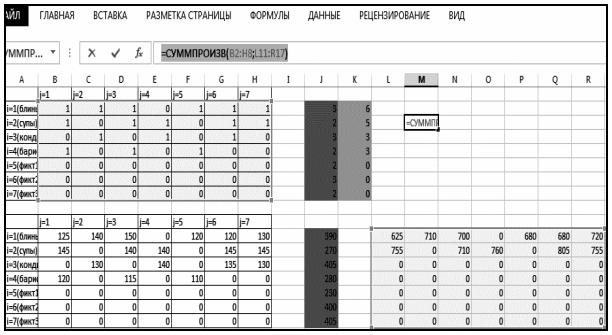


Рис. 2. Составление целевой функции

После применения симплекс-метода были получены следующие результаты: специалистом по закускам следует принять кандидата № 7, поваром вторых блюд – № 6, кондитером – № 3, бариста – № 2.

Применение математического моделирования позволяет рассматривать ситуации на производстве с разных сторон и при необходимости вносить необходимые коррективы. В данной работе благодаря симплекс-методу удалось оптимизировать процесс отбора специалистов на производство и при этом получить максимальную выгоду. Использование средств вычислительной техники позволило значительно сократить время на обработку данных и поиск решения.

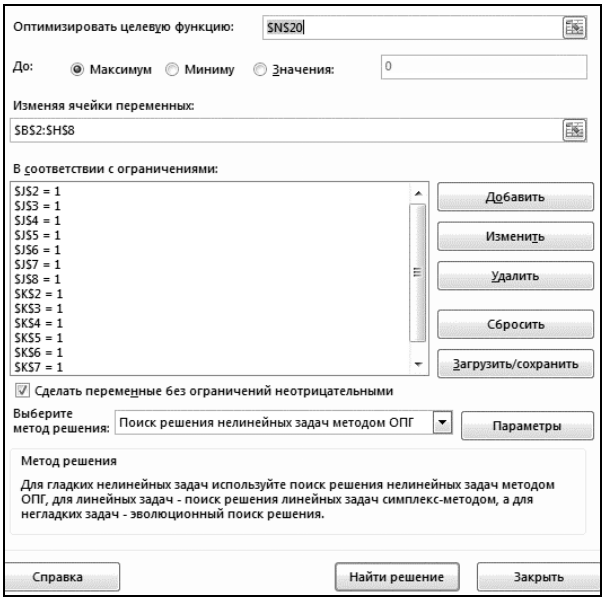


Рис. 3. Решение задачи с помощью надстройки «Поиск решений»

Литература

1. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А, Иванов К.И. Математическое моделирование рекламной кампании // Доклады ТУСУРа. – 2010. №2-1 (22).– С. 342–349.

2. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А. Сборник задач по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений»: учеб. пособие. – Томск: каф. ТУ, ТУСУР, 2012. – 53 с.

3. Трубченинова И.А., Евдокимова Т.Е. Оптимизация производственных задач на примере сети кафетериев «Буланже» // Конференция участников ГПО ТУСУР–2014. – 2014. – С. 5.

4. Коваленок В.И. Принятие управленческих решений: учеб. пособие. – Томск: каф. ТУ, ТУСУР. – 2012. – 161 с.

УДК 338.2.005

П.И. Усачева, В.О. Реннер, Н.В. Пермякова

Когнитивное моделирование в управлении рисками программных проектов

Предлагается использование принципов когнитивного моделирования в процессе управления рисками программных проектов. Описана построенная в качестве эксперимента когнитивная карта, объединяющая рискообразующие факторы, условия их возникновения и последствия проявления.

Ключевые слова: риск, управление рисками, когнитивное моделирование, когнитивная карта.

Разработка рыночных программных продуктов относится к высоко рискованному бизнесу, что подтверждается статистикой, представленной в ежегодных (1994–2015 гг.) отчетах Standish Group.

Риск при управлении проектами – это вероятность возникновения определенной ситуации, негативно влияющей на проект. Очевидно, что для наиболее безопасного протекания проекта необходимо управлять рисками. Управление рисками – деятельность, направленная на снижение вероятности возникновения рисковых ситуаций и на уменьшение негативного влияния таких ситуаций на проект. Совмещает в себе аналитическую деятельность, моделирование и построение стратегий, призванных минимизировать идентифицированные риски.

Управление рисками регламентируется ГОСТом, а так же рекомендации по риск-менеджменту даются в PMBOOK. Согласно [1, 2] процесс управления рисками состоит из нескольких последовательных этапов, в результате выполнения которых проводится выявление рискообразующих факторов, их качественное и количественное описание, ранжирование идентифицированных факторов и выбор стратегии управления рисками, направленной на минимизацию факторов, имеющих самый высокий ранг. Существующие методики [3–5] описания рискообразующих факторов, вычисления рейтинга факторов и последующий выбор стратегии управления рисками основываются на утверждении, что оцениваемые факторы риска независимы.

В реальной жизни очевидна взаимосвязь факторов риска – последствия некоторых факторов могут стать условием возникновения других факторов или при изменении вероятности возникновения одного фактора могут существенно измениться вероятности наступления других факторов.

Основы когнитивного моделирования

Поскольку все вычисления и выводы, выполняемые в процессе управления рисками, основаны на экспертном мнении, которое формируется людьми, наиболее компетентными в выбранной предметной области, а не на точных данных, задачу управления рисками проекта можно отнести к слабоформализуемым задачам. И в этом случае для анализа текущего состояния проекта и построения рископонижающей стратегии можно использовать когнитивное моделирование.

Когнитивный (cognition – познание от англ.) обозначает новое перспективное направление развития систем искусственного интеллекта (когнитивное моделирование и системно-когнитивный анализ), в которых ставится и решается задача автоматизации некоторых функций, реализуемых человеком, в процессе познания.

Когнитивное моделирование – это способ анализа, обеспечивающий определение силы и направления влияния факторов на перевод объекта управления в целевое состояние с учетом сходства и различия во влиянии различных факторов на объект управления.

Для анализа текущего состояния проекта необходимо провести когнитивную структуризацию предметной области.

Когнитивная структуризация предметной области – это выявление будущих целевых и нежелательных состояний объекта управления и наиболее существенных (базисных) факторов управления и внешней среды, влияющих на переход объекта в эти состояния, а также установление на качественном уровне причинно-следственных связей между ними, с учетом взаимовлияния факторов друг на друга.

Базисные факторы могут выявляться с помощью такого метода, как PEST-анализ [6]. Он хорошо подходит для анализа внешней и внутренней среды объекта.

Результаты когнитивной структуризации отображаются с помощью когнитивной карты (модели).

Классическая когнитивная карта – это ориентированный граф, в котором привилегированной вершиной является некоторое будущее (как правило, целевое) состояние объекта управления, остальные вершины соответствуют факторам. Дуги, соединяющие факторы с вершиной состояния, имеют толщину и знак, соответствующий силе и направлению влияния данного фактора на переход объекта управления в данное состояние, а дуги, соединяющие факторы, показывают сходство и различие во влиянии этих факторов на объект управления.

Практическая реализация

В процессе изучения различных методологий формирования наиболее эффективной стратегии по управлению рисками в программных проектах была создана когнитивная карта, основанная на базе данных рискообразующих факторов [7]. Далее представлен алгоритм ее построения и часть когнитивной карты, отражающей взаимосвязи между факторами, их последствиями, условиями проявления и мероприятиями по ликвидации последствий.

Шаги алгоритма могут быть выполнены в другой последовательности, но для создания более полной когнитивной карты необходимо выполнение их всех.

1. Выбор базовых факторов модели, т.е. тех, у которых наибольшее число взаимосвязей и влияние на остальные объекты системы.
2. Добавление на карту других значимых объектов, относящихся к выделенным факторам: условий и последствий их проявления, мероприятий по ликвидации последствий.
3. Создание направленных связей между объектами системы. На данном этапе важно учитывать, что тип связи будет «многие ко многим», например, связи могут быть построены между факторами таким образом, что один фактор является условием проявления другого.
4. Определение весов связей, т.е. взаимовлияния объектов друг на друга на основе экспертных оценок.
5. Оптимизация полученной карты, т.е. упрощение модели путем соединения некоторых объектов и удаления незначимых связей.

В соответствии с описанным алгоритмом была построена когнитивная карта по базе рискообразующих факторов, собранных ранее (рис. 1).

Описанная в данной статье модель учитывает взаимосвязи факторов, условий и последствий. Такая интерпретация имеющейся информации дает

наиболее верное представление об имеющихся рисках, а это, в свою очередь, может повысить эффективность деятельности риск-менеджера. Благодаря данной модели менеджер может наиболее эффективно оценить различные стратегии и выбрать из них наиболее подходящую к конкретной ситуации, так как карта позволяет увидеть ситуацию, в которой находится проект, с различных сторон.

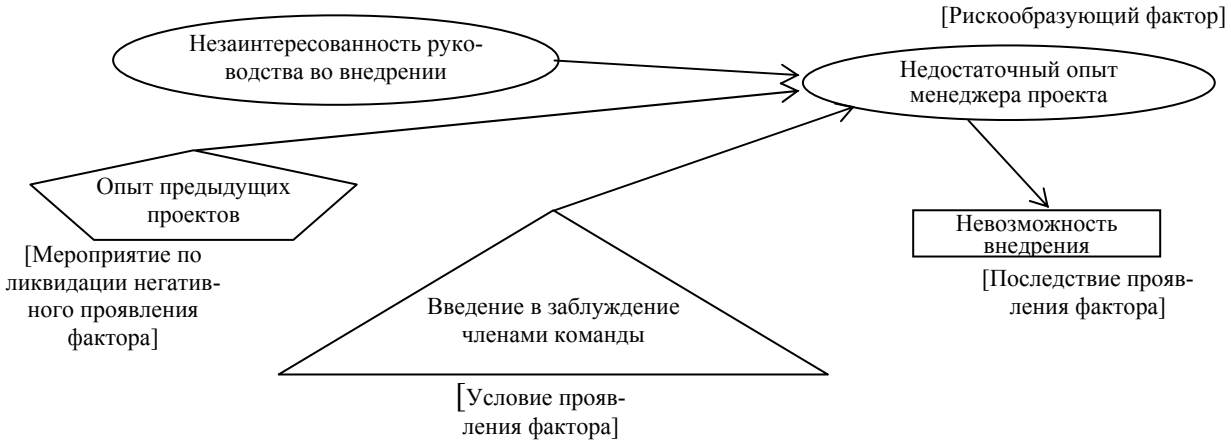


Рис. 1. Пример когнитивной карты

Следующим этапом исследования планируется проведение расчетов взаимозависимости факторов друг от друга и оптимизация модели.

Подводя итог вышесказанному, хочется отметить, что данные принципы построения модели по представленному алгоритму могут применяться во многих других предметных областях без изменений как во внешнем представлении, так и в расчетах, что позволяет назвать когнитивное моделирование гибким инструментом при проведении анализа и планирования проектов.

Литература

1. Профессиональный стандарт: Управление рисками (риск-менеджмент) организации. – М.: RusRisk, 2012. – 60 С.

2. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). – 4-е изд. – М.: Project Management Institute, 2013. – 586 с.

3. Ехлаков Ю.П. Классификация и описание рискообразующих факторов при создании программных продуктов // Доклады ТУСУРа. – 2013. – № 4 (30). – С. 142–147.

4. Ехлаков Ю., Пермякова Н. Методика нечеткого описания рискообразующих факторов программного продукта / Ю. Ехлаков, Н. Пермякова // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2016. – № 1. – С. 218–223.

5. Ехлаков Ю.П. Нечеткая модель оценки рисков продвижения программных продуктов / Ю.П. Ехлаков, Н.В. Пермякова // Бизнес-информатика. – 2014. – № 2(28). – С. 69–78.

6. Авдошин С.М. Информатизация бизнеса. Управление рисками / С.М. Авдошин, Е.Ю. Песоцкая. – М.: ДМК-Пресс, 2011. – 176 с.

УДК 659.118.2

Е.А. Голубева, К.Б. Затирко, Е.К. Малаховская, А.А. Голубева

Оценка рынка программных продуктов в сфере медицинских информационных систем (на примере аналитической информационной системы «Workspace Manager»)

Анализируется и оценивается рынок программных продуктов в сфере медицинских информационных систем. Устанавливаются критерии для проведения сравнения медицинских информационных систем, рассматриваются рынки TAM, SAM, рассчитывается объем рынка. На основании полученных данных построены сценарии охвата рынка для аналитической информационной системы на рынке медицинских IT. Особое внимание уделено формированию ценностных предложений.

Ключевые слова: бизнес-аналитика, ценностные предложения, стратегия продвижения, рынок TAM, рынок SAM.

Обоснование актуальности исследования

Любой программный продукт нуждается в формировании спроса на него определенного сегмента потребителей. Согласно [1], для продвижения автоматизированной информационной системы (далее – АИС) на корпоративный рынок необходимо выявить его конкурентные преимущества, после чего провести ряд мероприятий по доведению определенной информации о продукте (в том числе о его достоинствах) до потенциальных потребителей и

стимулированию их желания приобрести и внедрить автоматизированную информационную систему в свои предприятия (организации).

На сегодняшний день одной из задач системы здравоохранения Российской Федерации является расширение и усовершенствование уже имеющихся и внедрение новых информационных систем, переход к использованию единой электронной медицинской карты, развитие телемедицины. Одновременно в наиболее прогрессивных учреждениях здравоохранения начали появляться решения из сферы бизнес-аналитики и удаленного мониторинга здоровья [2]. На рынке медицинских информационных систем сегодня существуют различные программные продукты, решающие широкий круг задач. Например, «Пациент.NET» – аналитический инструмент, предназначенный для стандартизации медицинской документации путем накапливания статистический данных; «1С: Медицина.Больница» – автоматизация деятельности медицинских учреждений, оказывающих медицинскую помощь как в амбулаторно-поликлинических, так и в стационарных услових; система «CGM CLININET» предназначена для сравнения данных и составления прогнозов на будущее, используя конкретные (входные) данные. Одной из АИС является продукт, разработанный в рамках группового проектного обучения на базе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники – автоматизированная информационная система «WorkSpace Manager» (далее – АИС «WSM»). Разработанная АИС предназначена для внедрения и работы в медицинском учреждении, с целью повышения качества и увеличения работоспособности его сотрудников, в лице руководителя и статистика.

Ценностные предложения АИС «WSM»

Продвижение АИС «WSM» на рынок медицинских информационных услуг необходимо для ознакомления потенциальных покупателей (потребителей) с продуктом и как следствие его приобретения. Для продвижения программного продукта на корпоративный рынок медицинских информационных систем необходимо сформировать ценностное предложение. В соответствии с [3] ценностным предложением является совокупность преимуществ товаров (услуг), которые компания готова предложить, отвечающих запросам определенного потребительского сегмента.

В связи с чем в рамках планирования стратегии продвижения программного продукта были определены ценностные предложения системы АИС «WSM». Ценностные предложения автоматизированной информационной системы «WorkSpace Manager»:1. АИС являются веб-ориентированным мобильным приложением, с которым удобно работать как на стационарных компьютерах, так и на ноутбуках, планшетах и смартфонах (мобильность и универсальность для использования).

2. АИС «WSM» – удобный инструмент, который позволяет визуализировать данные в виде нескольких графиков с настраиваемыми фильтрами и отчетами (быстрый перевод текстовой информации в графическую).

3. Позволяет руководителю увидеть и проанализировать ситуацию в целом по своей медицинской организации, в том числе в разбивке по подразделениям, в целях своевременного определения точек, требующих принятия управленческих решений, и повышения эффективности функционирования в целом (аналитический инструмент поддержки принятия управленческих решений).

4. Предоставление наглядной информации для руководителя медицинской организации, визуализация данных в виде графиков и отчетов, которая позволяет легко принимать решения для дальнейшего развития медицинской организации.

5. Экономит время работников медицинской организации и ускоряет процесс формирования медицинской документации.

6. Интуитивно-понятный интерфейс системы сводит время на обучение её использования сотрудниками медицинских учреждений к нулю.

Сравнительный анализ медицинских информационных систем

После выявления ценностных предложений для оценки конкурентоспособности АИС «WSM» был проведен сравнительный анализ медицинских информационных систем. Среди всех представленных на рынке медицинских информационных систем (МИС) продуктов было отобрано 6 продуктов, описанных в таблице.

На основании проведенного сравнительного анализа по критериям, представленным в таблице, выявлено, что АИС «WSM» является лидером среди других информационных систем. На сегодняшний день на рынке медицинских АИС по выбранным критериям особое место занимает «CGM CLININET» – система, которая, имея конкретные данные о предприятии, может осуществлять сравнение данных и делать прогнозы на будущее. В связи с этим продукт «CGM CLININET» может составить сильную конкуренцию для «WSM» при его выходе на рынок.

Расчёт объемов рынка (TAM, SAM)

Для определения рынка, на котором планируется представить АИС «WSM», были рассчитаны данные для следующих подсегментов рынка: Total Available Market (TAM) – общий рынок всех подобных товаров во всех сегментах и для всех каналов; Serviceable Available Market (SAM) – доступный объем рынка.

Рынок TAM

В 2014 г. компания BusinessStat проанализировала российский рынок медицинских услуг. По данным исследования [4], к концу 2014 г. в России насчитывалось 27 тыс. медицинских учреждений разного профиля. Большинство из них являются частными – их доля составила 71,1% от общего числа клиник. Таким образом, все медицинские учреждения (из них 19 197 – частные клиники и 7 803 – государственные) являются потенциальными потребителями АИС «WSM».

Сравнительный анализ АИС

Характеристики	Системы							
	IRMS	МИС «Отделение патоморфологии»	Веб-приложение, «Аксмор»	МИС «Пациент .NET»	Стат Экспресс	Система CGM CLINNET	АИС WorkSpace Maneger	RAMED. КМИС
Позволяет проводить анализ данных и делать выводы в виде отчета	+	+	+	+	+	+	+	+
Визуализация данных для руководителя организации при помощи графиков с настраиваемыми фильтрами			+			+	+	
Позволяет проводить анализ данных и делать выводы в виде отчета для модуля стационара							+	
Позволяет проводить анализ данных и делать выводы в виде отчета для модуля «дневной стационар»							+	
Позволяет проводить анализ данных и делать выводы в виде отчета для модуля «поликлиники»							+	
Позволяет проводить анализ данных и делать выводы в виде отчета для модуля «кадры»							+	
Фильтрация и сортировка статистической информации							+	+
Система позволяет настроить различные роли пользователей			+				+	+
Автоматический расчет вводимых величин, по выбранным модулям	+		+	+	+	+	+	
Возможность перехода между модулями	+			+		+	+	+
Возможен вход в систему как с компьютера, так и с планшета и телефона				+			+	
Вход в систему осуществляется через интернет-браузер, устанавливается полный пакет ПО	Интернет-браузер	Устанавливается полный пакет ПО	Интернет-браузер	Интернет-браузер	Устанавливается полный пакет ПО	Интернет-браузер	Интернет-браузер	Устанавливается полный пакет ПО
Интуитивно-понятный интерфейс						+	+	

Рынок SAM

По проведенным расчетам, опираясь на статистику BusinessStat и функциональные характеристики самого продукта, выявлено, что АИС «WSM» при выходе на рынок медицинских информационных систем была бы наиболее интересна и полезна в первую очередь государственным медицинским учреждениям. Следовательно, рынок SAM составляет 7 803 организации – потенциальных потребителей.

Представленные данные позволили рассчитать прогнозные значения ёмкости рынка в перспективе на 5 лет. В итоге смоделировано 3 сценария охвата рынка АИС «WSM»:

1. Оптимальный сценарий: 8 продаж в месяц, 96 продаж в год. Охват рынка 57,14%.

2. Базовый сценарий: 4 продажи в месяц, 48 продаж в год. Охват рынка 28,57%.

3. Кризисный сценарий: 2 продажи в месяц, 24 продажи в год. Охват рынка 14,28%.

Проведенные расчеты показывают, что при правильно выстроенной стратегии продвижения можно охватить больше половины всего рынка за 5 лет.

Заключение

В результате проведенного анализа программного продукта АИС «WSM» были сформулированы ценностные предложения, которые позволили выявить преимущества перед продуктами-конкурентами на рынке медицинских информационных систем. По результатам сравнительного анализа автоматизированных информационных систем выявлено, что АИС «WSM» не уступает лидерам рынка. Моделирование сценариев охвата рынка, позволили сделать вывод, что при правильно выстроенной стратегии продвижения данного продукта на корпоративный рынок за 5 лет может быть охвачено 56% целевого рынка (медицинских организаций).

Литература

1. Гольдштейн Г.Я., Катаев А.В. Маркетинг: учеб. пособие для магистрантов. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. – 107 с.

2. IT в здравоохранении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cnews.ru/reviews/publichealth2015, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

3. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://it.rfei.ru/course/~VmCA/~yvuyxFKo/~Q5o7Oobz, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

4. Анализ рынка медицинских услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://businesstat.ru/russia/services/health/medicine/analiz_rynka_medicinskih_uslug_v_rossii/, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

Секция 16

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

*Председатель секции – **Дмитриев Вячеслав Михайлович**, д.т.н., профессор, зав. каф. МиСА*

УДК 621.376.23

А.А. Световидов

Разработка лабораторного стенда для изучения синхронного детектирования

Целью данного проекта является создание образовательного стенда для лабораторной работы «Синхронное детектирование при флуктуационных помехах», выполняемой студентами при изучении курса статистической радиофизики. Здесь представлены результаты анализа работы блока аналогового фазовращателя. Учебный стенд представляет собой встраиваемый модуль, работающий совместно с платформой NI ELVIS II. Модуль содержит такие функциональные блоки, как аналоговый и цифровой фазовращатели. В результате работы были созданы макетные образцы устройства, удовлетворяющие заданным техническим требованиям.
Ключевые слова: синхронное детектирование, фазовращатель, статистическая радиофизика, задержка сигнала.

Синхронное детектирование является одним из наиболее востребованных методов выделения информационной составляющей сигнала на фоне помех во многом благодаря способности синхронного детектора сохранять соотношение сигнал/шум. По этой причине данный тип демодуляции сигнала изучается студентами старших курсов Института физики Казанского федерального университета при выполнении лабораторных заданий в рамках курса статистической радиофизики. Лабораторная установка включает в себя образовательную платформу NI ELVIS II совместно с модулем расширения Emona DATEx. Последний представляет собой платутренажер, включающую множество функциональных блоков. В работе «Синхронное детектирование при флуктуационных помехах» задействованы следующие блоки (рис. 1):

- генератор сигналов различной формы;
- аналоговый фазовращатель;
- смесители сигналов;
- фильтр низких частот.

При работе с блоком аналогового фазовращателя при частоте входного сигнала 38 кГц были замечены следующие особенности: при повороте ручки фазовращателя из крайнего левого положения в среднее (надо отметить, что ручка не проградуирована) изменение фазы сигнала составляло около 260º в то время как при повороте ручки из среднего в крайнее правое положение фаза изменялась на единицы градусов, что говорит о нелинейности управления изменением фазы. Необходимость проведения точных измерений в лабораторной работе побудила к созданию более прецизионного устройства.

Впоследствии были выдвинуты следующие требования к изготавливаемому устройству:

- частотный диапазон работы: 100 Гц – 300 кГц;
- диапазон изменения фазы: 1–180°;
- точность установки фазы в одном звене – 1°;
- физическая и электрическая совместимость с платформой NI ELVIS II.

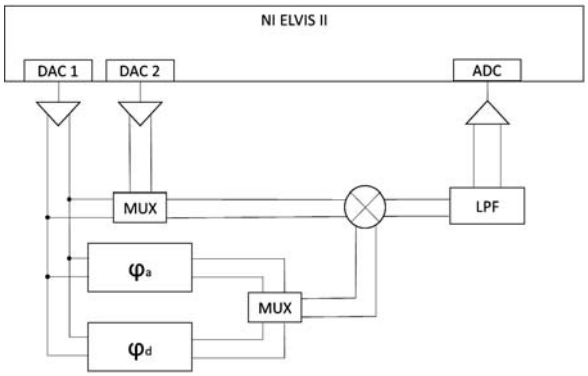


Рис. 1. Блок-схема учебного стенда

Наиболее значимыми блоками устройства являются блоки аналогового и цифрового фазовращателя. Принцип работы аналогового фазовращателя заключается в свойстве интегрирующей RC-цепи осуществлять задержку сигнала и как следствие изменять его текущую фазу [1]. Данный блок состоит из трёх каскадов; каждый каскад представляет собой операционный усилитель с цифровым потенциометром на входе и конденсатором в обратной связи [2]. В схеме присутствуют несколько конденсаторов, один из которых включается в цепь обратной связи усилителя в зависимости от частотного поддиапазона работы. Основным элементом блока цифрового фазовращателя является логическая интегральная схема (ПЛИС), запрограммированная таким обра-

зом, что выполняет функцию сдвигового регистра [3]. Оцифрованный в АЦП сигнал поступает на вход ПЛИС, затем двоичный код изменяется в соответствии с необходимым углом поворота фазы. После этого сигнал переводится с помощью ЦАП в аналоговую форму.

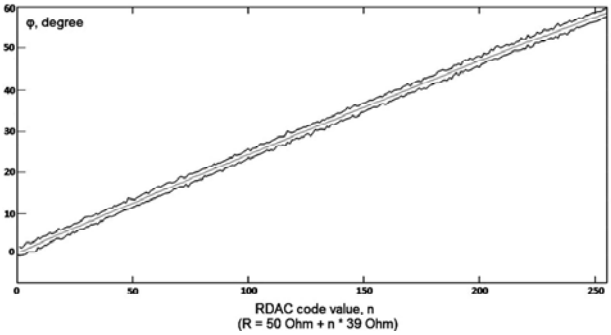


Рис. 2. Зависимость угла поворота фазы от входного кода ЦП

В результате данной работы был создан макетный образец устройства, удовлетворяющий заданным техническим требованиям. Так, на рис. 2 представлена зависимость угла поворота фазы сигнала от значения кода, принимаемого цифровым потенциометром. Из массива данных, полученных после серии из 100 измерений, выбирались максимальные и минимальные значения изменения фазы, а также вычислялись средние значения. На основе этих данных строилось 3 графика. Очевидно, что установка фазы происходит линейно.

Литература

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1986. – 488 с.

2. Jung W.G. Op Amp Applications Handbook. Chapter 5:Analog Filters. – Oxford: Newnes, 2005. – 878 p.

3. Harris D.M. Digital design and computer architecture. – New York: Morgan Kaufmann, 2013. – 712 p.

УДК 004.588, 519.673

И.О. Аксененко, В.В. Романенко

Разработка интерактивных компьютерных тренажеров по дисциплине «Методы оптимизации»

Предлагаются описание интерфейса и апробация инструмента для создания и воспроизведения тренажеров по дисциплине «Методы оптимизации» в виде веб-приложения. Фреймворк протестирован на примере методов дихотомии и Ньютона–Рафсона.

Ключевые слова: дистанционное обучение, интеграция модулей в Moodle, методы оптимизации, интерактивный компьютерный тренажер, сети Петри, фреймворк для разработки тренажеров.

Актуальность задачи

Основой для любого технического направления является дисциплина «Методы оптимизации». Она является очень важной частью подготовки специалистов и инженеров в области информационных технологий, математических, технических, экономических и других специальностей. Алгоритмы, которые изучает данная дисциплина, являются основным инструментом в процессе принятия решений при исследовании операций, в задачах оптимального управления и многих других областях науки и техники. Многие специалисты за неимением знаний и навыков работы с методами оптимизации, пытаются решить профессиональные проблемы исключительно на интуитивном уровне. Нередко это оборачивается значительными финансовыми, трудовыми, а в критических ситуациях и людскими потерями со стороны лица, принимающего решение. Вместе с тем большой объем теоретического материала и нетривиальность практических задач и алгоритмов, которые охватывает дисциплина «Методы оптимизации», делают её весьма сложной для понимания. Особенно это касается дистанционно обучающихся студентов. Многим не удается в должной мере выработать у себя математическое и алгоритмическое мышление, для того чтобы самостоятельно понять и изучить предлагаемую информацию.

Развитие информационных технологий дает возможность совершенствовать дистанционный процесс обучения. Так, перспективным на сегодняшний момент стало создание виртуальных лабораторных работ и интеллектуальных обучающих тренажеров (ИОТ). Интерактивные компьютерные тренажеры позволяют упростить процесс обучения и повысить уровень успеваемости студентов.

Активно стали использоваться интернет-технологии в процессе создания и эксплуатации программного обеспечения. Интернет-технологии позволяют получить доступ к запрашиваемому ресурсу из любой точки мира за считанные секунды. Достаточно открыть браузер и перейти по адресу URL на сайт, где расположено необходимое приложение. Такой подход не требует установки программного обеспечения непосредственно на машину пользователя и избавляет его от множества технических проблем.

В источнике [2] описано создание фреймворка для разработки интерактивных компьютерных тре-

нажеров по дисциплине «Методы оптимизации». В этой статье представлено описание интерфейса этого фреймворка и апробация его на примере метода дихотомии и Ньютона–Рафсона.

Описание интерфейса и апробация фреймворка

Рассмотрим метод деления отрезка пополам (метод дихотомии), блок-схема которого представлена на рис. 1.

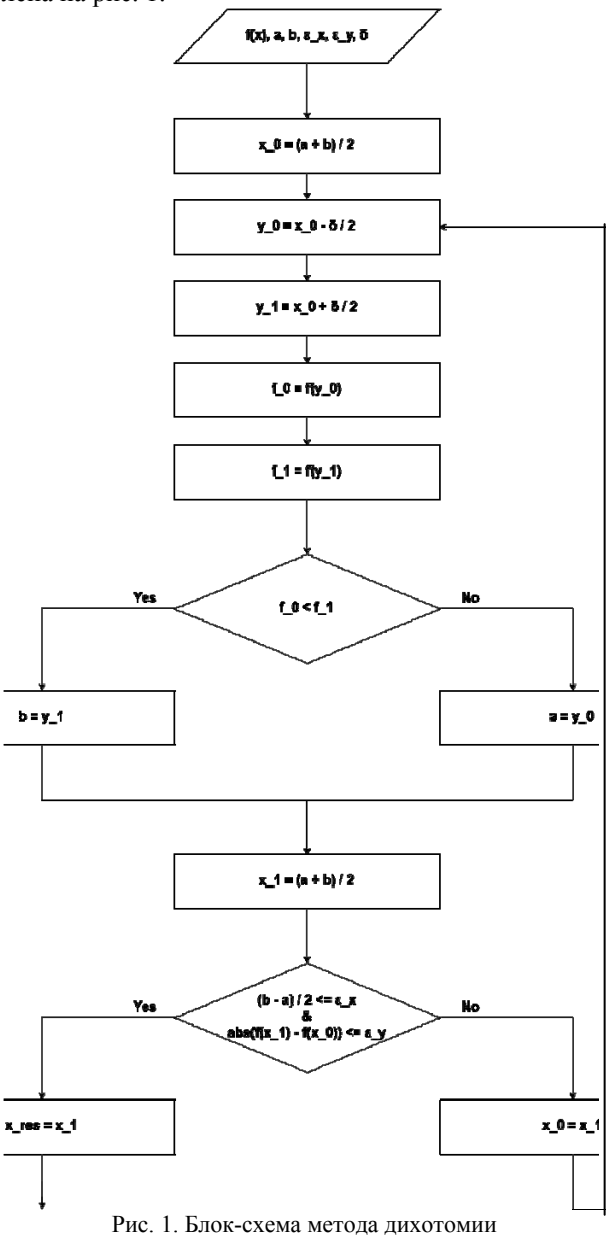


Рис. 1. Блок-схема метода дихотомии

Этот алгоритм можно смоделировать с помощью сети Петри [1], представленной на рис. 2.

Структура тренажера для метода дихотомии описывается XML-файлом, содержимое которого представлено на рис. 3. В источнике [2] описано подробное описание тегов входного XML-файла.

Создав XML-файл, представленный на рис. 3, и, поместив его в директорию Simulator _optimization_methods/doc/methods, пользователь, при загрузке приложения, увидит написанный метод в списке доступных методов фреймворка.

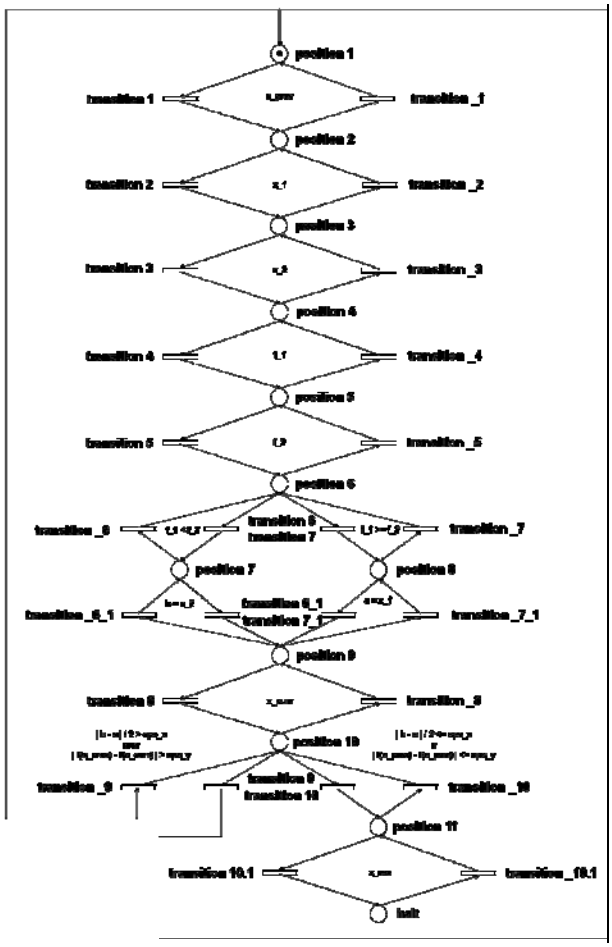


Рис. 2. Сеть Петри для метода дихотомии

```
- <method name="Метод дихотомии">
  - <parameters absolute_error="1E-4" relative_error="1E-5">
    - <parameter name="f(x)" types="input|function" name_ctrl_elem="select"
      style_ctrl_elem="width: 106px;" value_ctrl_elem="sin(x)" draw="true">
        <information>Функция</information>
        <formul value="(2 * x^2 - 34*x + 34) * exp(x-34)"/>
        <formul value="x^4"/>
        <formul value="sin(x)"/>
        <formul value="cos(x)"/>
        <graph function="f(x)=value" width="450" heigt="350" left_border="a"
        right_border="b" up_border="1" bottom_border="-1"
        count_split_points="100" style="solid" color="green" types="general"/>
      </parameter>
    + <parameter name="a" types="input|calculate" name_ctrl_elem="input"
      type_ctrl_elem="text" style_ctrl_elem="width: 100px;"
      value_ctrl_elem="-PI" error="absolute" draw="true"></parameter>
    + <parameter name="b" types="input|calculate" name_ctrl_elem="input"
      type_ctrl_elem="text" style_ctrl_elem="width: 100px;"
      value_ctrl_elem="PI/2" error="absolute" draw="true"></parameter>
    </parameters>
  - <positions>
      <position id="1" chips="1"/>
      <position id="2" chips="0"/>
      ...
      <position id="halt" chips="0"/>
    </positions>
  - <transitions>
      <transition id="1" in="1" out="2" index_parameter="6"/>
      <transition id="2" in="2" out="3" index_parameter="7"/>
      ...
      <transition id="10.1" in="11" out="halt" index_parameter="16"/>
      <transition id="_1" in="2" out="1" index_parameter="6"/>
      <transition id="_2" in="3" out="2" index_parameter="7"/>
      ...
      <transition id="_10.1" in="halt" out="11" index_parameter="16"/>
    </transitions>
</method>
```

Рис. 3. Структура XML-файла для метода дихотомии

При загрузке приложения перед пользователем появляется форма, представленная на рис. 4. Здесь пользователь выбирает необходимый режим работы тренажера и метод оптимизации, необходимый для изучения.

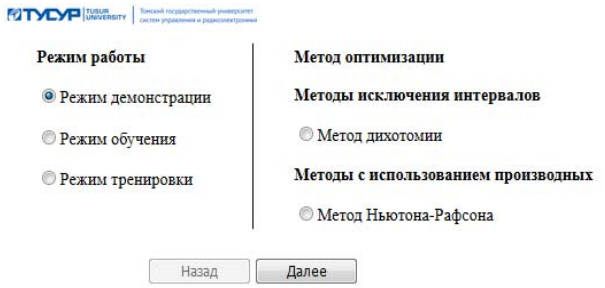


Рис. 4. Форма установок тренажера

После заполнения формы, изображенной на рис. 4, необходимо нажать кнопку «Далее», после чего загрузится форма для ввода параметров выбранного метода (рис. 5). Здесь пользователь может ввести любые допустимые исходные данные для заданного метода оптимизации и приступить к процессу решения, нажав кнопку «Далее».

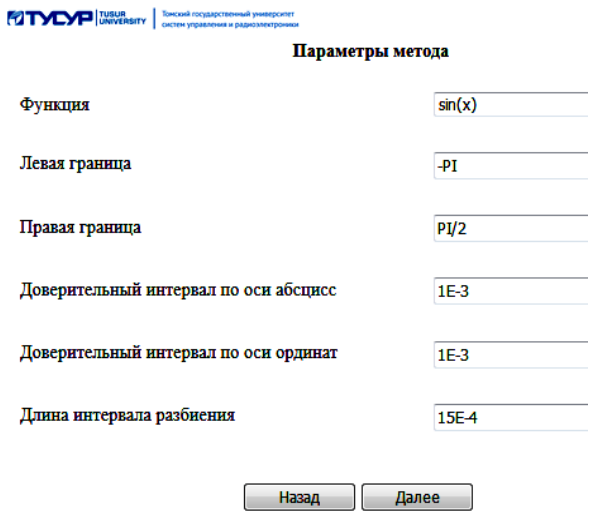


Рис. 5. Форма ввода начальных параметров

После запуска тренажера загрузится основная форма тренажера, на которой происходят вычисления. Форма определяет три области: «Алгоритм», «Аргументы» и «Графическая интерпретация».

В области «Алгоритм» отображено дерево данного метода оптимизации. Текущий шаг здесь обозначен выделением (указателем). Указатель перемещается по дереву в процессе вычисления.

В области «Аргументы» перечислены все вычисляемые аргументы данного метода оптимизации. В режиме демонстрации значения этих аргументов вычисляются автоматически и отображаются в соответствующих полях. В этом режиме поля для ввода недоступны. В режиме обучения и проверки становится доступно для ввода только то поле, аргумент которого необходимо вычислить на данном шаге. В режиме обучения поля необходимо заполнять пользователю самостоятельно, но в случае, если пользователь испытывает затруднения, он может воспользоваться подсказкой и нужное поле заполнится автоматически. В режиме проверки подсказкой пользователь воспользоваться не сможет.

В области «Графическая интерпретация» отображены график целевой функции и необходимые параметры алгоритма. При изменении этих параметров в процессе вычислений, на графике автоматически происходят изменения. Этот процесс наглядно демонстрирует приближение к точке экстремума.

Управление представлено пятью кнопками: «На начало», «Далее», «Назад», «В конец», «Подсказка» с помощью которых осуществляется управление процессом решения. Назначение каждого элемента управления напрямую вытекает из соответствующего названия и должно быть интуитивно понятно пользователю.

Блок-схему, сеть Петри и вычисления для метода Ньютона–Рафсона интересующийся читать может посмотреть соответственно в приложениях Г, Д и З источника [2].

Достоинства и недостатки разработанного приложения

Разработанный инструмент обладает существенными преимуществами перед его аналогами. Основное преимущество разработанного инструмента – это его универсальность. Под универсальностью здесь понимается то, что разработанный инструмент является фреймворком, который способен создавать и воспроизводить любые тренажеры по дисциплине «Методы оптимизации». Такие тренажеры описываются простым и интуитивно понятным языком разметки XML. Это позволяет любому человеку, который не знаком с языками программирования, с легкостью создать и добавить новый тренажер в разработанный продукт.

В остальном разработанный инструмент повторяет функциональность локального ИКТ по «Методам оптимизации», разработанного на кафедре АСУ ТУСУРа [3]. Отличием от этого ИКТ является то, что инструмент разработан для использования в сети Internet, что дает массу преимуществ, среди которых можно выделить:

1) кроссплатформенность;
2) легкий доступ к ресурсу;
3) нет необходимости устанавливать приложение на рабочую станцию пользователя.

Кроме того, к достоинствам разработанного инструмента можно добавить следующее:

1) ввод любых допустимых исходных данных в аналитическом виде;
2) наличие компоненты графической интерпретации работы алгоритма;
3) три режима работы тренажера;
4) настраиваемый интерфейс пользователя;
5) вычисления сопровождаются графическим отображением функций и процесса приближения к решению.

К недостаткам разработанного инструмента можно отнести основные недостатки интернет-приложений:

1) интернет-приложение работает медленнее, чем такое же локальное приложение. Это обусловлено спецификой языков веб-программирования;

2) интернет-приложение невозможно использовать без подключения к сети Internet.

Литература

1. Калайда В.Т. Теория вычислительных процессов: метод. пособие для студентов специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». – М., 2012. – 135 с.

2. Аксененко И.О. Обучающий тренажер по дисциплине «Методы оптимизации». – Томск, 2016. – 101 с. – Деп. В ТУСУРе 20.06.2016, № 107005.

3. Мицель А.А. Мультимедийный электронный учебник «Вычислительная математика» / А.А. Мицель, В.В. Романенко, В.В. Клыков // Открытое образование. – 2003. – № 1. – С. 47–51.

УДК 004.94

В.М. Дмитриев, С.А. Панов, С.С. Алексеенко

Алгоритм и система поддержки автоматизированного эксперимента в рамках среды многоуровневого компьютерного моделирования

Описана система поддержки автоматизированных экспериментов, приводится архитектура многоуровневой компьютерной модели и описание шагов алгоритма автоматизированного эксперимента.

Ключевые слова: моделирование, автоматизация, компьютерное моделирование, автоматизированный эксперимент, метод компонентных цепей, система моделирования.

Начальным этапом разработки какой-либо сложной технической управляемой системы (СТУС) является этап её функционального проектирования. На данном этапе строится облик будущей системы. Функциональное проектирование основано на таком методе, как компьютерное моделирование. Данный метод позволяет строить и анализировать модели СТУС путем автоматизированных экспериментов [1]. Современные системы компьютерного моделирования обладают обширными функциональными возможностями. Главный недостаток данных систем заключается в отсутствии таких возможностей, как:

1) автоматическая параметризация многоуровневых компьютерных моделей (МКМ) СТУС с помощью данных, получаемых с реальных устройств и систем (например, с датчиков) посредством соединения по шине USB или RS232, а также дистанционная параметризация, осуществляемая посредством глобальной сети Интернет [2–5];

2) оперативная визуализация получаемых результатов экспериментов [6];

3) интерактивное документирование результатов анализа МКМ СТУС [7].

Разработка и внедрение системы, лишённой данных недостатков, позволит существенно повысить скорость и эффективность процесса компьютерного моделирования СТУС.

Метод многоуровневого компьютерного моделирования (метод МКМ)

На кафедре моделирования и системного анализа Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) разработана среда МАРС, основанная на методе многоуровневого компьютерного моделирования. Метод МКМ позволяет представить многоуровневую компьютерную модель СТУС на трёх взаимосвязанных уровнях: визуальном, логическом и объектном (рис. 1).

На *визуальном уровне* формируется панель визуализации и интерактивного управления, содержащая различные органы управления СТУС (кнопки, регуляторы и т.д.) и графические средства отображения результатов работы СТУС (индикаторы, графики, осциллограммы и т.д.) [6].

На *логическом уровне* формируется функциональная модель алгоритма проведения автоматизированного эксперимента.

На *объектном уровне* формируется модель реальной СТУС (имитационная или математическая), а в некоторых случаях – средства связи с реальной СТУС [1].

Алгоритм автоматизированного эксперимента

Алгоритм автоматизированного эксперимента над МКМ СТУС может быть представлен в виде следующей последовательности действий (шагов) (рис. 2).

Шаг 1. Формирование задания на моделирование. Ставится задача, которая должна быть достигнута в процессе моделирования, а также условия достижения результатов моделирования.

Шаг 2. Предварительная параметризация МКМ СТУС. Выполняется первоначальная параметризация компонентов МКМ СТУС при помощи данных, получаемых из баз данных, ГИС и других систем.

Шаг 3. Проверка на адекватность. Выполняется проверка модели на соответствие с реальной СТУС.

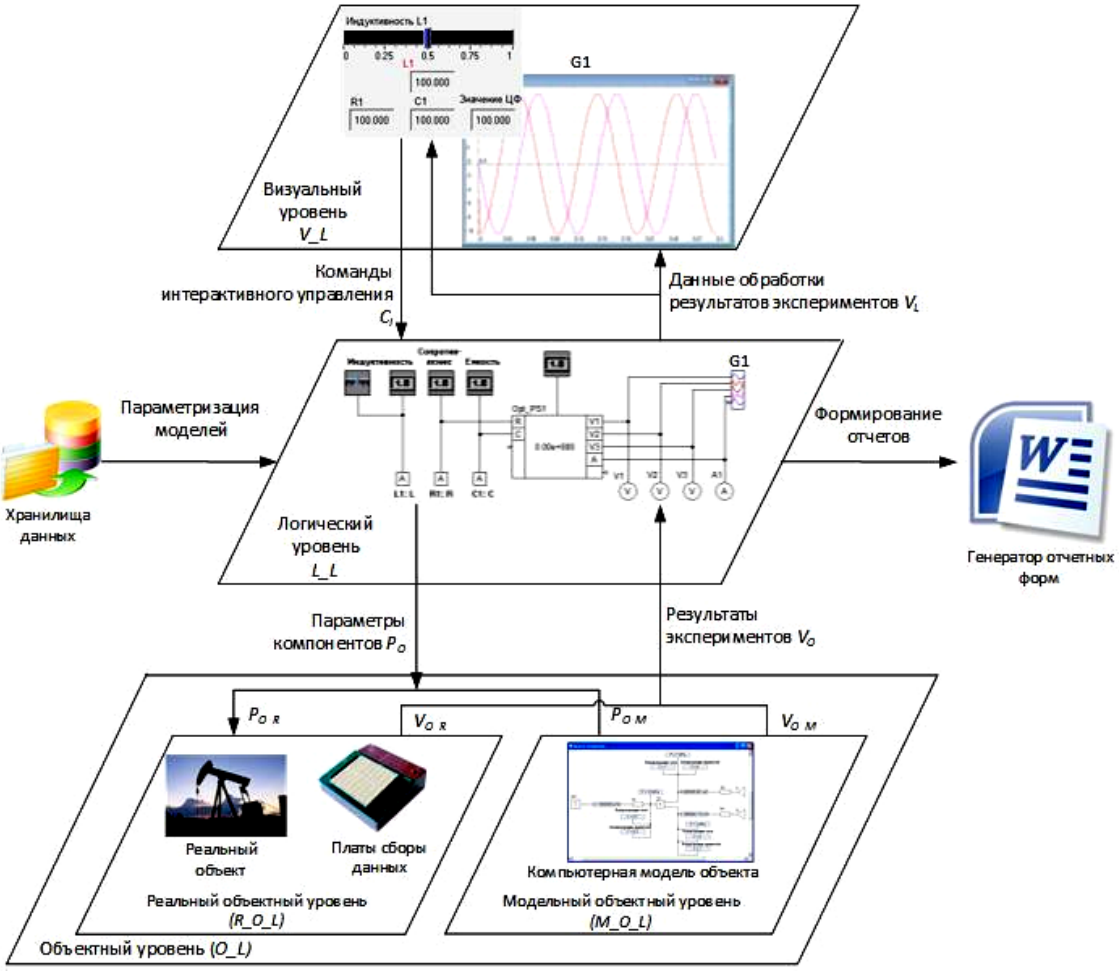


Рис. 1. Многоуровневая компьютерная модель СТУС

Если модель адекватна:

Шаг 4. Непосредственный анализ МКМ СТУС. Вычислительный эксперимент, который проводится в статическом или динамическом режиме во временной или частотной области, предназначен для получения значений наблюдаемых переменных модели, подлежащих дальнейшей обработке и визуализации.

Шаг 5. Обработка и визуализация результатов анализа МКМ СТУС. На этом шаге первичные результаты моделирования обрабатываются с помощью различных численных методов и представляются в виде числовых интегральных значений, таблиц, диаграмм, графиков и т.д.

Шаг 6. Интерактивное документирование результатов исследований. В процессе моделирования автоматически формируется новый документ, и при изменении каких-либо данных он автоматически обновляется. После проведения всех экспериментов документ содержит только актуальные данные.

Шаг 7. Архивирование параметров МКМ СТУС. Осуществляется автоматически путём внесения значений параметров в БД.

Если модель не адекватна:

Шаг 4. Непосредственный анализ МКМ СТУС. Вычислительный эксперимент, который проводится в статическом или динамическом режиме во временной или частотной области, предназначен для получения значений наблюдаемых переменных модели, подлежащих дальнейшей обработке и визуализации.

Шаг 5. Обработка и визуализация результатов анализа МКМ СТУС. На этом шаге первичные результаты моделирования обрабатываются с помощью различных численных методов и представляются в виде числовых интегральных значений, таблиц, диаграмм, графиков и т.д.

Шаг 6. Расчёт новых значений параметров МКМ СТУС. Выполняется автоматический расчёт новых значений параметров МКМ СТУС для дальнейшей её проверки на адекватность.

Место модулей системы поддержки автоматизированных экспериментов в рамках среды МАРС

Разработка системы поддержки автоматизированных экспериментов (системы ПАЭ) в составе среды МАРС позволит расширить её функциональные возможности по параметризации компьютерных моделей, обработке и документированию результатов проводимых на них вычислительных экспериментов [8]. Разрабатываемая система ПАЭ будет включать в себя 6 модулей, каждый из которых будет связан со средой МАРС (рис. 3).

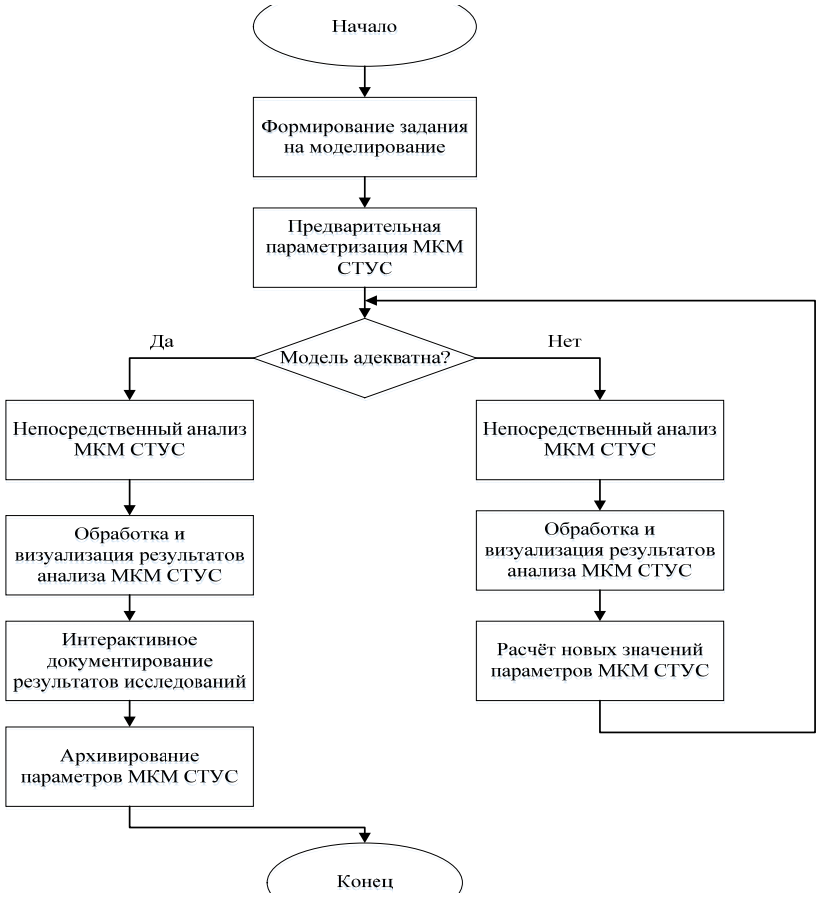


Рис. 2. Блок-схема алгоритма автоматизированного эксперимента

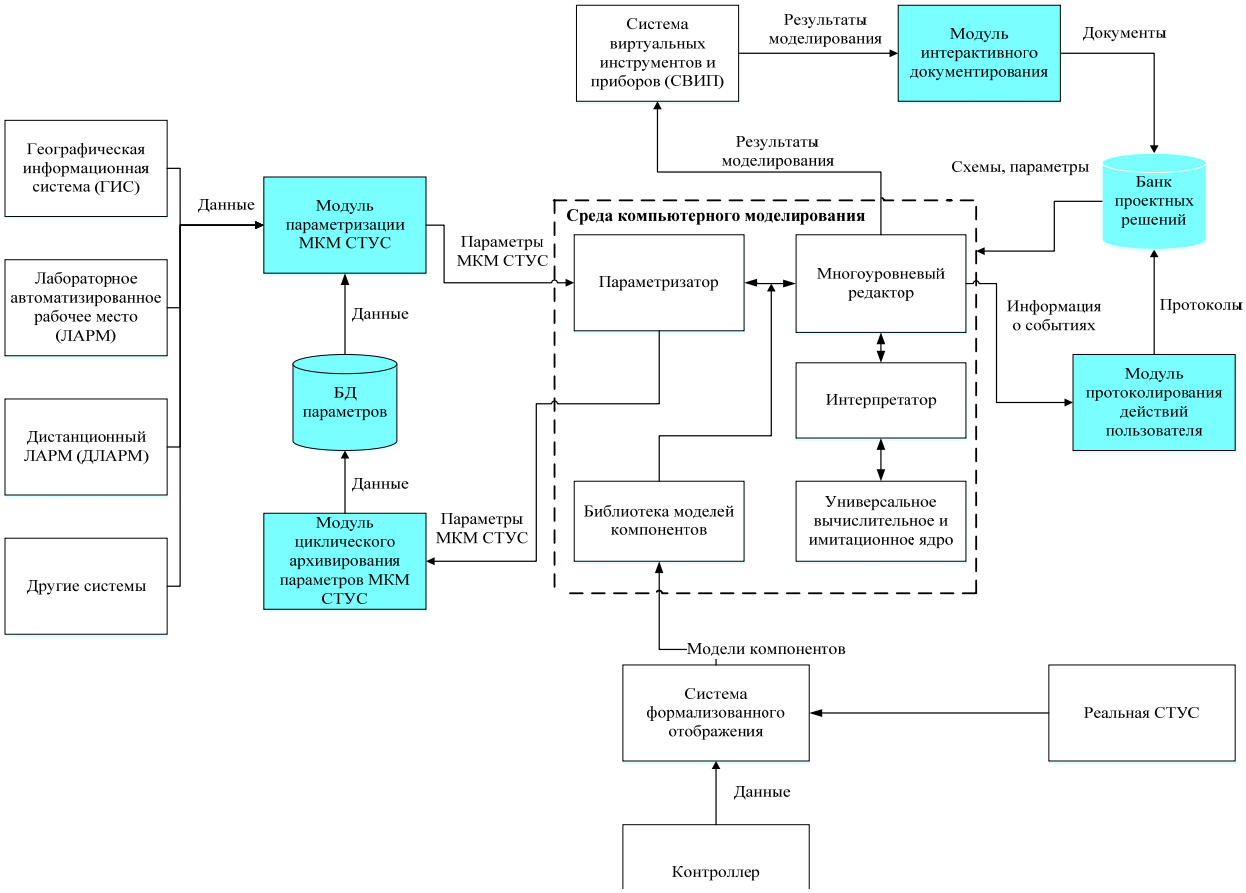


Рис. 3. Место модулей системы ПАЭ в рамках среды многоуровневого компьютерного моделирования МАРС

1. *Модуль параметризации МКМ СТУС* автоматически выполняет подключение к базе данных параметров, извлекает из неё необходимые значения и использует их в процессе параметризации МКМ СТУС.

2. *Модуль циклического архивирования параметров МКМ СТУС* автоматически выполняет подключение к базе данных параметров и сохраняет в ней текущие значения параметров МКМ СТУС.

3. *Модуль интерактивного документирования исследований* используется для автоматизированного формирования интерактивных отчётных форм, содержащих результаты исследования МКМ СТУС [7].

4. *Модуль протоколирования действий пользователя* автоматически сохраняет в журнал все выполняемые в среде МАРС действия (создание модели, изменение параметров и т.д.), чтобы в любой момент времени можно было вернуться к тому или иному действию. Сформированный журнал может быть сохранён в виде электронного документа формата Microsoft Office Word.

5. *База данных параметров* служит для централизованного хранения значений параметров МКМ СТУС.

6. *Банк проектных решений* обеспечивает систематизацию сведений об объектах проектирования и разработки СТУС (схемы, параметры, режимы и т.д.).

Заключение

Создание системы ПАЭ в рамках комплекса программ многоуровневого компьютерного моделирования «Среда моделирования МАРС» позволит существенно повысить оперативность и эффективность проведения автоматизированных экспериментов над МКМ СТУС и таким образом, сократить временные и финансовые затраты на проектирование реальных СТУС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-37-00027 «Разработка программных средств автоматической параметризации компьютерных моделей эколого-экономических систем предприятий нефтегазовой промышленности».

Литература

1. Пец А.В. Интеграция вычислительного и натурного эксперимента на лекционных и лабораторных занятиях // Изв. Балт. гос. академии рыбопромыслового флота. Психологопедагогические науки. – 2009. –№ 291. – С. 97–100.

2. Berntzen R., Strandman J.O., Fjeldly T.A., Shur M.S. Advanced Solutions for Performing Real Experiments over the Internet // Intern. Conf. on Eng. Education. – Oslo: Norway, August 6–10, 2001. – P. 21–26.

3. Chen S.H., Chen R., Ramakrishnan S.Y.Hu, Zhuang Y., Ko C.C., Chen M. Development of Remote Laboratory Experimentation through Internet. // Proc. 1999 IEEE Hong Kong Sympos. On Robotics and Control. – Hong Kong. – P. 756–760.

4. Naumovic M.B., Zivanovic D. Remote Experiments in Control Engineering Education Laboratory // Intern. Journ. of Online Engineering. – 2008. – Vol. 4, No. 2. – P. 48–53.

5. Casanova R.S., Civelli J.L., Kimbrough D.R., Heath B.P., Reeves J.H. Distance learning: a viable alternative to the conventional lecture-lab format in general chemistry // J. Chem. Educ. – 2006. – Vol. 83, No. 3. – P. 501–507.

6. Дмитриев В.М. Система виртуальных инструментов и приборов для автоматизации учебных и научных экспериментов / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, С.А. Панов // Программные продукты и системы. – 2016. № 3. – С. 154–162.

7. Ганджа Т.В. Задачи и архитектура подсистемы документирования исследований в среде многоуровневого моделирования МАРС / Т.В. Ганджа, С.А. Панов // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – № 2(24), ч. 2. – С. 334–338.

8. Панов С.А. Разработка архитектуры системы поддержки автоматизированных экспериментов / С.А. Панов, Т.Е. Григорьева, С.К. Важенин // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник трудов XIII Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Россия, Томск, 26–29 апреля 2016 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во НИТПУ, 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_7.pdf – С. 102–104 (дата обращения: 13.05.2016).

УДК 004.4

С.А. Панов, А.В. Фетелеу, С.В. Салтыков

Веб-тренажёр для дистанционной проверки и оценки знаний студентов высших медицинских учебных учреждений

Представлено описание работы веб-тренажера для студентов и преподавателей высших медицинских учреждений, основные идеи и принципы проектирования веб-тренажера, приводится список технологий, которые используются для реализации данного веб-тренажера а также варианты масштабируемости проекта.

Ключевые слова: веб-тренажер, образование, интерактивное обучение, веб-платформа, информатизация, тренажер для студентов, тренажёр для студентов и преподавателей, алгоритм постановки диагноза, цепочка решений, справочная система, линейный тренажер.

Информатизация процесса обучения студентов является одним из важнейших направлений совершенствования высшего образования. Различные аспекты использования средств новых информационных технологий являются особенно актуальными в последнее десятилетие, в связи с быстрым ростом и популяризацией информационных и коммуникационных технологий. Информатизация образования

заключается в интеграции средств информатизации в образовательный процесс. При этом под средствами информатизации образования понимают «компьютерное аппаратное и программное обеспечение, а также их содержательное наполнение».

Основными составляющими модернизации российской системы образования, обеспечивающими ее включение в мировой рынок образовательных услуг, являются повышение открытости, внедрение институциональных инноваций, эффективное использование образовательных технологий, обеспечивающих повышение конкурентоспособности образовательных учреждений.

Информационная технология обучения – это процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого являются компьютерная техника (технические средства) и программные средства. Как известно, использование интерактивных тренажеров в образовательном процессе связано с их потенциалом для создания особой среды обучения, предусматривающей возможность выбора студентом индивидуальной траектории обучения, оптимальной скорости работы с дозированными порциями учебного материала, стратегически важных тем, требующих углубленной проработки. Можно выделить основные положительные моменты введения данной системы в образовательную структуру:

1) сокращается время выработки необходимых навыков;

2) повышается мотивация учебной деятельности;

3) увеличивается количество тренировочных заданий;

4) увеличивается степень активности субъектов образовательного процесса.

В настоящее время актуальность создания интерактивных обучающих средств приобретает особую остроту в свете повышающихся требований к уровню информатизации, открытости и доступности образовательных услуг как социокультурного процесса и характерной черты постиндустриального, информационного общества, в котором меняются само содержание и структура образовательного процесса, а ключевая роль отводится умениям специалиста успешно адаптироваться к условиям меняющегося мира, обновлять свои навыки и компетенции и использовать информацию в целях непрерывного саморазвития. Однако, несмотря на недостаточную распространенность информационных образовательных продуктов для медицинского образования и отсутствие интерактивных тренажеров со стороны специалистов медицинских вузов различных областей, данная проблема разработана лишь в малой степени и находится на начальной стадии, что подчеркивает актуальность разработки веб-тренажера.

Идеи и основные принципы проектирования веб-тренажера

Целью создания данного тренажера является обучение студентов аналитическому ходу мыслей в постановке правильного диагноза пациентам, а также закрепление полученных знаний, умений и навыков, благодаря интерактивной форме обучения. На сегодняшний день большее количество времени уделяется на теоретическое усвоение информации, однако когда необходимо принять верное решение на практике, студент порой путается в собственных мыслях, вследствие чего данная ошибка может нанести, незначительный вред, как неправильно назначенное лекарство, или нанести вред намного серьезней, такой как неправильно назначенное лечение.

Первоочередное задание, заложенное в веб-тренажере, которое студенту необходимо будет решить, – это поставить правильный диагноз пациенту, назначая различные обследования для устранения недомогания. Чтобы приблизить разрабатываемый веб-тренажер к реальным условиям медицинского работника, весь процесс от первичного осмотра до постановки конечного диагноза было решено разделить на этапы, которые будут обучать студента обрабатывать исходную информацию, устанавливать зависимости и анализировать пути решения проблемы, к которым студент сможет вернуться в любой момент.

Каждый этап сопровождается тестированием, которое включает несколько вопросов, после правильного ответа на который открывается следующий этап. Однако если студент допускает ошибку в тестировании, то во всплывающем окне студенту будет предложено обратить внимание на ключевые поля данных, которые должны облегчить нахождение правильного ответа. Также планируется разработать и внедрить систему оценки результатов (СОР), главной задачей которого будет являться оценивание знаний студентов по балловой системе. СОР предполагает возможность определения рейтинга студента по каждой этапу, составление общего количества набранных баллов, а также выявление «слабых» сторон.

Для работы с веб-тренажером студентам обязателен выход в глобальную сеть Интернет, так как хранимая информация об общем прохождении, количеству набранных баллов и общий прогресс, закрепляется за каждым пользователем и хранится на сервере.

К основным преимуществам разрабатываемого веб-тренажёра отнесятся:

1) инновационность технологии обучения в сфере медицинского образования;

2) веб-платформа;

3) оценивание баллами;

4) ведение отчетности;

5) интерактивное обучение;

6) экономия учебного времени;

7) работа с реальными данными (истории болезни).

Использование таких веб-тренажеров при обучении студентов позволит сэкономить время, отводимое на изучение различных дисциплин на 30–50%, чем при стандартной подаче материала, а также улучшить усвояемость материала.

Основные этапы работы веб-тренажера для потенциальных пользователей

Алгоритм работы веб-тренажера для студентов высших медицинских учреждений может быть представлен в виде последовательности действий (шагов) (рис. 1).

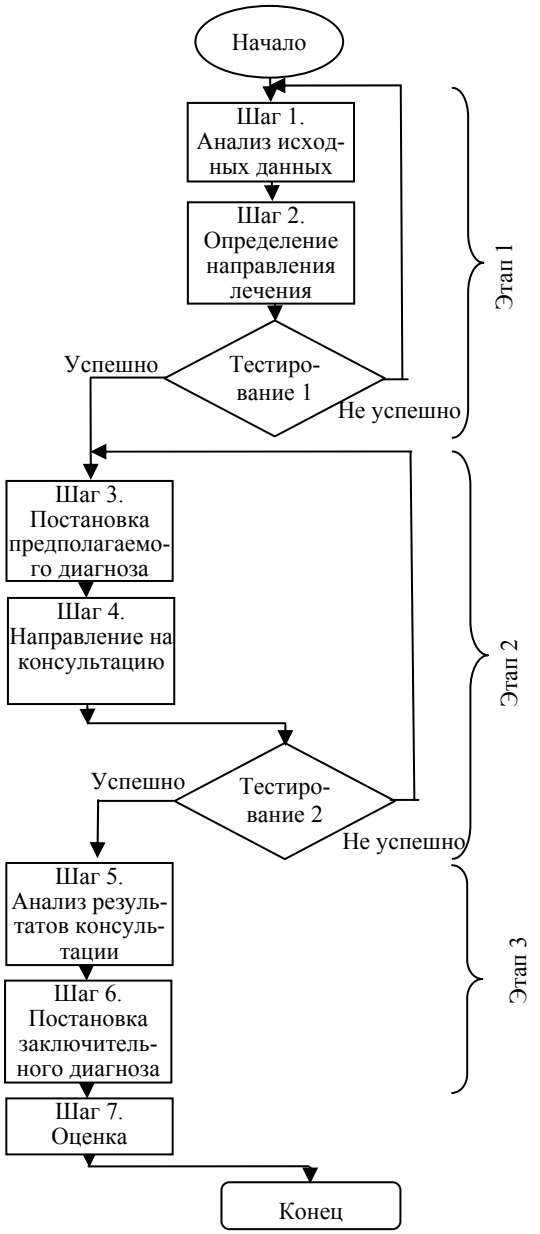


Рис. 1. Блок-схема алгоритма работы веб-тренажера

Шаг 1: Анализ исходных данных. На данном этапе студенту необходимо проанализировать исходные данные пациента и определить дальнейшее направление лечения.

Шаг 2: Определение направления лечения. На данном этапе после анализа исходных данных пациента студенту необходимо «назначить» прохождение обследования, выбрав нужное из списка, классифицируемых по типу.

Тестирование 1. На данном этапе студенту необходимо пройти тестирование. В тексте вопроса приведены данные об ухудшении пациента, и необходимо подобрать правильное лечение, выбрав один из нескольких вариантов ответа. В случае если студент неправильно отвечает на вопрос тестирования, то ему зачисляется 0 баллов и необходимо вернуться в начало данного этапа, чтобы пройти тестирование еще раз, текст вопроса будет сгенерирован случайным образом.

Шаг 3: Постановка предполагаемого диагноза. На данном этапе студенту необходимо проанализировать полученные результаты исследования и ввести в поле ввода предполагаемый диагноз.

Шаг 4: Направление на консультацию. На данном этапе студенту необходимо выбрать специалиста из приведенного списка и направить пациента, на дальнейшее обследование, для определения заключительного диагноза.

Тестирование 2. На данном этапе студенту необходимо пройти контрольное тестирование. Текст данного вопроса направлен на закрепление знаний и укоренение логики мышления постановки диагноза. Правила неудачного прохождения тестирования - неизменны.

Шаг 5: Анализ результатов консультации. На данном этапе студенту необходимо проанализировать все данные, полученные на этапах 1 и 2, и сформировать окончательный диагноз.

Шаг 6: Постановка заключительного диагноза. На данном этапе студенту необходимо ввести в поле ввода данных, «поставив» окончательный диагноз пациенту.

Шаг 7: Оценка. После прохождения всех этапов и постановки окончательного диагноза на отдельной веб-странице выводится информация: о прохождении этапов, прохождении тестирования, слабые стороны и окончательный результат, представленный в 100-балльной шкале. Информация о прохождении сохраняется в профиле студента.

Графический интерфейс разрабатываемого веб-тренажера схематически представлен на рис. 2.

Масштабируемость

Стоит затронуть один из немаловажных аспектов при создании веб-проекта – масштабируемость.

Под масштабируемостью подразумевается способность какой-либо среды увеличивать свои возможности с помощью наращивания функционального числа блоков, выполняющих определенные поставленные задачи, а также обладать степенью высокой производительности и быть устойчивой к нагрузкам. На сегодняшний день к основным функциональным составляющим, которые по мере роста проекта планируется внедрить, можно отнести следующие:

• добавление балльной оценки знаний студентов и добавление рейтинга успеваемости (т.е. по завершении выполненного задания студентом будут назначаться баллы за правильность выполнения работы, в дальнейшем выстраивается рейтинг успеваемости);

• добавление препаратной базы (таким способом проверяется знание студентов, как правильно

пользователь расставит назначенные препараты и определит их совместимость);

• учет ошибок с подробным пояснением (на протяжении всего задания на каждом из этапов, в случае если студент допускает какую-либо ошибку, на помощь ему высвечивается окно с акцентированным пояснением на ту или иную ошибку, после чего пользователь повторно выполнит этап задания для закрепления материала);

• выбор задания по определенному направлению/специальности/должности и т.п. (у пользователя появляется выбор, по какому направлению или специальности, должности он хочет выполнить задание);

• случайный выбор варианта студентом для проверки знаний (пользователь сможет воспользоваться функцией случайного выбора варианта по любому из направлений);

• добавление контрольных вопросов для закрепления материала после выполнения определенного количества вариантов работ (по окончании задания пользователю будут представлены контрольные вопросы, на которые он обязуется ответить, таким образом он закрепит навыки, полученные им в ходе прохождения интерактивного задания);

• пользователю предоставляется дополнительный теоретический материал для изучения перед прохождением основного задания (пользователь сможет воспользоваться дополнительной функцией – теоретический материал перед прохождением задания, данная функция будет представлена в виде ссылки на вывод дополнительной страницы);

• работа над ошибками по определенному выбранному критерию (по окончании задания пользователю будет представлена подробная информация о пройденном задании, где он сможет разобраться дополнительно в материале задания).

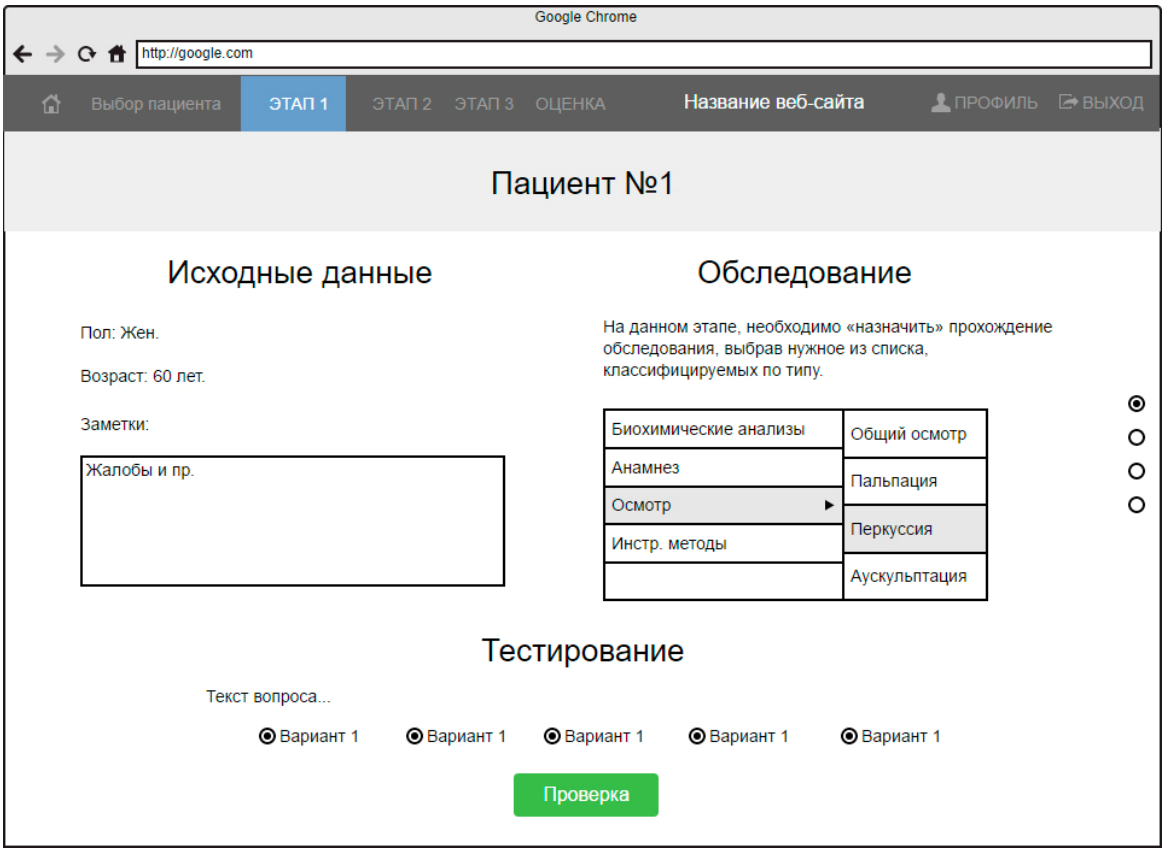


Рис. 2. Графический интерфейс первого этапа

Технологии и языки разработки

Серверная часть данного веб-тренажера разрабатывается с использованием веб-ориентированной среды разработки Ruby on Rails (RoR) на базе языка программирования Ruby. Преимущества RoR по отношению к другим средам разработки (PHP, ASP.NET, Perl) с точки зрения разработчиков достаточно очевидны. Это и скорость разработки проектов, которая увеличивается на 30–40% по отношению к другому фреймворку, и возможность работы на многих платформах, и интеграция в высокопроизводительные серверы базы данных (MySQL, Oracle), и встроенный отладчик, простота программного интерфейса и т.п. Однако основной акцент на преимущества стоит сделать с точки зрения бизнес-разработки. Это сложная бизнес-логика, которая проще и прозрачнее реализуется, т.е. любой специалист или любая другая команда программистов с легкостью сможет разобраться в написании программного кода. Высокая надёжность и сопровождаемость решений для бизнес-систем – эта составляющая очень важна, так как от стабильности работы приложения часто зависит эффективность работы бизнеса в целом.

К клиентской части разработки веб-тренажера относится интерактивный язык программирования JavaScript с использованием популярного фреймворка jQuery, технологии обращения к серверу без перезагрузки AJAX, а также язык гипертекстовой разметки HTML в связке с метаязыком SASS, который является разновидностью каскадных таблиц стилей (CSS).

Для хранения всей основной информации проекта используется система управления базами данных (СУБД) MySQL. На сегодняшний день, она является одной из ведущих СУБД, которая разработана и поддерживается корпорацией Oracle. MySQL используется для работы с базами данных для малых и средних приложений и эффективно конкурирует с другими СУБД на мировом рынке.

Заключение

Разрабатываемый веб-тренажер позволит улучшить усвояемость полученных знаний и поспособствует её лучшему закреплению благодаря интерактивной форме обучения. Структура поэтапного прохождения поможет развить в студентах аналитическое мышление, а форма, в которой представлен тренажер, не потребует дополнительной модернизации технических средств и является достаточно простой в развертывании.

Литература

1. Вознесенская Н.В. Информационно-образовательная среда учебного заведения: портальные решения или облачные сервисы? / Н.В. Вознесенская, В.И. Сафонов // Гуманитарные науки и образование. – 2012. – № 4. – 14 с.

2. Боброва И.И., Трофимов Е.Г. Информационные технологии в образовании [Электронный ресурс]: практический курс. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2014. – 195 с.

3. Федотова Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М.: Инфра-М, 2010. – 336 с.

4. Малышева М.А. Современные технологии обучения в вузе: учеб.-метод. пособие. – СПб.: Литера, 2011. – 133 с.

УДК 378.14

М.Ю. Катаев, А.М. Кориков

Информационные технологии аватар при оценке знаний в образовательном процессе студента

Изложены основы разработки информационной технологии, применяемой в образовательном процессе, где одним из элементов является интеллектуальная компонента аватар. Функций аватара достаточно много, но в статье представлена одна из центральных, связанная с оценкой знаний учащегося. Для этого показывается роль и место аватара в учебном процессе.

Ключевые слова: информационная технология, учебный процесс, аватар, виртуальная среда.

Модернизация российского образования связана с развитием системы в форме информатизации и индивидуализации учебного процесса различных форм образования (очного, заочного и дистанционного). Высокая динамичность современной жизни, во всех ее аспектах приводит к всевозрастающим требованиям к качеству подготовки специалистов. Стандарты образования связывают организацию образовательного процесса с профессиональной деятельностью будущего специалиста через введение компетентностной модели образования. Предлагаемые мероприятия нацелены не только на профессиональную сторону подготовки, но и обеспечение условий для раскрытия творческого потенциала учащегося.

Одним из условий развития профессиональной и творческой стороны учащегося является индивидуализация образовательной траектории. Разработка образовательной траектории требует новых подходов, связанных с автоматизацией диагностики результатов обучения на основе новых принципов организации образовательного процесса. Все эти аспекты приводят к определенной технологической базе образовательного процесса, объединяющего в себе информатизацию всех сторон учебного процесса (проведение лекций, практических и лабораторных занятий, самостоятельной работы студента и др.). В этой связи рассматриваемая в статье проблема является актуальной в свете перехода на индивидуальные траектории обучения и перехода к системе непрерывного образования.

Постановка задачи

Модель обучения студентов в виртуальной среде требует новой парадигмы решения задач взаимодействия человек–компьютер. В таком взаимодействии необходимо решать несколько интеллектуальных задач [1–4]:

1) поиск учебного материала в виртуальном образовательном пространстве;

2) генерация и автоматизированная проверка контрольных тестов;

3) генерация электронных курсов (сборка из имеющихся ресурсов);

4) проведение консультаций.

При решении этих задач необходимо применять новые стратегии, которые связаны со следующими ситуациями:

1) анализ параметров учащегося и составление соответствующей учебной траектории;

2) согласно учебной траектории выбор учебного материала;

3) оценка эффективности учебного процесса и оценка знаний.

Можно утверждать, что традиционная схема получения образования нуждается в изменении. Новые формы образования должны опираться на мобильность, интерактивность и кооперацию участников процесса обучения. Для этого должны быть разработаны новые подходы обучения. Сейчас говорят об образовании ориентированном на студента, обучение без временных и пространственных границ, для чего необходимо использовать новые образовательные технологии [5–9].

В настоящее время нет ни одной программной системы, которая реализовала бы в полной мере вышеописанные интеллектуальные задачи. Причина этого кроется в упрощенной модели обучения, которая связана с унификацией параметров учащегося и модели учебного материала. Отметим, что даже этот подход требует значительных усилий при реализации как в локальном, так и удаленном вариантах.

Развитие этого подхода связано с применением искусственных интеллектуальных объектов – аватаров [10–12]. Типично под аватаром понимают изображение, предназначенное для представления человека, которое он сам себе выбрал (как он хочет себя представлять). Это визитная карточка пользователя, которая не несет никаких функций, кроме как отображение пользователя в некотором произвольном пространстве. Нами предлагается применять аватар не только как изображение, но и как виртуальный помощник, обладающий функциями искусственного интеллекта.

Предлагаемый подход

Для того чтобы понять, какие функции аватар выполняет в образовательном процессе, рассмотрим типичную схему (рис. 1). Процесс обучения связывает преподавателя и учащегося на отдельных участках траектории обучения и при тестировании. Система оценки знаний учащегося связана с выполнением определенных заданий, которые задаются заранее. Отметим, что в таком процессе учащийся вне зависимости от его начальной подготовки и возможностей должен пройти все этапы обучения в заданные сроки обучения (семестр, цикл и др.).

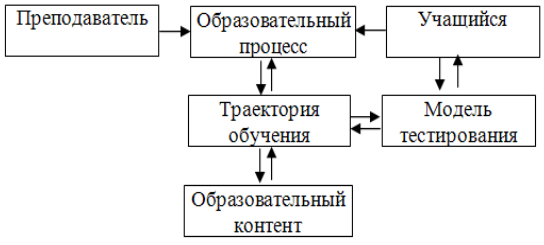


Рис 1. Типичная структура образовательного процесса

В процессе обучения при такой постановке вопроса происходит разделение учащихся на группы, которые усваивают образовательный контент быстрее других, и как следствие происходит разделение группы на подгруппы. Каждая подгруппа по-разному воспринимает материал в конечный промежуток времени обучения по данной дисциплине, что выражается в дифференциации оценок. Успевающие учащиеся, как правило, имеют более высокие уровни оценок, чем отстающие. Здесь мы не учитываем те факты, что отставание в процессе обучения может быть связано с преднамеренным пропуском занятий и невыполнением заданий.

В процессе обучения важную роль может выполнять аватар, который будет интеллектуальным помощником студента в некоторых элементах обучения. Отметим те элементы, где применение аватара, на наш взгляд, будет полезным (рис. 2). Для этого рассмотрим основные элементы изучения определенной дисциплины (рис. 3).

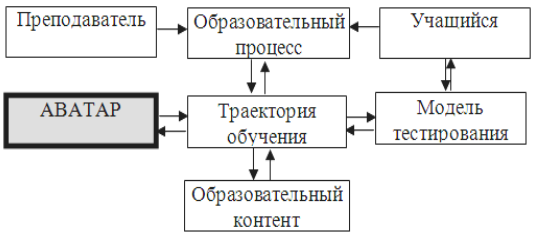


Рис. 2. Модернизированная структура образовательного процесса с аватаром

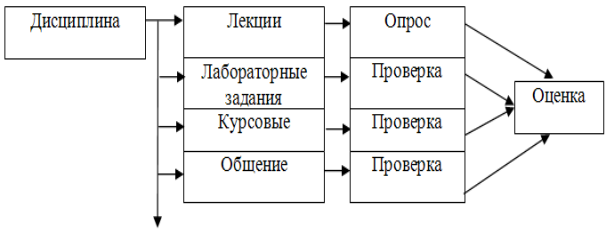


Рис. 3. Типичная структура дисциплины и оценивание знаний по отдельным ее элементам

Из рис. 3 видно, что дисциплина состоит из лекций, лабораторных заданий (практик), курсовых и элементов общения (коллоквиумы, обсуждения, тренинги и др.). Усвоение материала лекций, как правило, оценивается с помощью опроса и последующей оценки, а лабораторные задания – с помощью проверки и оценки. Уровень общения не оценивается, кроме коллоквиумов и тренингов. Появление аватара в процессе обучения не меняет типичную структуру дисциплины, происходит ее модификация, что отражено на рис. 4.

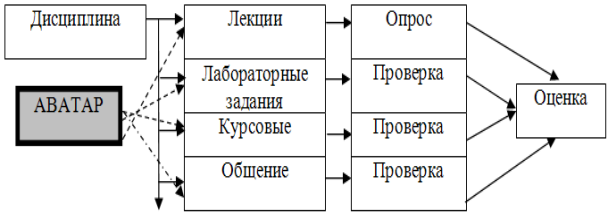


Рис. 4. Модификация структуры дисциплины и оценивание знаний по отдельным ее элементам при добавлении в процесс обучения аватара

В рамках каждой изучаемой дисциплины аватар настроен на помощь учащемуся в изучении материала, что выражается в оценке его возможностей по изучению того или иного учебного материала в виде лекций или выполнения практических работ. На основе оценки возможностей, которая получается из изучения результатов тестирования (включая начальное) и временных затрат на обучение, например, можно подразумевать, что успевающий учащийся тратит меньше времени и попыток на тестирование.

Сам процесс обучения *Ed* можно формализовать:

$$Ed = \{D, \text{Cost}, R\}, \quad (1)$$

здесь $D = \{D(z)\}$ – множество дисциплин; $z = 1\ldots Z$, Z – число дисциплин, задействованных в процессе обучения; $\text{Cost} = \{\text{Cost}(z)\}$ – средняя оценка по каждой дисциплине, рассчитанная по всем ее элементам (см. рис. 3, 4); $R = \{R(z)\}$ – рейтинг учащегося.

Рейтинг учащегося рассчитывается на основе затраченного времени на обучение и выполнение тестов:

$$R(z) = F(\text{Cost}(z), T(z)), \quad (2)$$

где $F(z)$ – некоторая функция, которая связывает успеваемость $\text{Cost}(z)$ и временные затраты; $T(z)$ – затраченное время на процесс обучения.

Важным элементом процесса обучения является тестирование. Основной процесс тестирования отображен на рис. 5. Отметим, что аватар не может вмешиваться в процесс тестирования, он может быть задействован только в процессе подготовки.

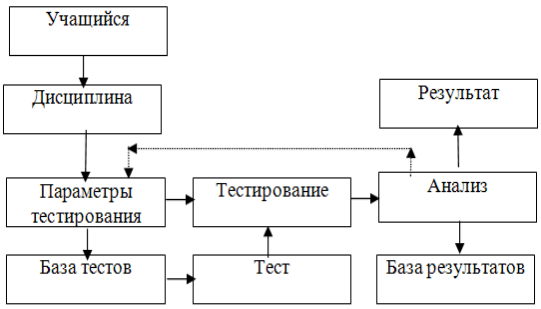


Рис. 5. Процесс тестирования (пунктирная стрелка означает выбор новых условий при повторах)

Из рис. 5 видно, что для данной дисциплины происходит выбор параметров тестирования (например, сложность, число вопросов, максимальное число повторов и др.), затем из базы тестов выбирается некоторый тест. Тест передается в блок тестирования, по окончании которого отмечается общее время, затраченное на тест и на каждый вопрос. Результаты тестирования передаются в блок анализа, где принимается решение закончить тестирование и выдать результат или провести повторное тестирование с изменением условий тестирования. Факт повторной попытки записывается в базу результатов.

База тестов должна соответствовать пространству тестов, которое формируется из числа тестов, числа вопросов в каждом тесте и возможном числе повторов.

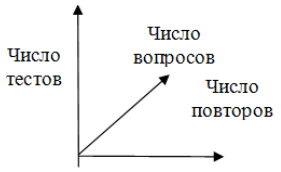


Рис. 6. Пространство тестов

Учитывая общее пространство тестов (рис. 6) (по всем элементам дисциплины), можно охарактеризовать итоговую оценку после изучения дисциплины как последовательность формул типа

$$A_{ij} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} Q_{ijl}\ , \quad (3)$$

здесь Q – оценки ответов на вопросы по тесту; $l = 1\ldots L$, $I = 1\ldots N$ – число пройденных тестов; $j = 1\ldots M$ – число повторов тестов ($j=1$ означает, что тест сдан с первой попытки).

$$B_i = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} a_j A_{ij}\ , \quad (4)$$

где a – весовые множители, которые изменяют величину оценки в зависимости от номера повтора (например, {1,0.8,0.6,…} при первом повторе, втором, третьем и т.д.).

$$\text{Cost} = C, \quad C = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} B_i\ , \quad (5)$$

здесь C – итоговая оценка по всем вопросам тестов, которые были пройдены учащимся для всех элементов дисциплины.

Заметим, что в большинстве алгоритмов количественной оценки уровня знаний учащегося не учитывается время, затраченное на все попытки тестирования. Типично в большинстве автоматизированных систем тестирования при проведении контроля знаний учащемуся предоставляется набор вопросов, на которые он должен ответить за определенное и фиксированное время. Если происходит выход за рамки этого фиксированного времени, то, как правило, выставляется оценка за решение только пройденных вопросов. Ранее было сказано, что время решения для каждого учащегося является показателем уровня накопленных знаний, а также и психологическим фактором. Именно психологическая составляющая не принимается во внимание при тестировании за определенное фиксированное время. Если же время не ограничивается, то необходимо фактор времени учитывать, что приводит к изменению формул (3)–(5).

Можно принять во внимание, что есть некоторое нормативное, быстрое, очень быстрое, медленное и очень медленное время выполнения заданий теста. Тогда легко классифицировать действия учащегося при выполнении тестов, считая, что при очень быстром времени происходит списывание, а при очень медленном времени – отвлечение учащегося от выполнений заданий. Эти два действия учащегося можно оценить как неверные, приводящие к повторному тестированию. Таким образом, оценка

при тестировании может быть получена учащимся только в трех случаях: нормативном, быстром и медленном времени выполнения. При нормативном и быстром выполнении фактором, определяющим оценку, будет играть только показатель числа верных ответов, а медленное выполнение будет оцениваться немного ниже (например, 1 и 0,9). При таком подходе учащемуся необходимо стремиться перейти от медленного к нормативному времени выполнения заданий. На наш взгляд, способность учащегося к адаптации процесса обучения, а впоследствии к рабочему процессу является важной характеристикой его способностей, которые являются элементом его компетенций.

При учете вышесказанных предположений, среди формул (3)–(5) изменится только формула (3) и приобретет вид

$$A_{ij} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} w_l Q_{ijl} \ , \qquad (6)$$

где w – весовой показатель, который рассчитывается по времени выполнения каждого задания теста.

Данная статья выполнена в рамках проекта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 15-07-01553.

Литература

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 192 с.

2. Аванесов В.С. Математические модели педагогического измерения. – М. 1994. – 26 с.

3. Шахмаев Н.М. Технические средства дистанционного обучения. – М.: Знание, 2000. – 276 с.

4. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. – М.: Изд-во МЭСИ, 1999. – 196 с.

5. Вайндорф-Сысоева М.Е. Организация виртуальной образовательной среды: теория и практика. – Germany: Lap Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 368 p.

6. Кондратенко А.Б. Методология построения E-learning системы персонализации обучения // Открытое образование. – 2011. – № 5. – С. 17–20.

7. Кондратенко А.Б. Виртуальная образовательная среда МЭСИ // Вестник Балт. фед. ун-та им. И. Канта. – 2012. – Вып. 5. – С. 7–10.

8. Тихомирова Н.В. Образовательный процесс в электронном университете: условия и направления трансформации / Н.В. Тихомирова, В.Г. Минашкин, Л.Н. Дудейковская // Высшее образование в России. – 2011. – № 2. – С. 3–11.

9. Баксанский О.Е. Виртуальная реальность и виртуализация реальности // Концепция виртуальных миров и научное познание. – СПб.: РХГИ, 2000. – 320 с.

10. Катаев М.Ю. Концепция электронного образования на основе технологии Avatar / М.Ю. Катаев, А.М. Кориков, В.С. Мкртчян // Доклады ТУСУРа. – 2013. – № 2 (28). – С. 95–100.

11. Катаев М.Ю. Концепция виртуальной образовательной системы / М.Ю. Катаев, А.М. Кориков, В.С. Мкртчян // Вестник Том. гос. пед. ун-та. – 2015. – Вып. 12 (165). – С. 144–149.

12. Катаев М.Ю. Количественная оценка знаний в виртуальной образовательной системе / М.Ю. Катаев, А.М. Кориков, В.С. Мкртчян // Вестник Том. гос. пед. ун-та. – 2015. – Вып. 12 (165). С. – 109–114.

УДК 004.942

А.В. Шутенков, А.И. Рожкова

Использование учебно-иллюстративного модуля в процессе определения параметров четырехполюсника

Иллюстрируется процесс определения параметров А-формы четырехполюсника и получения значений сопротивлений Т-образной схемы замещения с использованием учебно-иллюстративного модуля.
Ключевые слова: учебно-иллюстративный модуль, компонентная цепь, схема.

При анализе электрических цепей в задачах исследования взаимосвязи между токами и напряжениями широко используется теория четырехполюсников. Четырехполюсник – это часть схемы произвольной конфигурации, имеющая две пары зажимов, обычно называемых входными и выходными (рис. 1). Основные уравнения четырехполюсников составляются относительно напряжений ($\underline{U}_1$, $\underline{U}_2$) и токов ($\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$) внешних ветвей, подключенных к зажимам *1 – 1'* и *2 – 2'*. Для четырехполюсника основные уравнения могут быть записаны в шести различных формах в зависимости от того, какие две величины из четырех (токов и напряжений) являются зависимыми, а какие − независимыми.

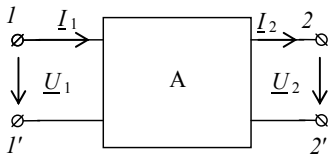


Рис. 1. Четырехполюсник

Учебно-иллюстративными модулями (УИМ) называется программно-инструментальное приложение к интерактивному учебнику, построенное на основе многоуровневых компьютерных моделей для целей более глубокого раскрытия законов, принципов или методов, излагаемых в какой-либо дисциплине.

Для реализации УИМов используется среда моделирования МАРС [1]. Данная среда моделирования позволяет представить моделируемый эксперимент на трех уровнях (объектном, логическом и визуальном), имеющих свои отображения в соответствующих слоях многослойного редактора. Алгоритм и схема построения УИМа приведены в [2].

Рассмотрим использование УИМа для иллюстрации процесса определения параметров A-формы четырехполюсника

$$\underline{U}_1 = \underline{A}_{11}\underline{U}_2 + \underline{A}_{12}\underline{I}_2;$$

$$\underline{I}_1 = \underline{A}_{21}\underline{U}_2 + \underline{A}_{22}\underline{I}_2$$

и получения значений сопротивлений $\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$ Т-образной схемы замещения.

В качестве примера возьмем четырехполюсник (рис. 2), расположенный в объектном слое МАРСа, и определим его A-параметры методом холостого хода и короткого замыкания.

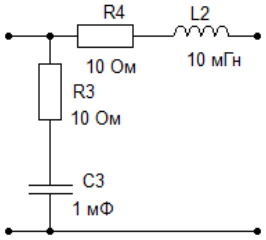


Рис. 2. Схема четырехполюсника

Подключим на вход четырехполюсника источник синусоидальной ЭДС и вставим измерители тока и напряжения. В результате получаем компонентную цепь (рис. 3). Тогда параметры A-формы четырехполюсника определяются по формулам метода холостого хода и короткого замыкания:

$$\underline{A}_{11} = \underline{U}_1 / \underline{U}_{2X},\ \underline{A}_{21} = \underline{I}_{1X} / \underline{U}_{2X};$$

$$\underline{A}_{12} = \underline{U}_1 / \underline{I}_{2K},\ \underline{A}_{22} = \underline{I}_{1K} / \underline{I}_{2K},$$

где $\underline{U}_1$ – напряжение на входе; $\underline{I}_{1X}, \underline{U}_{2X}$ – ток на входе и напряжение на выходе при холостом ходе (ключ S1 разомкнут); $\underline{I}_{1K}, \underline{I}_{2K}$ – токи на входе и на выходе при коротком замыкании (ключ S1 замкнут).

В этой цепи с помощью приборов (амперметров A1, A2 и вольтметров V1, V2 на входе и выходе четырехполюсника) определяются токи и напряжения при холостом ходе и коротком замыкании. Затем эти значения передаются с помощью компонентов, расположенных в логическом слое, в визуальный слой, где и наблюдается ход эксперимента.

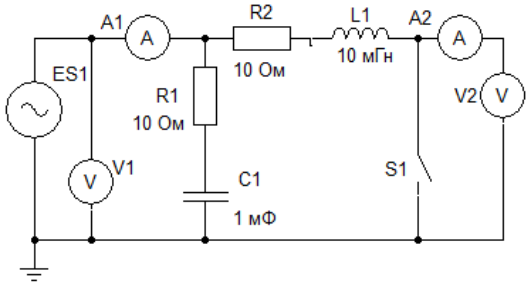


Рис. 3. Компонентная цепь

В логическом слое (рис. 4) реализуется алгоритм вычисления параметров четырехполюсника и получения значений сопротивлений схемы замещения, после чего они передаются в визуальный слой.

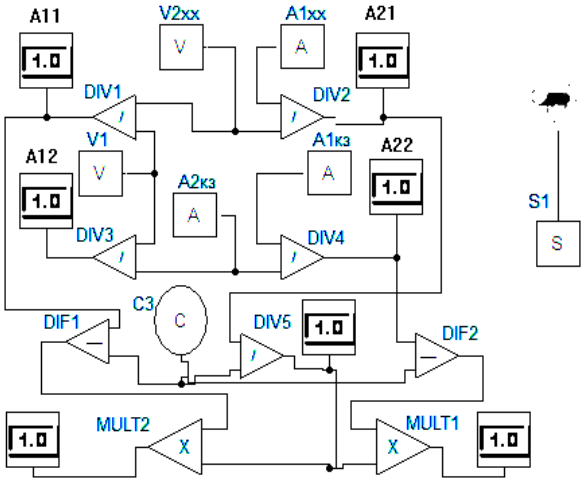


Рис. 4. Запись алгоритма вычисления параметров

Алгоритмическая модель составляется с помощью разработанных математических компонентов логического слоя: «Сумма», «Разность», «Умножение», «Деление».

С помощью этих компонентов реализуются формулы для расчета параметров A-формы четырехполюсника.

В качестве схемы замещения четырехполюсника выбрана Т-образная схема замещения (рис. 5).

Значения сопротивлений вычисляются по известным формулам:

$$\underline{Z}_1 = (\underline{A}_{11} - 1)/\underline{A}_{21},\ \underline{Z}_2 = (\underline{A}_{22} - 1)/\underline{A}_{21},\ \underline{Z}_3 = 1/\underline{A}_{21}.$$

Алгоритм вычисления также реализуется в логическом слое (см. рис. 4).

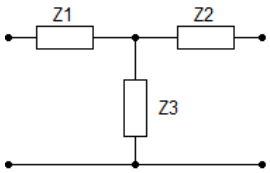


Рис. 5. Т-образная схема замещения

Результаты эксперимента отображаются в визуальном слое системы в виде значений полученных величин (рис. 6).

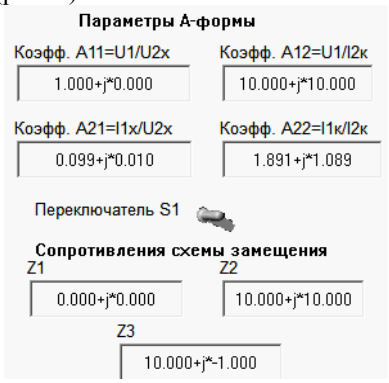


Рис. 6. Результаты эксперимента

Литература

1. Дмитриев В.М. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. – Томск: В-Спектр, 2011. – 278 с.

2. Дмитриев В.М. Методика применения учебно-иллюстративных модулей в интерактивном учебнике / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, А.В. Сторчак // Современное образование: актуальные проблемы профессиональной подготовки и партнерства с работодателем: матер. междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2014 г., Россия, Томск. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2014. – С. 81–82.

УДК 517.55

С.Е. Юленков

Программа для решения типовых задач по изучаемому курсу: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия»

Рассматриваются цели создания, перечень задач для разработки, тестирование, пользователи, функции проекта, системные требования программы, информация о руководстве пользователя и программиста, конфигурационные файлы и результат работы проекта.

Ключевые слова: типовые задания, математика, GUI-приложение, вычислительные и операционные системы, метод Крамера, векторы, матрицы.

В настоящее время существует большое количество программных продуктов для решения различного рода типовых заданий по математике, алгебре, аналитической геометрии и математическому анализу. Большинство из них на сегодняшний день было разработано с коммерческой целью, но есть и такие, которые были написаны с целью помощи тем студентам, которые изучают математические науки. Подобные программные решения доступны в онлайн-сервисах в глобальной сети Интернет, но среди них нет бесплатной программы, которая может реализовать весь необходимый функционал. Код уже существующих программных решений скрыт от программистов, которые смогли бы в нём разобраться и улучшить функциональные возможности программных продуктов, более того, часть подобных проектов не может похвастаться корректностью решения задач по математическим наукам.

Таким образом, актуальность работы по изучаемому курсу «Технология программирования» заключалась в создании программного продукта для решения типовых задач по курсу, который изучается студентами в высших учебных заведениях: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия». Исходя из всего вышесказанного, поставленная цель проекта заключалась в создании программы для решения различного рода типовых задач по данному курсу. Программный продукт будет в свободном доступе, с возможностью установки на профессиональный компьютер пользователей, а также корректно работать для вычисления различного рода решений, и конечно, далее будет происходить возможность дальнейшей расширяемости программного продукта, а также дальнейшее поэтапное усложнение и наращивание функциональных возможностей программы [1–3].

Для достижения поставленной цели был составлен следующий перечень задач: 1) определение требований, предъявляемых к создаваемому проекту; 2) анализ предметной области; 3) составление и утверждение технического задания, также был составлен план выполнения разработки, где были указаны все сроки поэтапного создания данного проекта и выполняемый вид работ; 4) выбор методологии разработки программного обеспечения, технологий программирования и выполнение работ по созданию данного программного продукта; 5) тестирование проекта.

Первая версия разработанного проекта проходила тестирование на предмет выявления различного рода ошибок. Также была составлена структура проекта, было составлено руководство пользователя и программиста, расписаны технические условия и результаты контрольных испытаний проекта.

Созданный программный продукт может быть использован и полезен студентам, которые изучают математику, а именно в первую очередь дисциплину: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», а также различным высшим учебным заведениям.

Программный продукт в технологическом плане представляет собой вычислительную систему, которая построена на основе GUI-приложения. В содержательном плане программный продукт выполняет следующие функции в разделе «Матрицы»: умножение матриц с заданным размером (Ai, Aj Bi, Bj), сложение и вычитание матриц с заданным размером (2×2, 3×3, 4×4 и 5×5), нахождение ранга матрицы, нахождение определителя матрицы и сброс выбранной операции. В разделе «Векторы»: вычисление модуля вектора, сложение / вычитание / умножение векторов, умножение трёх векторов, вычисление площади треугольника, вычисление объёма пирамиды и сброс выбранной операции. Также в программном продукте имеется возможность решать систему линейных уравнений третьего порядка методом Крамера в данном разделе. В разделах про-

граммного продукта находятся все возможности для конкретного решения. Использование программного продукта позволит сэкономить время при выполнении различных математических расчётов, а также снизить вероятность ошибки в различных математических расчётах.

К недостаткам существующих «больших» вычислительных систем помощи студентам можно отнести следующие: закрытость кода проекта, высокая цена программного продукта и online расположение таких проектов. У созданного проекта будет доступным код программы, проект не имеет коммерческого значения и может использоваться на профессиональных компьютерах пользователей, даже если не имеется доступа в глобальную сеть Интернет.

Пользователь данной программы выбирает сам необходимый ему раздел и необходимую ему операцию для различного рода расчётов. Затем необходимо осуществить ввод исходных значений в данном проекте и нажать команду «Вычислить». Кнопка «Очистить» очищает все данные, которые пользователь ввёл в программу. Кнопка «Выход» возвращает пользователя в первоначальный запуск программного продукта. У пользователя имеется возможность добавлять, удалять или же корректировать уже существующую информацию в данном программном продукте.

Программа занимает на диске всего 5 Мб, для её работы подойдёт любой современный процессор. Программный продукт будет корректно работать на операционной системе «FreeBSD» и операционной системе «Linux», т.е. на операционных системах семейства «UNIX». Также для её корректной работы можно использовать операционные системы семейства «Windows».

Программный продукт был написан на языке программирования C++. Проект был создан в «C++ Builder» и представлен на рис. 1–4.

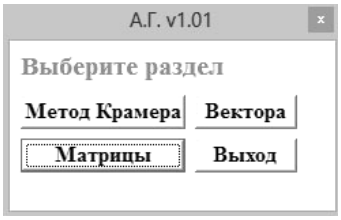


Рис. 1. Запуск программного продукта

Рис. 2. Окно модуля проекта: Метод Крамера

В проекте использовались стандарты кодирования и оформления исходных текстов программ, аналогичные стандартам проекта GNU. Комментарии в исходных тестах программы были составлены на русском языке. Взаимодействие с другими прикладными программными продуктами не предполагалось.

Рис. 3. Окно модуля проекта: «Вектора»

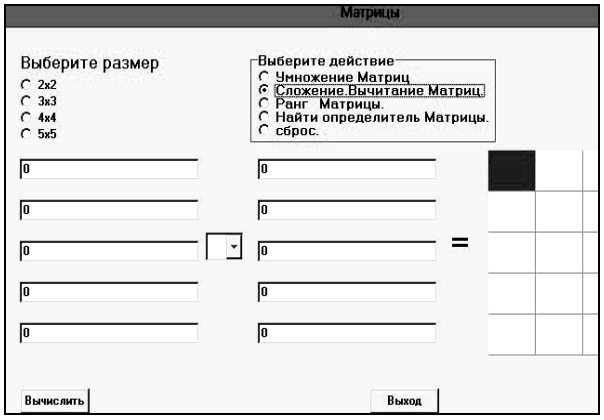


Рис. 4. Окно модуля проекта: «Матрицы»

В руководстве пользователя содержится описание всех возможных процедур работы с программным продуктом. В руководстве программиста содержится описание порядка установки программного продукта и его первичной настройки, описание модулей программы и их взаимосвязей, описание типовой структуры модуля и порядка его функционирования.

Содержание главного меню программы, посредством которого пользователь может управлять ходом работы программы: 1) вызов модуля «Векторы»; 2) вызов модуля «Матрицы»; 3) вызов модуля: «Метод Крамера»; 4) выход из программы.

Конфигурационные файлы разработанного проекта следующие: «Unit1.cpp» содержит в себе главное меню проекта; «Unit2.h» содержит в себе класс «detmtx», который выполняет обработку данных по нахождению определителя матрицы и содержит класс «Kramer3x», решающий систему линейных уравнений третьего порядка методом Крамера; «Unit3.cpp» содержит в себе интерфейс раздела «Матрицы», а также выполняет его обработку; «Unit4.h» содержит в себе класс «obrmat», который выполняет обработку данных для выполнения алгебраических действий над матрицами; «Unit5.h» содержит в себе класс «vectr», который выполняет

обработку данных для осуществления действий над векторами; «Unit6.cpp» – содержит в себе интерфейс раздела «Векторы», а также выполняет его обработку; «Unit7.cpp» – содержит в себе интерфейс раздела «Метод Крамера», а также выполняет его обработку.

По итогу работы над созданным проектом можно сказать, что данный проект удовлетворяет полностью всем требованиям, которые были составлены перед его разработкой. Все заявленные модули программы отлажены и работают без ошибок. В процессе разработки были более подробно изучены принципы объектно-ориентированного программирования. Существенным плюсом стало написание функций обработки объектов в «C++ Builder». В рамках поставленной задачи можно сказать, что поставленная цель была достигнута полностью, но, как говорится, совершенству нет предела. При желании разработанный проект можно и дальше дополнять новыми возможностями – (модулями) проекта [4, 5].

Литература

1. Хамов Г.Г. М33 Математика. – Ч. 1: Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. – 149 с.

2. Аналитическая геометрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналитическая_геометрия, свободный (дата обращения: 09.10.2016).

3. Линейная алгебра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Линейная_алгебра, свободный (дата обращения: 10.10.2016).

4. Моргунов Е.П. Технология программирования. Курсовое проектирование. – Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2011. – 87 с.

5. Павловская Т.А. П12 C++ Объектно-ориентированное программирование: практикум / Т.А. Павловская, Ю.А. Щупак. – СПб.: Питер, 2006. – 265 с.

УДК 621.791

А.С. Касаткин, С.Е. Юленков

Реализация программного приложения «Нормы ГТО»

Рассказывается об истории программы «Нормы ГТО», составлен перечень требований к разработке проекта, показана структура XML-файла и баз данных проекта, расписаны и показаны результаты разработанного проекта, сделаны выводы по использованию разработанного проекта «Нормы ГТО».

Ключевые слова: нормы ГТО, значки ГТО, целевое устройство, смартфон, XML-парсер, XML-файл, Play Market.

Программа «Нормы ГТО» существовала ещё с советских времён и успешно развивалась с 1931 по 1991 г. Долгосрочная цель – развитие всеобщего физкультурного движения, увеличение продолжительности жизни граждан РФ, модернизация и улучшение системы физического воспитания, увеличение количества спортклубов и физкультурных организаций.

В разное время в нормативах были небольшие изменения, но суть комплекса всегда оставалась прежней. На некоторое время традиция сдачи норм ГТО была утрачена, но благодаря указу президента РФ В.В. Путина в 2014 г. была введена вновь в жизнь нашего общества. Расшифровать аббревиатуру «ГТО» можно следующим образом – «Готов к труду и обороне». Сдавать нормативы возможно в таких испытаниях, как прыжки, отжимания, бег на различные дистанции, подтягивания, метание снаряда, стрельба, плавание, бег на лыжах и туристический поход. Современные нормы ГТО включают в себя 40 видов тестов, которые подразделяются на 11 ступеней для разных возрастных групп. Данное разделение проведено в соответствии с полом и возрастом человека, т.е. существуют нормативы ГТО для мужчик и женщин. Часть тестов предлагается сдавать по выбору.

На рис. 1 показаны некоторые виды тестов норм ГТО.

Рис. 1. ГТО – «Готов к труду и обороне»

Часть населения в РФ, к большому сожалению, не отличается крепким здоровьем, хорошей физической выносливостью, а также силой. Главной причиной в большинстве случаев считается малоподвижный образ жизни людей и нелюбовь к физическим упражнениям, нагрузкам и спорту.

Можно выделить следующие основные цели Всероссийского комплекса ГТО на сегодняшний день: 1) улучшение здоровья нации в РФ; 2) увеличение числа граждан РФ, которые хотят заниматься физической культурой; 3) увеличение продолжительности жизни граждан в РФ; 4) формирование гражданской позиции по ведению здорового образа жизни; 5) модернизация и улучшение системы физвоспитания у граждан в РФ; 6) необходимость толчка к развитию массового детского, студенческого и школьного спорта в РФ; 7) увеличение спортивных клубов и физкультурных организаций в РФ.

В СССР существовало два вида значков ГТО – золотой и серебряный, теперь к ним добавлен третий вид значка – бронзовый значок ГТО. Это нововведение делает спортивно-оздоровительные мероприятия, которые проводятся в рамках ГТО, очень похожими на Олимпийские игры для любого желающего гражданина РФ.

Значки ГТО в современном стиле изображены на рис. 2.

Рис. 2. Современный вид значков ГТО

Знаки отличия ГТО считаются официальными и учитываются как индивидуальные достижения при приёме в вузы и другие учебные заведения. Кроме того, такие студенты или учащиеся имеют право рассчитывать на повышенную государственную стипендию в порядке, установленном Министерством образования и науки РФ.

Для граждан, желающих сдать комплекс норм ГТО, нужен постоянный контроль своих результатов, показанных по отдельным тестам. При самоконтроле результатов выполнения тестов уровень физической подготовки значительно растёт, так как есть возможность оперативно скорректировать нагрузку либо уделить дополнительное внимание отдельным видам спорта [1–4].

Основная цель работы – создание удобного программного приложения, которое бы позволяло вести журнал выполнения тестов норм ГТО и выводить результаты согласно установленным критериям.

Так как смартфоны являются инструментом и аксессуаром, который практически всегда находится рядом с нами, следовательно, было решено именно для КПК создать приложение «Нормы ГТО». Целевой платформой был выбран «Android».

Далее были сформулированы требования к разрабатываемому приложению: 1) наличие личных настроек, в которых пользователь может задать свои персональные данные для определения списка тестов для сдачи норм ГТО; 2) возможность вывода заданий отдельно – обязательные и необязательные; 3) после ввода результатов вывод значка норм ГТО по отдельным заданиям, а также итогового результата по всему комплексу; 4) возможность просмотра описания тестов, а также правила их выполнения; 5) вывод нормативов выполнения заданий за каждый из значков; 6) ввод спортивных результатов должен быть прост и удобен для пользователя.

Для написания приложения использовалась интегрированная среда разработки (IDE) «Android Studio». Все данные о нормативах по заданиям хранятся на самом телефоне в виде XML-файла. При создании приложения запускается XML-парсер, формирующий объекты классов, написанных на Java, согласно структуре XML-файла (рис. 3).

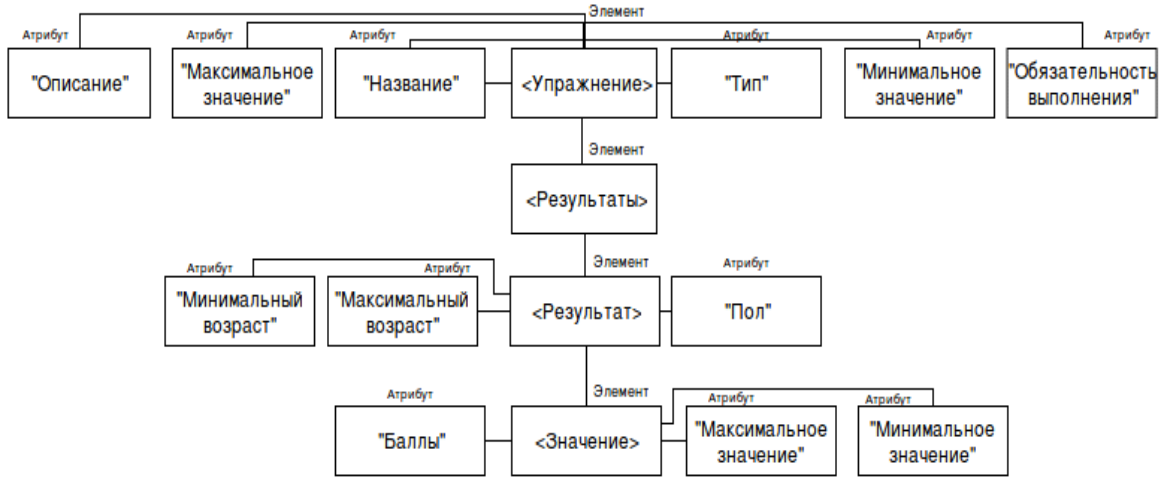


Рис. 3. Структура XML-файла

Такая структура позволяет по типу данных значений нормативов вводить результаты выполнения заданий, при этом не используя клавиатуру устройства.

Приложение также позволяет сохранять результаты в локальную базу данных «SQLite» (таблица). С помощью библиотеки «GraphView» реализован просмотр результатов в виде графика и нативными средствами в виде списка.

При первом открытии приложения можно задать индивидуальные настройки – возраст и пол человека (рис. 4).

База данных разработанного приложения «Нормы ГТО»

Атрибут	Название
ID	Индекс
ExName	Название упражнения
Result	Результат
Date	Дата
Measure	Величина

В дальнейшем в личные настройки можно будет заходить из главного окна, нажав на соответствующую кнопку. В главном окне выводятся два списка

упражнений – обязательные и необязательные (рис. 5). Осуществив выбор упражнения и нажав на него, выводится новое окно, где пользователь может ввести свои результаты, а также просмотреть предыдущие (рис. 6, 7).

На рис. 4–7 приведены скриншоты разработанного приложения «Нормы ГТО».

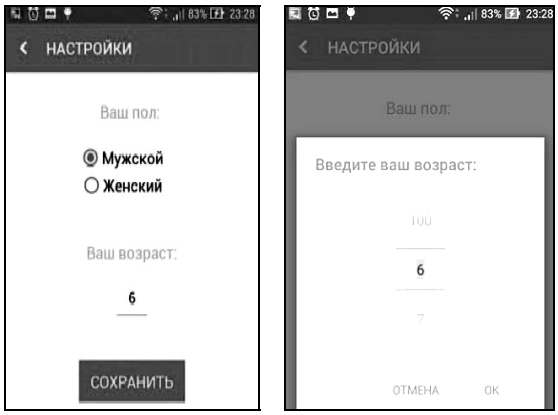


Рис. 4. Окна настроек разработанного приложения «Нормы ГТО»

Рис. 5. Окно просмотра упражнений норм ГТО

Рис. 6. Окно ввода и просмотра результатов выполнения тестов норм ГТО

Приложение прошло тестирование на нескольких реальных устройствах под различными версиями «Android», начиная от версии 4.1. Далее приложение было выложено в «Play Market» и за год функционирования, поддержки и исправления ошибок набрало почти 2000 скачиваний, что говорит о потребности населения в данном программном продукте. За всё это время разработанное приложение 4 раза обновлялось, при этом расширялся его функционал и удобство пользования. Интерфейс приложения «Нормы ГТО» разработан согласно принципам «Material Design», что делает его современным, дружелюбным и интуитивно-понятным.

В перспективе планируется развитие функционала разработанного приложения «Нормы ГТО» – аутентификация пользователей при помощи социальных сетей, а также расшаривание в них результатов выполнения тестов норм ГТО [5].

Рис. 7. Просмотр результата в виде списка и графика

Данный программный продукт будет полезен как преподавателям физического воспитания в различных образовательных организациях для контроля результатов занятий с обучающимися, для тренировок различного уровня спортсменов, так и простым гражданам, которые пропагандируют здоровый образ жизни и хотят добиться определенных результатов.

Литература

1. Что такое ГТО? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gtonorm.ru/chto-takoe-gto/, свободный (дата обращения: 01.09.2016).

2. Возрождение норм ГТО в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vashsport.com/vozrozhdenie-norm-gto-v-rossii/ свободный (дата обращения: 02.09.2016).

3. Готов к труду и обороне СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Готов_к_труду_и_обороне_СССР, свободный (дата обращения: 03.09.2016).

4. В России возрождают нормы ГТО // Российская газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rg.ru/sujet/5216/, свободный (дата обращения: 04.09.2016).

5. Приложения на Google Play – Разработанное программное приложение «Нормы ГТО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://play.google.com/store/apps/details?id=gto.gto.lex.GTO, свободный (дата обращения: 05.09.2016).

Секция 17

ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

*Председатель секции – **Пустынский Иван Николаевич**, д.т.н., профессор каф. ТУ*

УДК 411.123.001

Д.Е. Головина, М.И. Курячий

Измерение сигнальных и шумовых характеристик телевизионного изображения программными средствами

Описано измерение характеристик сигналов и шумов с использованием программных средств.
Ключевые слова: сигнал, шум, отношение сигнал/шум, изображение, апертура, фильтр.

Шум – беспорядочные колебания различной физической природы, которые различаются сложностью спектральной и временной структуры. Изначально слово шум применялось исключительно к звуковым колебаниям, однако со временем в науке оно было распространено и на другие виды колебаний (радио, электричество).

Шумы в телевизионных системах ухудшают четкость и контраст изображения, сжимают диапазон воспроизводимых полутонов яркости. Уровень шумов в телевизионной системе устанавливается преобразователем свет–сигнал, т.е. звеном, где сигнал минимален.

Причинами шумов в телевизионных изображениях могут являться:

– неидеальное оборудование для захвата изображения (ТВ-тюнер, видеокамера и т.п.);

– плохие погодные условия съемки (например, сильные шумы, возникающие при ночной фото / видеосъемке, снег, дождь);

– помехи, которые возникают при передаче по аналоговым каналам;

– искажение данных при их передаче через цифровые каналы или повреждение информации на носителе;

– неточности при выделении яркостного и цветоразностных сигналов из аналогового композитного сигнала и т.п.

Классификация шумов

По способу искажения:

– аддитивный – шум, который суммируется с полезным сигналом, никак не зависит от его значений и формы и не изменяет информативной составляющей самого сигнала;

– мультипликативный – шум, который перемножается с полезным сигналом, может изменять форму информационной части сигнала, иметь зависимость от его значений и от определенных особенностей в сигнале и т.п. При известном характере мультипликативных помех возможна коррекция сигнала на их влияние;

По способу восприятия:

– белый шум – стационарный шум, спектральные составляющие которого равномерно распределены по всему диапазону задействованных частот;

– импульсный шум – случайные изолированные точки на изображении, значения которых значительно отличаются от значений окружающих их точек (обычно возникает при передаче по аналоговым каналам);

– цветные пятна – характерны для аналогового сигнала (к примеру, присутствуют в видеоизображении, оцифрованного с носителя стандарта VHS или аналогов);

– биение пикселей – области, точки в которых имеют произвольное значение в связи с ошибкой декодирования;

– шум, вызываемый помехами в электросети;

– вертикальные царапины (характерны для старых черно-белых видеозаписей). Вертикальные царапины возникают при механическом повреждении эмульсии на пленке.

Шумы в цифровых камерах

Случайный шум – характеризуется колебаниями яркости и цветности выше и ниже настоящих. Определённая доля случайного шума будет всегда присутствовать при любом времени экспозиции и больше зависит от числа ISO. Рисунок случайного шума меняется от кадра к кадру, даже если параметры экспозиции идентичны.

Структурный шум включает то, что называется «горячими пикселями», которые определены как те,

где интенсивность в пикселе значительно превосходит колебания, вызванные случайным шумом. Структурный шум обычно появляется на выдержках большой длины и усугубляется при высоких температурах. Структурный шум уникален тем, что покажет практически идентичное распространение горячих пикселей при съёмке в идентичных условиях (температура, длина экспозиции, число ISO).

Линейчатый шум зависит преимущественно от камеры и является шумом, который вносит сама камера в процессе считывания данных с цифрового сенсора. Линейчатый шум наиболее заметен на высоких ISO и в тенях или когда изображение было чрезмерно осветлено. Линейчатый шум может также нарастать при определённых балансах белого в зависимости от модели камеры.

Отношение сигнал / шум

Отношение сигнал/шум (ОСШ; сокр. SNR) – безразмерная величина, равная отношению мощности полезного сигнала к мощности шума.

$$SNR = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} = \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}}\right)^2, \quad (1)$$

где P – средняя мощность, A – среднеквадратичное значение амплитуды.

Обычно отношение сигнал/шум выражается в децибелах (дБ). Чем больше это отношение, тем меньше шум влияет на характеристики системы.

$$SNR(\text{дБ}) = 10\log_{10} = \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}}\right) = 20\log_{10} = \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}}\right). \quad (2)$$

Отношение с/ш может задаваться для сигнала яркости, сигнала цветности и аудиосигнала.

Результаты измерения ОСШ в программе ImageJ

Программа ImageJ содержит различные фильтры для обработки изображения.

Convolve − при запуске появляется диалоговое окно, в котором вручную можно ввести необходимые параметры фильтрации. Немного поэкспериментировав, Вы обязательно найдете наиболее оптимальный фильтр для Вашего изображения.

Gaussian Blur − это фильтр для сглаживания изображения, построенный на основе функции Гаусса для сглаживания. При запуске появляется диалоговое окно, в котором задается Sigma – значение сглаживания.

Median − уменьшает шум в изображении, заменяя каждый пиксель медианным значением соседних пикселей. Размер окрестности пикселей, с которых будет считаться медианное значение, определяется путем ввода ее радиуса в диалоговом окне.

Mean − сглаживает изображение, заменяя каждый пиксель средним значением соседних пикселей.

Minimum − этот фильтр заменяет каждый пиксель изображения на пиксель серого цвета, имеющий наименьшее значение в данной окрестности. Окрестность в этом случае также задается вручную в диалоговом окне, которой появляется при запуске команды.

Maximum − аналогичный фильтр, заменяющий все пикселя в окрестности на пиксель, который имеет наибольшее значение в данной окрестности.

ОСШ можно вычислить, используя программный пакет для обработки изображений ImageJ. Проводя анализ изображения, требуется получить данные о среднем значении яркости и стандартном отклонении. На основе этих данных производится расчет ОСШ по формуле

$$SNR_{\text{дБ}} = 20\log = \left(\frac{M}{\sigma}\right), \quad (3)$$

$$SNR_{\text{раз}} = \left(\frac{M}{\sigma}\right), \quad (4)$$

где M – среднее значение яркости; σ – стандартное отклонение.

Стандартное отклонение является мерой шума (т.е. насколько выбранные пиксели могут отличаться от вышеупомянутой средней величины яркости).

Изображение, отснятое камерой и искусственно зашумленное в программе ImageJ, представлено на рис. 1.

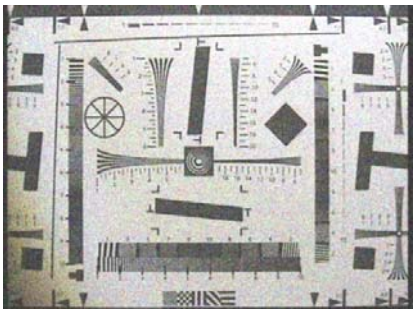


Рис. 1. Исходное, искусственно зашумленное изображение

Обработка изображения маской «скользящее среднее»

Исходное зашумленное изображение было обработано сглаживающей маской «скользящее среднее» с разными размерами апертуры.

Результаты измерения ОСШ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рассчитанные значения ОСШ для маски «скользящее среднее»

Размер маски (элементов)	ОСШ для темного участка изображения (раз)	ОСШ для светлого участка изображения (раз)
3×3	9,36	38,56
3×5	11,66	45,96
3×7	13,19	54,54
5×5	14,24	55,27
7×7	28,1	118,03

Зависимость ОСШ от апертуры представлена на рис. 2.

Обработка изображения дифференцирующими масками

Исходное зашумленное изображение было обработано дифференцирующей маской «выделение горизонтальных линий» с разными размерами апертуры.

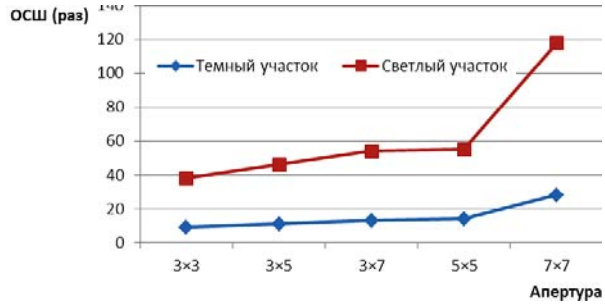


Рис. 2. График зависимости ОСШ от апертуры

Результаты измерения ОСШ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Рассчитанные значения ОСШ для маски «выделение горизонтальных линий»

Размер маски (элементов)	ОСШ для темного участка изображения (раз)	ОСШ для светлого участка изображения (раз)
3×3	0,685	0,709
3×5	0,727	0,696
3×7	0,74	0,669

Зависимость ОСШ от апертуры представлена на рис. 3.

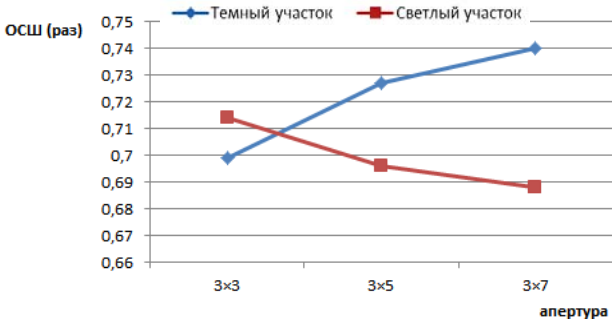


Рис. 3. График зависимости ОСШ от апертуры

Обработка изображения ранговыми фильтрами с радиусами 2, 4 и 6 пикселей

Исходное изображение было обработано фильтрами, предложенными программой с радиусами 2, 4, 6 пикселей.

Изображение, обработанное фильтром «Gaussian Blur» с радиусом 2 пикселя, представлено на рис. 4.

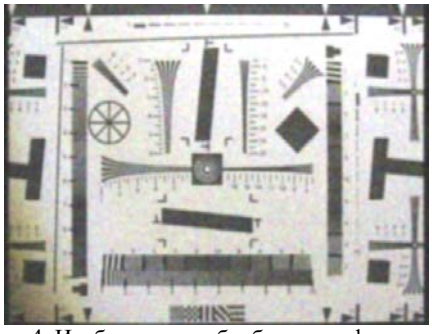
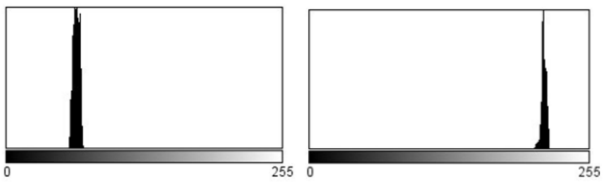


Рис. 4. Изображение, обработанное фильтром «Gaussian Blur» с радиусом 2 пикселя

Гистограммы ОСШ для темного и светлого участков изображения представлены на рис. 5.



а *б*

Рис. 5. Гистограмма для ОСШ: для *а* – темного, *б* – светлого участков изображения

Результаты измерения ОСШ представлены в табл. 3.

Таблица 3

Рассчитанные значения ОСШ для фильтров Gaussian Blur и Median

Тип фильтра	ОСШ для темного участка изображения (раз)	ОСШ для светлого участка изображения (раз)
R = 2 пикселя		
Gaussian Blur	22,15	93,61
Median	26,73	137,24
R = 4 пикселя		
Gaussian Blur	49,84	208,72
Median	16,76	82,59
R = 6 пикселей		
Gaussian Blur	35,76	115,61
Median	24,29	130,62

Выводы

Данная работа была выполнена в программе ImageJ, были использованы разные фильтры, предложенные программой.

При обработке изображения были использованы разные маски. При измерении ОСШ выяснилось, что наибольшее отношение сигнал/шум получаем при обработке изображения сглаживающими масками, такими как «скользящее среднее» и «выделение малоразмерных объектов из шумов», а также, при увеличении размеров апертуры наблюдается значительное увеличение ОСШ. Обработав изображение масками, наблюдается ухудшение разрешающей способности, увеличивая размер апертуры, разрешающая способность ухудшается сильнее.

При обработке изображения дифференцирующими масками ОСШ резко уменьшается, увеличивая размеры апертуры, увеличение ОСШ не наблюдается, разрешающая способность также ухудшается.

При обработке изображения фильтрами с разными радиусами наблюдается значительное увеличение ОСШ.

Литература

1. Шум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki (дата обращения: 16.05.2016).

2. Обработка телевизионных сигналов и изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://spiritoftime.su/ru/scienceandengineering/67-2011-10-30-15-45-10.html (дата обращения: 16.05.2016).

3. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для вузов / М.И. Курячий, А.Г. Костевич. – Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 192 с.

УДК 621.397: 004.932.2

А.В. Гребенюк

Разработка усилителя температурного датчика на основе tstʃ.jtɛ:ционного усилителя для системы «Умный дом»

Разработан усилитель температурного датчика AD590 для использования в системе «Умный дом». Цель работы – создать схему температурного датчика на основе операционного усилителя.

Ключевые слова: температурный датчик, операционный усилитель, умный дом.

Получившие в настоящее время широкое применение температурные датчики применяются в системе «Умный дом» в качестве датчиков наружной и комнатной температуры. Эти датчики посылают информацию об окружающей температуре на контроллер умного дома, который принимает решение. Так как сигнал на выходе температурного датчика «слабый», то для дальнейшей обработки сигнала его необходимо усилить для подачи на АЦП [1].

Рис. 1. Структурная схема устройства

Для проекта был выбран датчик AD 590, представленный на рис. 2.

Характеристики данного датчика:

- диапазон раб. напряжения – 4–30 В;
- номинальный выходной ток при 25 °С – 298 мкА;
- номинальный температурный коэффициент – 1 мкА/К.

Рис. 2. Датчик AD 590

Исходя из выходных характеристик датчика, был выбран отечественный операционный усилитель 140уд12 (рис. 3).

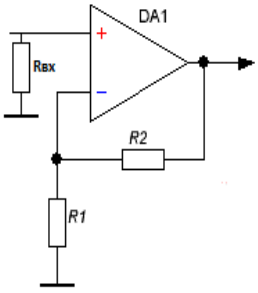


Рис. 3. Схема усилителя температурного датчика

Расчет элементов усилителя

Расчет коэффициента обратной связи произведем по формуле (1):

$$R_2 = \frac{U_{\text{вых}}}{\Delta I_{\text{вх}}}. \qquad (1)$$

Расчет коэффициента усиления усилителя произведем по формуле (2):

$$K_u = 1 + \frac{R_2}{R_1}. \qquad (2)$$

Расчет входного сопротивления произведем по формуле (3):

$$R_{\text{вх}} = \frac{U_{\text{вых}}}{I_{\text{вх}}}. \qquad (3)$$

Расчет напряжения смешения произведем по формуле (4):

$$U_{\text{см}} = \frac{U_{\text{вх}} \times K_1 - U_{\text{вых}}}{K_2}. \qquad (4)$$

Результаты моделирования в программе Multisim, представлены на рис. 4.

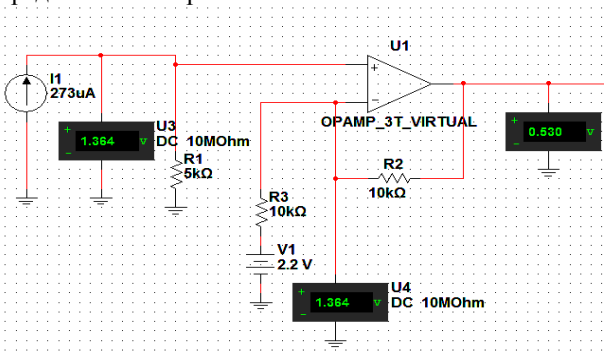


Рис. 4. Моделирование в программе Multisim

Выходная характеристика при различных температурах датчика представлена на рис. 5.

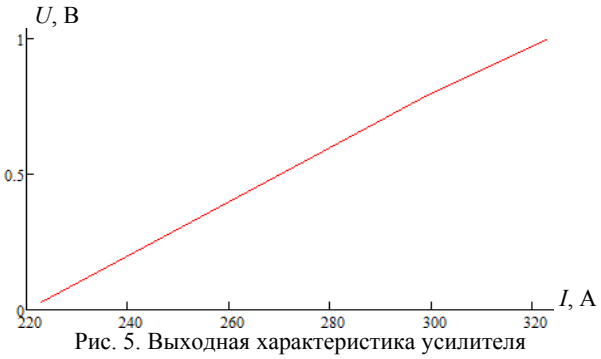


Рис. 5. Выходная характеристика усилителя при повышении температуры

Литература

1. Виглеб Г. Датчики: пер. с нем. – М.: МиР, 1989. – 196 с.

Секция 18

РОБОТОТЕХНИКА И МЕХАТРОНИКА

*Председатель секции – **Шурыгин Юрий Алексеевич**, д.т.н., профессор, первый проректор, зав. каф. КСУП*

УДК 159.93; 519.71

Ф.Б. Тебуева, В.Б. Сычков, С.С. Рябцев

Способ формирования стратегий адаптивного поведения антропоморфных робототехнических систем

Разработанный способ формирования стратегий адаптивного поведения для антропоморфных робототехнических систем базируется на нечеткой оценке состояния нештатной ситуации. Предложено оценивание осуществлять по универсальным критериям контактности, активности, направленности изменения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке интеллектуальных систем поддержки принятия решений.
Ключевые слова: антропоморфная робототехническая система, адаптивное поведение, стратегия действий, база знаний, суждение.

В настоящее время важнейшей задачей в области робототехники является разработка технологий повышения эффективности поведения антропоморфных робототехнических систем (АРТС) [1]. Эта задача обусловлена острой необходимостью замены человека в сложных работах и ситуациях, связанных с риском для жизни и происходящих в условиях не пригодных для жизни [2, 3]. Кроме этого, достаточно развитая АРТС позволит упростить труд человека как в физическом плане, так и, в некоторых случаях, интеллектуальном.

К современным антропоморфным роботам, помимо требований по технической составляющей, устойчивого передвижения и качественной реализации человекоподобной структуры, предъявляются требования возможности адаптации, возможности самообучения и наличия машинного (искусственного) интеллекта [4].

Основными проблемами в практике использования АРТС являются следующие:

1. АРТС требуют комплексного междисциплинарного подхода, т.е. наряду с теорией технических систем автоматического управления необходимо знание и использование законов психологии и социологии. Для понимания процессов адаптации АРТС к некоторым условиям целесообразно соотносить их с аналогичными процессами у человека.

2. Современные АРТС в силу особенностей своей конструкции являются узкоспециализированными и не могут быть модернизированы до надлежащего уровня универсальности [2]. Рассмотрение вопросов адаптивности поведения следует начинать с наиболее общих и важных функций АРТС: движение, распознавание окружающей среды и поднятие предметов и др. В настоящей статье рассматривается адаптивное поведение АРТС при ее движении.

3. Большинство АРТС не отвечают требованиям адаптивности и не в состоянии эффективно выполнять поставленные задачи при внешних изменениях (потерях связи с оператором и других нештатных ситуациях).

Таким образом, формирование стратегий адаптивного поведения при изменяющихся условиях внешней среды является важным этапом в процессе разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений АРТС.

Под стратегией адаптивного поведения [5] АРТС понимается набор и последовательность действий в условиях возникновения нештатной ситуации. Другими словами, это набор правил, согласно которым предпринимаемые действия должны зависеть от обстоятельств, включая естественные события и внешние действия, изменяющиеся в соответствии с изменениями среды.

При формировании стратегий адаптивного поведения АРТС набору правил, отвечающих за поведение работа, следует придать законченный, устойчивый и детерминированный вид. При этом необходимо осуществлять синтез всех аспектов, по которым выбираются эти правила. Таким образом, план действий АРТС в условиях изменения внешней среды должен быть однозначно определенным. В этом контексте адаптация должна пониматься как сложный процесс, в котором высшей ступенью является объединение АРТС и внешних факторов в одну сис-

тему для формирования стратегии приспособления к этим факторам.

Будем рассматривать типичную модель АРТС, структурно состоящую из 6 элементов: корпус; головной блок; правый и левый педикуляторы; правый и левый манипуляторы (обеспечивающие кинематические характеристики, приближенные и свойственные человеку). Предполагается, что функционирующая АРТС имеет следующие средства для получения информации из внешнего мира: датчики препятствий, расположенные в педикуляторах и манипуляторах сканирующие дальномеры, камера в головном блоке [3, 6].

Рассмотрим задачу прохождения до определенной точки в замкнутом пространстве при возникновении на пути маршрута препятствия. При формировании стратегий АРТС необходимо получить ответы на вопросы (критерии): 1) необходим ли контакт с препятствием; 2) необходимо ли изменение своего маршрута или следует изменить объект, создающий препятствие; 3) действовать или дожидаться помощи оператора?

Для возможности определения четкого набора действий при формировании стратегии адаптивного поведения необходимо выбрать значение каждого критерия по нечетким суждениям о препятствии. Для решения таких задач АРТС должна обладать базой знаний о возможных препятствиях и их характеристиках. Значения критериев, суждения и база знаний о препятствиях являются отличными друг от друга для различных по назначению АРТС, т.е. назначение АРТС имеет существенное влияние на то, какие знания об окружающих объектах заложены в его базу знаний и какую информацию он может получить из внешней среды. К примеру, робот-спасатель и робот для аварийных работ должны иметь базу знаний об опасности препятствий и затратах энергии. Знания об опасности препятствий могут иметь суждения:

– крайне опасно, даже с соблюдением дистанции;
– опасно при определенных условиях;
– безопасно, если не соприкасаться;
– безопасно;
– неопределённо.

Знания о затратах энергии должны иметь суждения об обобщенной энергозатратности для каждой стратегии поведения.

В статье предлагается выделить наиболее универсальные критерии, по которым для АРТС с разным предназначением можно сформировать стратегии поведения. Эти критерии будут опираться на следующие положения о процессе адаптации.

1. Для того чтобы происходила адаптация поведения, необходимо, чтобы был контакт АРТС с внешней средой.

2. Для того чтобы адаптация начала происходить, необходимо, чтобы произошли изменения либо в среде, либо в самой АРТС.

3. Для того чтобы адаптация разворачивалась по наиболее подходящему сценарию, необходимо наличие активных или пассивных действий.

Исходя из этих положений, имеем универсальные критерии для формирования допустимых стратегий адаптивного поведения: *контактность, активность и направленность изменения* [7].

Стратегию адаптивного поведения математически можно представить в виде упорядоченной последовательности

$$S = [A(a_{ij}), B(b_{ij}), C(c_{ij})],$$

где S – стратегия адаптивного поведения; A – правило адаптации по критерию «контактность»; B – правило адаптации по критерию «активность»; C – правило адаптации по критерию «направленность изменения». Элементы матриц (a_{ij}), (b_{ij}), (c_{ij}) представляют собой конкретные действия робота по соответствующему критерию. К примеру, для критерия «контактность» при преодолении препятствия можем иметь множество $\{a_1$ = «контактировать непосредственно», a_2 = «контактировать дистанционно», a_3 = «избегать»$\}$. В этой ситуации при a_1 = «контактировать непосредственно» набор действий может иметь вид: $\{a_{11}$ = «переместить», a_{12} = «подвинуть», a_{13} = «перелезть»$\}$, при a_2 = «контактировать дистанционно» – иметь вид: $\{a_{21}$ = «обойти», a_{22} = «перешагнуть»$\}$, при a_3 = «избегать» – иметь вид: $\{a_{31}$ = «покинуть место», a_{32} = «занять безопасное место», a_{33} = «не передвигаться»$\}$.

Напомним, что формирование набора правил по каждому критерию происходит в зависимости от имеющейся информации об окружающей среде. При адаптации к внешним условиям человек практически всегда использует представление внешнего мира в виде нечетких условий, особенно при представлении нечетких форм, расстояний и размеров объектов. В первую очередь это обусловлено тем, что у человека существует набор субъективных шкал дистанций и размеров. По этой причине при формировании стратегии движения АРТС необходимо, чтобы были представления об отношении положений и ориентации объектов, а также о дистанции, размерах и формах препятствия [8]. Так, при выборе одного из возможных действий «обойти», «перешагнуть» или «перелезть» под действием «перелезть» понимаются действия «наступить на препятствие», «спуститься с препятствия». Здесь АРТС должно оценить, в первую очередь, высоту и ширину препятствия (рис. 1).

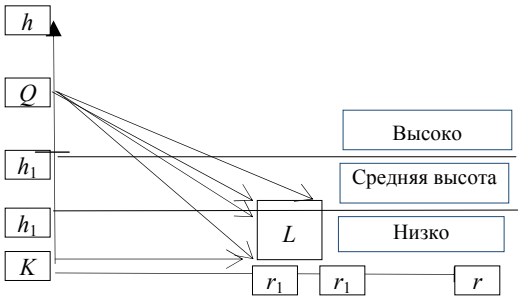


Рис. 1. Выбор действия при формировании стратегии адаптивного поведения АРТС при встрече с препятствием. Q – датчики оценки препятствий, установленные в педикулярах АРТС; K – дальномер, установленный в стопе; L – препятствие; h – его высота; r – расстояние до него

На основании этих знаний о внешнем мире можно сформировать набор правил выбора:

1. Если препятствие «высокое», то следует «обойти» его.

2. Если препятствие «средней высоты» и достаточно широкое, то следует «перелезть» через него.

3. Если препятствие «низкое», то следует «перешагнуть» через него.

Таким образом, выбор действий, которые подразумевает данный критерий, можно формализовать с помощью правил

«Если $x = w_{ij}$, то $x_{ij} = S$»,

где x – это препятствие; $w_{ij} \in W$ – параметры и характеристики препятствия, а S – стратегии поведения робота. Рассматривая нечеткое представление о высоте объекта, АРТС определяет допустимые действия по преодолению препятствия и т.д.

Таким образом, предложенный способ формирования стратегий адаптивного поведения АРТС можно считать формируемым с помощью универсальных критериев. При этом наборы правил действий по каждому критерию зависят от характеристик отдельно взятой АРТС. Полученный способ формирования стратегий адаптивного поведения может быть основой при создании многофункциональных АРТС.

Литература

1. Тебуева Ф.Б., Сычков В.Б., Огур М.Г. Общая схема системы поддержки принятия решений для оптимизации управления поведением мобильных манипуляционных роботов // Современная наука и инновации. – 2016. № 1 (13). – С. 22–29.

2. Мошков В.Б., Баранник А.Ю., Якутов А.В. Специфика определения тактико-технических требований к спасательным антропоморфным робототехническим комплексам // Предупреждение. Спасение. Помощь: сб. матер. XXVI Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – Секция 4. – С. 29–32.

3. Сычков В.Б., Богданов А.А., Кутлубаев И.М., Пермяков А.Ф., Попова Е.В. Комбинированные системы управления робототехническими комплексами на основе элементов сенсорики с обратными связями для обеспечения возможности замены человека при работе в условиях чрезвычайной ситуации / Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий: XX Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. – 2015. – С. 585–587.

4. Богданов А.А., Сычков В.Б., Жиденко И.Г., Кутлубаев И.М. Создание и исследование робототехнической системы с интерактивным управлением // Решетневские чтения: матер. XVI Междунар. науч. конф., посвящ. акад. М.Ф. Решетневу (7–9 нояб. 2012, г. Красноярск): в 2 ч. под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2012. – Ч. 1. – С. 230–231.

5. Богданов А.А., Кутлубаев И.М., Пермяков А.Ф., Сычков В.Б. Разработка антропоморфного робота с интерактивным управлением // Необратимые процессы в природе и технике: труды восьмой Всерос. конф. Моск. гос. техн. ун-та им. Н.Э. Баумана. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – С. 228–230.

6. Жиденко И.Г., Богданов А.А., Кутлубаев И.М, Сычков В.Б. Обоснование выбора структурной схемы роботов космического исполнения / Решетневские чтения: матер. XVII Междунар. науч. конф., посвящ. акад. М.Ф. Решетневу (12–14 нояб. 2013, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2013. – Ч. 1. – С. 278–280.

7. Мельникова Н.Н. Классификация стратегий адаптивного поведения // Теоретическая, экспериментальная и практическая психология: сб. науч. тр. / под ред. Н.А. Батурина. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001. – Т. 3. – С. 16–29.

8. Ющенко А.С. Методы нечеткой логики в управлении мобильными манипуляционными роботами // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приборостроение. – 2012. – Спец. вып. № 6. – С. 29–43.

УДК 004

А.В. Мишуткин, А.В. Степачева, И.М. Добуш

Обзор графических библиотек для визуализации характеристик радиоэлектронных компонентов и устройств в веб-приложениях

Представлен краткий обзор компонентов визуализации графиков, применяемых в веб-приложениях. Рассмотрен вопрос актуальности разработки веб-приложений в целом, а также в области моделирования и проектирования радиоэлектронных устройств.

Ключевые слова: визуализация, моделирование, проектирование, радиоэлектронные устройства.

В настоящее время особую популярность использования набирают различные веб-приложения. Изначально World Wide Web (WWW) представлялась ее создателям как «пространство для обмена информацией, в котором люди и компьютеры могут общаться между собой». Поэтому первые веб-приложения 90-х гг. представляли собой набор примитивных статических HTML-страниц. По мере развития и появления новых веб-технологий у разработчиков появилась возможность создавать приложения нового поколения. Из статических веб-приложения перешли в динамические интерактивные системы. Серьезный прорыв в веб-разработке произошел с появлением нового стандарта языка гипертекстовой разметки HTML–HTML5. Ещё в 2011 г. HTML5 и CSS3 казались делом будущего, но уже в 2012 г. браузеры (Google Chrome, Safari, Firefox и Opera) начали реализовывать отдельные части специфика-

ции [1]. В 2014 г. HTML 5 официально стал рекомендованным стандартом. А в июне 2016 г. был опубликован HTML 5.1 [2]. Современные браузеры активно поддерживают новые технологии, что в свою очередь позволяет создавать кроссбраузерные веб-приложения. Так, Google планирует перевести Chrome на HTML 5 к концу 2016 г.

Веб-индустрия стремительно развивается, а современные веб-приложения достигли уровня программ для настольных ПК и значительно приближают пользователя к использованию Интернета в качестве операционной системы. Сегодня уже легко можно найти многие онлайн-замены привычным настольным программам (графические редакторы, конвертеры, средства для распознавания текста, распаковки архивов, игры и др.). Разработчики пытаются совместить лучшее из двух миров: моментальный отклик настольных приложений и постоянный «онлайн-режим» веб-приложений.

Актуальность разработки веб-приложений

Помимо динамического развития веб-приложений, можно выделить их явные преимущества перед настольными приложениями [3]:

1. Независимость от платформы. Если настольные приложения необходимо разрабатывать отдельно для каждой платформы (Windows, Linux, Mac) с учетом оборудования, то веб-приложения работают в разных платформах, необходим только браузер.
2. Использование ресурсов. Сложные настольные приложения требуют большого объема памяти и высокого быстродействия, в случае использования веб-приложения основная часть ресурсоемкой обработки выполняется на сервере поставщика приложения, а не у конечного пользователя.
3. Установка программного обеспечения. При использовании веб-приложений, отсутствует необходимость трудозатрат на загрузку программного обеспечения, установку и последующее обновление.
4. Большинство веб-приложений настроены на совместный доступ.

Стоит отметить, что современные веб-приложения – это не только информационные системы, но и удобные сервисы, позволяющие решать сложные технические проблемы онлайн. Так, некоторые компании наряду с настольными приложениями разрабатывают и веб-версию продукта с полной или ограниченной функциональностью. Например, разработана веб-версия продукта Matlab [4]. Компания Autodesk, разработчик AutoCAD, так же активно разрабатывает различные веб-сервисы. Например, доступна бета-версия веб-приложения, позволяющего загружать, просматривать и измерять DWG-файлы, а также сервис, позволяющий просматривать и обмениваться 2D- и 3D-проектами, поддерживаются форматы DWG, DWF, RVT, Solidworks и STP [5].

Также в последнее время появились онлайн-сервисы для системного и схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств [6–10], при этом наблюдается явная тенденция перехода от простых онлайн-калькуляторов к созданию сложных компонентов САПР, в том числе редакторов схем и топологий, инструментов линейного и нелинейного анализа, компонентов визуализации электрических характеристик.

В настоящей работе выполнен краткий обзор компонентов, позволяющих отображать различные виды графиков непосредственно в браузере. Целью обзора являлся выбор подходящего компонента для отображения электрических характеристик и дальнейшего его применения при создании веб-приложений для моделирования и проектирования радиоэлектронных устройств.

Анализ графических компонентов

Для отображения графиков в веб-приложение существует большое количество готовых компонентов. Условно их можно разделить на две группы: статические и динамические или интерактивные.

Статические работают следующим образом: на сервере по данным строится график и передается в браузер в виде картинки. Достоинством таких компонентов является возможность без дополнительных усилий средствами браузера сохранить картинку. Существенным недостатком является отсутствие возможности быстро изменять и настраивать представление, например, менять масштаб, отключать вывод некоторых данных, изменять цветовое отображение и др. Каждый раз при таком изменении посылается запрос на сервер для получения новой картинки, что приводит к большим задержкам.

Вторая группа компонентов представляет собой интерактивные графики. С сервера на клиент приходит набор данных, и уже на клиенте с помощью технологии JavaScript происходит визуализация графика в браузере. При этом для описанных ранее манипуляций не отправляются каждый раз запросы на сервер, что позволяет наблюдать изменения в реальном режиме времени.

Так как группа интерактивных компонентов более удобна и наиболее востребована, обзор проводился именно такого рода библиотек.

Описание возможностей

Для исследования возможностей и дальнейшего выбора подходящего компонента были рассмотрены десять популярных библиотек, разработанных с помощью технологии HTML5 и JavaScript: Highcharts, Google Charts, CanvasJS, Chart JS, RGraph, jqPlot, amCharts, AnyChart, ZingChart, Chart FX. Все они обладают схожими функциональными возможностями, например, позволяют визуализировать разные типы двухмерных и трехмерных графиков, такие как линейные, столбчатые, полосовые, круговые и секторные диаграммы, графики в полярных координатах.

Кроме выбора типа графика, рассмотренные компоненты предоставляют возможности по настройке цвета, типа линии и маркеров, шаблоны отображения легенды, осей, подписей и др.

Не все, но большинство библиотек обладают такой важной функциональной возможностью, как масштабирование графиков, отключение вывода некоторых данных, сохранение изображения в форматах jpg, png, svg.

В ходе исследования, помимо функциональных возможностей, оценивались удобство и скорость интеграции компонентов, а также их доработки для собственных нужд, наличие технической документации, API и популярность, т.е. наличие множества сообществ по доработке и обсуждениям библиотеки.

Скорость и удобство настройки оценивались опытным путем. Для этого было разработано тестовое веб-приложение, которое позволяет загружать текстовые файлы измерений радиоэлектронного устройства и выбирать библиотеку для визуализации. Для исследования загружались 7 файлов измерений с данными коэффициента передачи радиоэлектронного устройства для 201 частотной точки. Кроме того, все компоненты были настроены таким образом, чтобы графики отображались в одинаковом виде и с идентичным набором возможностей.

Приложение работает по следующему принципу: данные файла измерений отправляются на сервер, там обрабатываются и преобразуются в массив точек, далее отправляются на клиент и отображаются в браузере в виде двумерных графиков с помощью заданной библиотеки. Быстродействие каждой библиотеки оценивалось по среднему значению затраченного времени с момента прихода данных на клиент до отрисовки графика в браузере для 10 запусков приложения.

Тестовое приложение разрабатывалось на C# с использованием технологии ASP.NET MVC, поэтому библиотеки также исследовались на предмет наличия API для возможности настройки отображения графиков на языке C# вместо JavaScript.

Стоит отметить, что некоторые из рассмотренных библиотек имеются в хранилище пакетов NuGet, что упрощает процесс установки компонента в .NET приложение.

Результаты сравнительного анализа

Во время разработки тестового приложения и изучения основных возможностей компонентов был определен набор критериев, по которым будет произведен сравнительной анализ и выбор подходящей библиотеки. Результаты сравнительного анализа приведены в таблице.

Сравнение графических библиотек по общим критериям

Библиотеки	Критерии сравнения										
	Возможность бесплатного некоммерческого неиспользования	Стоимость лицензии для коммерческого применения (для 1-го разработчика)*	Поддержка .NET	Быстродействие**	Специфические диаграммы (карты, полярные, радары)	3D-графики	Масштабируемость	Сохранение изображения	Всплывающие подсказки	Наличие в NuGet	Наличие документации
Highcharts [4.2.5 , 2016] Highsoft, Норвегия	Да	$ 590 Техническое обслуживание и поддержка	Да	351 мс	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Google Charts, [44, 2016] Google Inc., США	Да	Free/Open Source	Нет	4,4 мс	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет	Да
CanvasJS [1.8.0 , 2016], Стартап проект, Индия	Да	$ 299 Скидки от 3 лет сотрудничества	Нет	97,6 мс	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
Chart JS [2.1.3, 2016] Автор Nick Downie, Великобритания	Да	Free/Open Source	Нет	641,6 мс	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Да
RGraph [2016-02-06, 2016], Разработчик Richard Heyes, Великобритания	Да	$ 199	Нет	88,4 мс	Да	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да
jqPlot [1.0.9, 2016]. Один из основных разработчиков Paul Pritchard, Техас, США	Да	Free/Open Source	Нет	713 мс	Нет	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да
amCharts [3.20.4, 2016], amCharts, Литва	Да	$ 140 – $ 4590 От 3 до 12 мес. технической поддержки	Нет	15 мс	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
AnyChart [7.10.0, 2016], AnyChart, США	Да	$249 / На мес. $499 / На год	Да	57 мс	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да
ZingChart [2.3.3, 2016], ZingChart, Калифорния, США	Да	$ 999	Нет	128 мс	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да
Chart FX [7.5.5900, 2016], Software FX, США	Да	$ 699 – $ 1699	Да	696 мс	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

* Указаны, если есть дополнительные условия.

** Проверка скорости выполнения скриптов всех библиотек при одинаковых условиях.

Среди рассмотренных библиотек Chart JS кардинально уступала остальным как по функциональности и удобству настройки, так и по наличию документации. Библиотеки RGraph, ZingChart, Chart FX, jqPlot и CanvasJS имеют также некоторые недостатки и сложности в использовании. Несмотря на все достоинства, библиотека Google Charts также была отброшена, так как не позволяет работать без наличия доступа к глобальной сети Интернет. Для некоторых групп пользователей радиоэлектронной промышленности хранение информации на стороннем сервере является неприемлемым, в этом случае наибольший интерес представляют библиотеки визуализации для веб-приложений, работающих на локальном сервере без использования подключения к Интернету.

Наиболее подходящими по функциональности и удобными в использовании оказались три библиотеки: Highcharts, amCharts и AnyChart. По сравнению с остальными эти библиотеки хорошо документированы и имеют множество примеров использования, благодаря чему просты в освоении и доработке.

На основании сравнения этих библиотек между собой в других статьях, а также приобретенном опыте использования была выбрана библиотека amCharts. Коммерческое использование данного компонента является платным, что гарантирует его техническую поддержку со стороны разработчиков. Кроме того, данный продукт активно развивается: последняя версия 3.20.15 выпущена 29 сентября 2016 г.

Заключение

В статье рассмотрены актуальность и тенденции развития веб-приложений как в целом, так и в области радиоэлектроники. Также приведены основные преимущества перед настольными приложениями.

Проведен обзор сторонних библиотек для визуализации различных типов графиков, которые разработаны с помощью технологий HTML5 и JavaScript. Рассмотрены основные возможности данных компонентов, а также выбран один для дальнейшего использования в разработке веб-приложения для моделирования и проектирования радиоэлектронных устройств.

Литература

1. Web Teacher [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.webteacher.ws/2012/01/27/browser-support-for-new-html5-structural-elements/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

2. Официальный сайт World Wide Web Consortium (W3C) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.w3.org/html/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

3. Сравнение и противопоставление приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-cloudordesktop/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

4. MATLAB Online. Access MATLAB From Your Web Browser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mathworks.com/products/matlab-online/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

5. A360 VIEWER [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://a360.autodesk.com/viewer/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

6. Design and simulate complete analog, digital, mixed signal and Electro-mechanical systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.systemvision.com/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

7. Mechanical Layout Tool [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mlt.xmicrowave.com/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

8. Простая система проектирования электроники EasyEDA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://easyeda.com/editor/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

9. PartSim. Web Circuit Simulation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.partsim.com/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

10. Институт проблем проектирования в микроэлектронике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ippm.ru/index.php?page=webcad/, свободный (дата обращения: 02.10.2016).

УДК 519.711.3

Ф.Б. Тебуева, М.Г. Огур, Е.А. Некрасова

Алгоритм управления движением мобильного робота, основанный на множественной выборке путевых точек

Основное содержание статьи составляет анализ алгоритма, который генерирует максимально информативные траектории для управления движением АРТС. Проведен анализ оптимального подхода, представлено несколько стратегий сокращения модульных, субмодульных и изменяющихся во времени информационных целей. На основе анализа предлагается осуществить поиск оптимальной траектории, которая максимизирует метрическую информацию, используя множественную выборку путевых точек. Оптимизированный алгоритм находит оптимальные решения за более короткое время, чем существующие комбинаторные методы оптимизации поиска. Данная проблема имеет потенциал для дальнейшего исследования и изучения.

Ключевые слова: робот, антропоморфный, траектория, выборка, точка, движение, граф.

Перед антропоморфными робототехническими системами (АРТС) всё чаще ставятся задачи сбора информации о различных параметрах окружающего пространства. Данные задачи включают в себя морской мониторинг [1], воздушное наблюдение/поиск [2], тактильное распознавание объектов [3], осмотр и анализ их параметров [4]. Во всех вышеперечисленных задачах существует обобщенная цель, заключающаяся в максимизировании объема и качества метрической информации (например, вероятность обнаружения цели или точность определения параметров целевого объекта) при удовлетворении поставленных ограничений (таких, как ограничение количества топлива или энергии, время исполнения задачи и т.д.). Проблема планирования движения с целью максимизации количества и/или качества получаемой информации является особенно сложной в данной ситуации, так как в большинстве случаев требует анализа большого количества траекторий, выстраиваемых в динамически сложном пространстве [13]. Данные проблемы относятся к классу задач NP-hard [5] и PSPACE-hard [6] в зависимости от вида целевой функции в пространстве возможных траекторий. Классически в данных ситуациях задействуются алгоритмы аппроксимации [5] пути и границы решений [7] для обеспечения оптимальных траекторий движения. Тем не менее данные алгоритмы ограничены дискретными возможностями решения и плохо масштабируются в зависимости от ограничений задачи и динамических изменений окружающей среды.

В данной статье приводится алгоритм, применяемый для обеспечения повышения эффективности и универсальности решения информативной задачи планирования движения с использованием итеративной выборки. Подход заключается в объединении быстро исследуемых случайных графов (RRGs) [8] с идеями путей и границ решений [7]. Описываемый алгоритм базируется на алгоритме «быстро исследуемых случайных деревьев» – RRT (Rapidly exploring Random Trees) – и позволяет существенно повысить эффективность последнего для решения задач поиска пути в пространствах, содержащих большое количество ограниченных участков (промежутков, зон, областей).

Одним из популярных алгоритмов планирования движения, который хорошо зарекомендовал себя в данной области, является алгоритм RRT. Этот алгоритм обеспечивает высокую скорость исследования пространства конфигураций, его сходимость была доказана при условии увеличения числа итераций, а также он неплохо зарекомендовал себя при решении задач большой размерности. Однако, данный алгоритм, как и другие алгоритмы на основе вероятностных дорожных карт, обладает плохой сходимостью, в случае если области, обеспечивающие связность отдельных компонент пространства конфигураций, имеют малый размер.

Под качеством исследования пространства конфигураций в конкретной точке в данной работе подразумевается численный показатель, характеризующий вероятность успешного построения траектории, соединяющей RRT дерево и данную конфигурацию.

Описанный случай соответствует наличию в пространстве конфигураций ограниченных участков. Описываемая в статье модификация алгоритма RRT может быть эффективно применена для построения траектории в подобных условиях.

Существующие разработки

Проблематика автономного сбора и анализа информации имеет богатую историю в области математики, информатики и робототехники и изначально опирается на методы последовательной проверки гипотез [9]. Первоначальные эксперименты в данной области были направлены на определение того или иного практического исследования, проведение которого являлось необходимым для наиболее точного определения характера исследуемой информации. Затем подобные идеи были обобщены для возможности учёта ограничений физических и технических систем, в результате чего был дан старт изучению систем «активного восприятия» [10].

Позже проблемы активного восприятия были расширены до мобильных систем восприятия с элементами Байесовского рассуждения [11]. Дальнейшие разработки привели к созданию наборов решений, включающих в себя информационно-теоретические измерения для проблем распознавания объектов, построения карт и восстановления сцены пространства. Современные разработки в области визуального планирования и планирования подробного пространства продолжают использовать градиентные методы для оптимизации. В то же время, данные методы, хоть и могут быть использованы в различных областях, всё же не могут гарантировать глобальной оптимальности решения, так как построены на системе ограничений.

Постановка задачи

В общем плане задача планирования движения требует решения проблемы максимизации:

$$P^* = \frac{\arg\max}{\rho \in \psi} I(P),\ c(P) \le B\ , \qquad (1)$$

где ψ – область допустимых траекторий для робота или группы роботов; B – бюджет (времени, топлива, энергии и т.д.); $I(P)$ – функция, представляющая информацию, собранную по траектории P. Будем считать, что робот использует дискретный временной ряд и детерминированную траекторию с учетом окружающей среды и внешних управляющих сигналов. Условно обозначим часть траектории на временном отрезке от t_0 до t_f как $P^{t0:tf}$. Также отметим часть траектории P^t, как сегмент траектории, отцентрированной вокруг сегмента времени t. Допускаются ограничения на области допустимых траекторий, включающие в себя динамические ограничения, препятствия в окружающем пространстве и ограничение скорости передвижения робота [12].

Рассматриваются информационные целевые функции следующих типов: модульная, изменяющаяся во времени модульная и субмодульная. Пред-

ставим P_a и P_b как две частичные траектории и P_{ab} как траекторию, найденную путем их комбинации, и обозначим модульную целевую функцию как сумму $I(P_{ab}) = I(P_a) + I(P_b)$. Изменяющаяся во времени функция является сходной за исключением значения $I(P_{ab})$, зависящего от момента, когда запускаются P_a и P_b. Субмодульной функцией, напротив, является функция, в которой $I(P_{ab}) \leq I(P_a) + I(P_b)$. В контексте планирования движения робота одним из ключевых свойств субмодульной функции является то, что количество информации, собранной в будущем, зависит от уже пройденной траектории, чего не обеспечивают модульные функции. Существует два фактора, существенно усложняющих решение данных оптимизационных задач: почти для всех интересующих функций сложно найти формализованное решение (NP-hard и PSPACE-hard); пространство траекторий ψ растет с увеличением бюджета возможностей, что делает невозможным исчерпывающий поиск решения.

В данной статье предлагается пошаговый алгоритм, который использует множественную выборку для создания более эффективной и информативной траектории, которая удовлетворяет ограничениям и энергетическому бюджету системы. Такой подход позволяет строить траектории для решения задач со сложными комплексными целями.

Описание алгоритма

Предлагаемый алгоритм планирования движения АРТС продуктивно генерирует траектории, которые максимизируют информационную метрику, сохраняя при этом временные, энергетические и прочие ограничения. Ключевая идея заключается в том, чтобы комплексно оценить конфигурацию АРТС и построить граф [14] допустимых траекторий путем последовательного расширения предполагаемых траекторий в направлении выбранных точек решения (рис. 1).

Главный цикл алгоритма «быстро исследуемого захвата информации» начинается с вводного узла и в случайном порядке генерирует ключевые точки в области значений. Алгоритм расширяет ребра графа от новой ключевой точки до всех близлежащих узлов. Новые узлы графа строятся только при условии соблюдения ограничений, и узлы, выходящие за рамки ограничений, могут быть удалены.

После построения новых узлов графа затраты и ценность информации рассчитаны, требуется дополнительный шаг, в котором информация и её ценность рекурсивно обновляются вдоль всех новых ребер графа. Во время рекурсивного обновления новые ключевые точки строятся с целью сохранения ценной информации, собранной по траекториям, построенным через недавно добавленные ключевые точки. Большее количество точек строится по соседству с недавно добавленными точками до тех пор, пока не будут построены все узлы, удовлетворяющие условиям и ограничениям. Удаление точек может использоваться во время данного шага с целью ограничения количества узлов. После отработки множества итераций алгоритма граф будет содержать ряд возможных допустимых траекторий в рамках установленных ограничений.

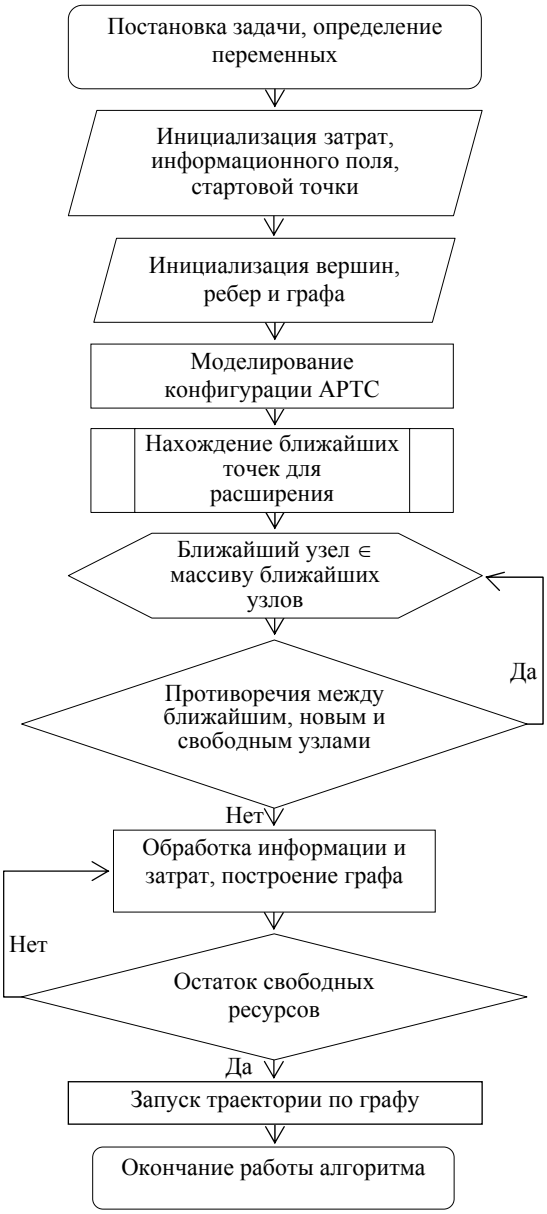


Рис. 1. Блок-схема алгоритма планирования

Предложенный алгоритм допускает ограничения во время движения АРТС, для возможности расширения ключевых точек в заданном направлении ребра графа расширяются, используя проверку противоречий. Сама функция проверки противоречий, в свою очередь, может быть определена эвристически либо базироваться вокруг предопределённой точки. Алгоритм также может группировать препятствия окружающей среды путем ограничения области допустимых траекторий до свободной области значений.

Главные задачи сбора информации фокусируются на построении графа, траектории которого удовлетворяют ограничениям и требованиям, управлении сложностью обработки информации, собран-

ной в каждом узле графа, и в сокращении траекторий, не удовлетворяющих наиболее информационно нагруженной конечной траектории.

Литература

1. Smith R., Schwager M., Smith S., Jones B., Rus D., and Sukhatme G. Persistent ocean monitoring with underwater gliders: Adapting sampling resolution // J. Field Robotics. – Sept. 2011. – № 28(5). – P. 714–741.

2. Hollinger G., Singh S., Djugash J. and Kehagias A. Efficient multi-robot search for a moving target // Int. J. Robotics Research. – Feb. 2009. № 28(2). – P. 201–219.

3. Hsiao K., Kaelbling L.P. and Lozano-P´erez T. Task-driven tactile exploration // In Proc. Robotics: Science and Systems Conf., June 2010.

4. Hollinger G., Englot B., Hover F., Mitra U. and Sukhatme G. Active planning for underwater inspection and the benefit of adaptivity / Int. J. Robotics Research, Jan. 2013. №32(1). – P. 3–18.

5. Singh A., Krause A., Guestrin C. and Kaiser W. Efficient informative sensing using multiple robots // J. Artificial Intelligence Research. – Apr. 2009. – № 34. – P. 707–755.

6. Reif J.H. Complexity of the mover's problem and generalizations // In Proc. IEEE Symp. Foundations of Computer Science. – Oct. 1979. – P. 421–427.

7. Binney J. and Sukhatme G.S. Branch and Bound for Informative Path Planning // In Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation. – May 2012. – P. 2147–2154.

8. Karaman S. and Frazzoli E. Sampling-based algorithms for optimal motion planning // Int. J. Robotics Research. – June 2011. – № 30(7). – P. 846–894.

9. Wald A. Sequential tests of statistical hypotheses // Ann. Mathematical Statistics. – June 1945. – № 16(2). – P. 117–186.

10. Bajcsy R. Active perception // Proc. IEEE, Special Issue on Computer Vision. – Aug. 1988. – № 76(8). – P. 966–1005.

11. Cameron A. and Durrant-Whyte H. A Bayesian approach to optimal sensor placement // Int. J. Robotics Research. – Oct. 1990. – № 9(5). – P. 70–88.

12. Тебуева Ф.Б., Сычков В.Б., Огур М.Г. Общая схема системы поддержки принятия решений для оптимизации управления поведением мобильных манипуляционных роботов // Современная наука и инновации. – 2016. – № 1 (13). – С. 22–29.

13. Огур М.Г., Антонов В.О., Кочергин В.В. Системный анатомо-физиологический подход при построении антропоморфных робототехнических систем // Фундаментальные и прикладные научные исследования: сб. стат. Междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 84–87.

14. Тебуева Ф.Б. Многокритериальная задача покрытия графа звездами и ее приложения. – Ростов н/Д: Изд-во Южного фед. ун-та, 2007. – 127 с.

УДК 681.516.75

В.И. Петренко, В.О. Антонов, Д.Е. Пижевский

Алгоритм выбора стратегии поведения мобильного манипуляционного робота в нештатной ситуации

Рассмотрены вопросы управления мобильными манипуляционными роботами, осуществляемого в отсутствие диалогового режима. При возникновении нештатной ситуации возможны случаи потери оператором контроля над роботом. При потере связи необходимо, чтобы робототехническая система переключилась в автоматический режим управления и произвела выбор стратегии поведения в зависимости от сложности выполнения задачи, состояния работоспособности и функциональных возможностей робота.

Ключевые слова: мобильный манипуляционный робот, робототехническая система, стратегия поведения, нештатная ситуация, диалоговый режим управления, автоматический режим управления.

Важным этапом развития робототехнических технологий послужило создание мобильных манипуляционных роботов. К данному классу роботов относят автоматические машины, в которых имеется движущееся шасси с автоматически управляемыми приводами, устройство управления и исполнительное устройство в виде манипулятора [1].

На современном этапе развития управление робототехнической системой (РТС) осуществляется только в диалоговом режиме, что требует наличия специалиста на каждую единицу техники. Основным недостатком данной системы управления является образование задержек исполнения команд за счет введения дополнительных операций передачи и обработки информации.

В условиях возникновения нештатной ситуации возможна потеря сигнала между аватаром и оператором. В результате разрыва связи и утраты контроля над РТС необходимо, чтобы робот имел возможность переключения в автономный режим для возврата на базу или дальнейшего решения поставленной цели.

В данном контексте под нештатной ситуацией понимается отклонение запланированного хода событий от поставленной нормы по независимым от оператора причинам. Для решения задачи поведения робота в нештатной ситуации необходима разработка стратегий и тактик поведения РТС. Под стратегией понимается интегрированная модель действий, предназначенных для достижения поставленной цели.

В зависимости от некоторых переменных значений состояния робота и его функциональных возможностей должна быть обозначена цель его действий, а исходя из нее – сценарии развития событий. В условиях возникновения нештатной ситуации возможна постановка двух целей, соответствующих

трем стратегиям поведения. Первой целью является задача выполнения миссии без оператора, что представляется первой стратегией поведения. Второй целью является самостоятельное возвращение робота на базу, что соответствует второй стратегии. Третья стратегия заключается в отключении питания робота и поиске сигнала для дальнейшей работы с оператором или ожидания изменения внешней среды.

Визуальное отражение алгоритма выбора стратегии поведения робототехнической системы в нештатной ситуации отображено на рис. 1.

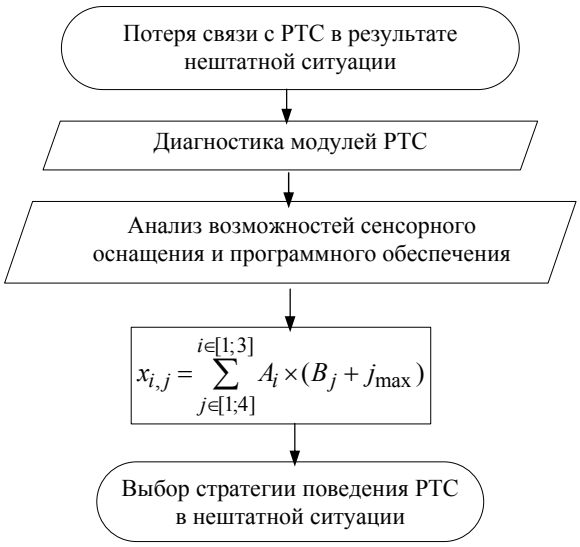


Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора стратегии поведения РТС в нештатной ситуации

Для выбора одного из трех сценариев развития действий РТС в нештатной ситуации необходимо следовать заданному алгоритму действий (см. рис. 1):

1. Анализ работоспособности системы, включающий в себя диагностику модулей. Проведение диагностики модулей особо актуально при модульном подходе проектирования РТС [3].

2. Анализ сенсорного оснащения и возможностей программного обеспечения робота. К сенсорному оснащению относится специализированная категория датчиков, отвечающих конкретно требованиям миссии.

3. Произвести расчет стратегии поведения робота исходя из уравнения расчета коэффициента работоспособности.

На основе данного алгоритма осуществляется выбор модели поведения.

Анализ работоспособности системы

Состояние работоспособности модулей РТС вычисляется исходя из средств диагностики и может пребывать в условиях нештатной ситуации в 3 состояниях:

1. Состояние полной работоспособности (робот готов к выполнению поставленной ему ранее задачи, транспортная система готова к выполнению операций, манипуляторы в состоянии готовности).

2. Частичная работоспособность (робот способен самостоятельно вернуться на базу или частично выполнить поставленную цель исходя из заложенных приоритетов).

3. Критическое состояние работоспособности (робот не способен выполнить задачу самостоятельно, критические повреждения системы).

После оценки состояния работоспособности необходимо произвести оценку возможности сенсорного оснащения (СО) и программного обеспечения (ПО) самостоятельно выполнить поставленную задачу в условиях возникновения нештатной ситуации.

Оценка СО и ПО для выбора одного из возможных сценариев развития событий может производится по 4 параметрам:

1. Возможность построения дерева целей для решения поставленных задач.

2. Возможность сенсорного и программного обеспечения самостоятельно проложить траекторию движения для выполнения назначенной цели либо возвращения на базу.

3. Возможность манипуляторов, ПО и СО выполнить задачу с заданной степенью точности.

4. Возможность проведения оценки энергетического потенциала РТС.

Для выбора стратегии поведения РТС произведем формализацию задачи анализа средств работоспособности.

Постановка задачи

Пусть $W(x)$ – номер стратегии поведения РТС, $W(x) \in [1, 3]$; A_i – состояние работоспособности модулей РТС, где i – номер состояния, $i \in [1, 3]$; B_j – параметр возможностей сенсорного оснащения и программного обеспечения, где j – номер параметра, $j \in [1, 4]$.

При заданных условиях присвоим веса каждому состоянию РТС исходя из условий работоспособности и количества целей, которые он способен выполнить, т.е. в состоянии полной работоспособности рассматривается максимальное выполнение 2 целей, присваивается вес, равный двум единицам [4]. В критическом состоянии объект не функционирует.

$A_1 = 2$ – состояние полной работоспособности;

$A_2 = 1$ – состояние частичной работоспособности;

$A_3 = 0$ – критическое состояние работоспособности.

Присвоим значения оценке возможностей сенсорного и программного обеспечения РТС исходя из процентного соотношения зависимости эффективности выполнения задачи от набора параметров и функциональных возможностей. Для примера работы алгоритма проведем субъективную оценку и присвоим значения оценке СО и ПО.

$$B_1 = 31;\ B_2 = 62;\ B_3 = 6;\ B_4 = 1.$$

Исходя из начальных данных, проведем построение стратегии действия РТС в нештатной ситуации по сценариям событий.

В первом сценарии предполагается, что робот после проведения диагностики модулей, СО и ПО продолжит выполнение задачи. Данная стратегия будет выбрана только при полной работоспособности модулей, т.е. только при $A_1 = 2$.

Выбор алгоритма действия робота исходит из уравнения коэффициента работоспособности

$$x_{i,j} = \sum_{\substack{i\in[1;3] \\ j\in[1;4]}} A_i \times (B_j + j_{\max}),$$

где $j_{\max}$ – суммарное количество выполняющихся параметров СО и ПО.

Тогда при диагностике модулей, СО и ПО в численном виде возможно продолжение действий по сценарию только при полной работоспособности модулей и выполнении всех параметров, т.е. минимальным достаточным условием является

$$x_{1,1–4} = 2\times(31+62+6+1+4^2) = 232.$$

Если при минимальном значении параметра $x_{1,1–4} = 232$ робот продолжит выполнение сценария, то при $x_{i,j} < 232$ РТС произведет выбор в пользу второго или третьего сценария.

Необходимым и достаточным условием выполнения второго сценария является возможность при частичной работоспособности и возможности сенсорного и программного обеспечения самостоятельно проложить траекторию движения для выполнения назначенной цели либо возвращения на базу. Решим данную задачу при полной работоспособности:

$$x_{1,2} = 2\times(62+1^2) = 126.$$

То есть при минимальном значении параметра, равном $x_{1,2} = 126$, происходит выбор второй стратегии поведения.

Для проверки алгоритма выбора решим противоположную задачу. Допустим, РТС находится в состоянии полной работоспособности и способно выполнять все возможности сенсорного оснащения и программного обеспечения, кроме прокладки маршрута движения, тогда

$$x_{1,134} = 2\times(31+6+1+3^2) = 94.$$

Исходя из необходимого и достаточного условия выбора второй стратегии поведения и условия полной работоспособности при $x_{1,j} = 126$ – минимальный порог для выбора второй стратегии поведения при полной работоспособности.

Значит, при $x_{1,j} < 126$ происходит выбор третьей стратегии поведения робота.

При частичной работоспособности РТС возможен выбор только второй и третьей стратегии.

Тогда выполним расчет необходимого и достаточного условия выбора второй стратегии поведения:

$$x_{2,2} = 1\times(61+1^2) = 62.$$

То есть при min $x_{2,2} = 62$ робот выберет второй сценарий развития.

При критическом состоянии модулей автоматически выбирается третий сценарий развития событий.

Результат работы алгоритма

Составим систему ограничений коэффициента работоспособности для выбора стратегии поведения РТС в зависимости от условий работоспособности модулей, сенсорного оснащения и программного обеспечения робота.

Для полной работоспособности модулей, $i = 1$:

Если $x_{1,j} = 232$, то $W(x) = 1$.

Если $x_{1,j} \in (126; 232)$, то $W(x) = 2$.

Если $x_{1,j} < 126$, то $W(x) = 3$.

Для частичной работоспособности модулей, $i = 2$:

Если $x_{2,j} \geq 62$, то $W(x) = 2$.

Если $x_{2,j} < 62$, то $W(x) = 3$.

Для критического состояния модулей, $i = 3$:

Если $x_{3,j} \exists$, то $W(x) = 3$.

Использование данного алгоритма в робототехнических системах предполагает применение средств диагностики модулей, сенсорного оснащения и программного обеспечения РТС.

Заключение

Данный алгоритм выбора стратегии поведения мобильного манипуляционного робота в нештатной ситуации построен на основе диагностики модулей, анализа сенсорного оснащения и программного обеспечения. В алгоритме не учтено влияние внешнего воздействия на РТС, в результате чего для его использования необходимо ввести ограничения применения в зависимости от вида нештатной ситуации либо произвести модернизацию алгоритма с учетом параметров оценки влияния окружающей среды на используемую модель мобильного манипуляционного робота.

Литература

1. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность. – М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.

2. Тебуева Ф.Б., Сычков В.Б., Огур М.Г. Общая схема системы поддержки принятия решений для оптимизации управления поведением мобильных манипуляционных роботов // Современная наука и инновации. – 2016. – № 1 (13). – С. 22–29.

3. Огур М.Г., Антонов В.О., Кочергин В.В. Системный анатомо-физиологический подход при построении антропоморфных робототехнических систем // Фундаментальные и прикладные научные исследования: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 84–87.

4. Тебуева Ф.Б. Многокритериальная задача покрытия графа звездами и ее приложения. – Ростов н/Д: Изд-во Южного федер. ун-та, 2007. – 127 с.

УДК 621.396.41

Т.С. Цурикова

Разработка мобильного робота для поиска людей в завалах

Данная статья посвящена исследованию роботов, занимающихся разбором завалов и поиском людей, пострадавших при этом и находящихся под обломками, а также разработке мобильного компактного робота для поиска людей на различных уровнях завалов.

Ключевые слова: роботы, завалы, поиск людей, компактность, мобильность, своевременная помощь.

В связи со сложившейся ситуацией в мире и в нашей стране в частности в новостях все чаще появляются сообщения о рухнувших зданиях, разрушенных домах, под завалами которых гибнут люди. В связи с этим возникает острая необходимость в исследовании вновь образовавшихся завалов на предмет нахождения под обломками живых людей. Работники МЧС в настоящее время для этой цели используют собак, которые способны обнаружить человека (не обязательно живого) недалеко от поверхности завала. При этом на глубине завала могут находиться живые люди, которым тоже необходима помощь. Своевременное обнаружение живых людей под всей массой завала позволит спасти больше жизней.

Рассмотрим некоторые решения в этой области. Группа исследователей японского института Chiba Institute of Technology разработала новую модель робота-спасателя QUINCE (рис. 1) [1]. Основная задача QUINCE-помочь людям, которые находятся под завалами, продержаться до высвобождения.

Робот QUINCE оснащается инфракрасным датчиком обнаружения, анализатором воздуха (датчиком, улавливающим малейшие изменения состава двуокиси углерода), видеокамерой и передающим устройством. Такой робот может найти человека по выдыхаемому воздуху и по температуре тела и передать на экран дистанционного пульта управления трёхмерное изображение места, где находится попавший в беду человек.

Робот QUINCE базируется на гусеничной платформе, по углам которой располагаются четыре пары колёс. Двигательная система приводится в движение шестью электромоторами и позволяет роботу преодолевать любые препятствия (двигаться вверх по наклонной плоскости в 82°). Управление может быть дистанционным и автоматическим.

Рис. 1. Робот-спасатель QUINCE

В Японии создан и другой спасательный робот – Active Scope Camera [2]. Робот выглядит как настоящая змея, длиной 8 метров (рис. 2). Его тело покрыто специальными движущимися ресничками, которые и позволяют двигаться роботу как реальной змее со скоростью 4,7 см/с. Вместо «головы» у этого гибкого механизма монтируется видеокамера с подсветкой. Этот робот способен проникать в самые узкие и непроходимые места через щели в завалах. На такого робота затруднительно установить какие-либо информационные системы, кроме камеры, и поэтому он управляется дистанционно [2]. Ещё одним недостатком являются низкая скорость передвижения робота и большая длина.

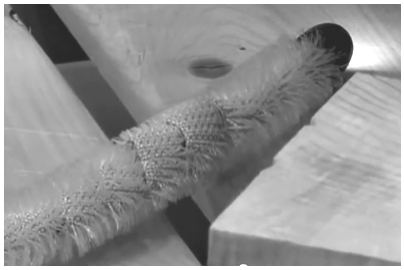


Рис. 2. Робот Active Scope Camera

Один из роботов, работающих в завалах, также разработан в Японии, – робот Enryu, который способен разбирать завалы из камней и бетонных перекрытий (рис. 3) [3].

Рис. 3. Робот Enryu

Спасательный робот весит 5 т и может без особого труда поднять маленький автомобиль. Робот имеет впечатляющий набор возможностей для силовой работы в аварийных местах, снабжен видеокамерами, на голове, спереди, сзади и по бокам, так что оператор практически не имеет «белых пятен» для наблюдения. Этот робот не способен обнаружить человека под завалом и используется на последней стадии – для уборки мусора.

Известны роботы, помогающие службам пожаротушения [4]. Так, в городе Иокогама (Япония) в пожарной команде начал работу робот-спасатель (рис. 4). Его основное назначение – эвакуация людей из опасных и аварийных зон в безопасное место.

Рис. 4. Робот-спасатель

В случае землетрясения, пожара, техногенной катастрофы спасатели могут загрузить потерпевше-

го внутрь робота с гусеницами. Робот может вывезти человека (вес до 110 кг), преодолевая на своих четырех гусеницах препятствия: обломки задания, куски бетона, балки. Робот способен отслеживать состояние здоровья человека с помощью датчиков, измеряющих пульс, давление и другие параметры. Робот-пожарный имеет систему навигации, например, инфракрасные камеры, которые позволяют управлять им дистанционно в дневное и ночное время.

Роботы-спасатели уже используются и в России. В 2014 г. в Волгограде на пожарно-тактичес-ких учениях героем дня стал робот, новый член команды специализированной 24-й пожарной части [4].

Назвали робота МУПР – мобильное устройство пожаротушения роботизированное. МУПР адаптирован для работы в сильно задымленных условиях, там, где даже очень подготовленный специалист не сумеет ничего разглядеть, робот безошибочно найдет и очаг возгорания, и возможную жертву пожара. Робот оснащен видеокамерой, ярким фонарем, тепловизором и устройством для поиска людей под завалами. Обнаружив очаг возгорания, он может сам потушить его, выпустив мощную струю воды. К нему присоединен пожарный рукав. Весит робот 100 кг и автономно может работать до трех часов. МУПР просто необходим для разведки, особенно в сильно задымленных помещениях или в условиях сильной радиации.

Калининградские учёные Балтийского федерального университета им. Канта создали аналог американскому роботу-жуку iPhone Controlled Bug. Российский членистоногий киборг, которого назвали «микротерминатором», может быть использован как в разведке – для сбора информации, так и в МЧС – для поиска людей под завалами (рис. 5) [5]. Размер калининградского миниатюрного андроида, сконструированного из сотни крохотных деталей, не превышает 10 см. Таких «терминаторов», по заверениям специалистов, можно будет использовать не только для разведки, но также и для поиска людей под завалами. Робот-таракан имеет длину 10 см, передвигается со скоростью 30 см/с. Робот снабжён светочувствительными сенсорами, а также системой контактных и бесконтактных датчиков для детектирования препятствий и их избегания.

Рис. 5. Робот-таракан «Микротерминатор»

Интересной представляется конструкция робота-вездехода STAR-Sprawl Tuned Autonomous Robot [6]. Данный робот обладает двумя рядами колёс (рис. 6), позволяющих передвигаться по местности со сложным рельефом с достаточно высокой скоростью. Он компактен, имеет малый вес и способен проникать внутрь препятствий через различные щели. Робот имеет возможность менять свои габариты путём изменения положения колёс.

У робота STAR не предусмотрено установки какой-либо информационной системы, он управляется дистанционно.

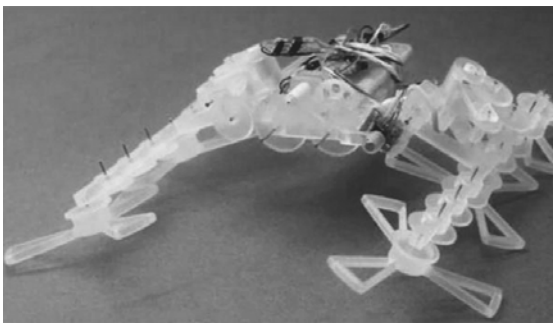


Рис. 6. Робот-вездеход STAR

Выполнив анализ существующих роботов для обнаружения и спасения людей под завалами, можно сказать, что большинство роботов автономно способны работать только на поверхности завала, так как их размеры и масса не позволяют проникнуть в нижние слои завалов. С другой стороны, автоматизированные механизмы, которые могут проникать в толщу завала не обладают автономностью и управляются только дистанционно.

Таким образом, можно сделать заключение, что робот для поиска людей в завалах должен обладать комплексом характеристик, например: компактностью, мобильностью и достаточно высокой скоростью, автономностью, иметь развитую информационную систему.

Определение состава информационной системы робота

Для того чтобы обеспечить наибольшую вероятность обнаружения людей под завалами, робот должен быть оснащен разветвленной информационной системой, т.е. широким набором датчиков, которые будут воспринимать информацию из окружающей среды и одновременно выполнять две функции:

1. Обнаруживать людей под завалами, определять их точное местонахождение.
2. Определять местоположение робота в пространстве.

Для решения первой и основной задачи – обнаружение и определение конкретного местонахождения людей – был определён следующий набор датчиков: инфракрасная камера либо просто видеокамера с подсветкой, микрофон, громкоговоритель, анализатор воздуха, тепловые датчики, датчик звука или шума.

Для решения второй задачи – определение местоположения самого работа – были выбраны такие типы датчиков: контактные и бесконтактные датчики (для детектирования препятствий), а также навигационная система и система технического зрения.

Разработка функциональной схемы управляющей системы робота

В программе CorelDraw X7 была реализована функциональная схема (рис. 7). На схеме показано подключение микромоторов, датчика шума, ультразвукового датчика, модуля звука, газоанализатора, модуля GPS, трёх сервомоторов, аккумуляторной батареи и IP-видеокамеры к аппаратной платформе Arduino Uno.

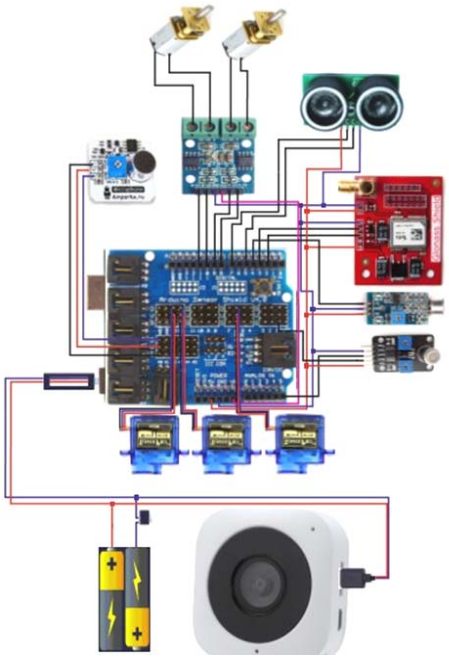


Рис. 7. Функциональная схема подключения

Разработка конструкторской компоновки поискового робота

Разработанный робот обладает двумя рядами колёс, позволяющими передвигаться по местности со сложным рельефом с достаточно высокой скоростью – 1,2 м/с. В каждом ряде по 2 колеса, между колёсами расположены шестерни (рис. 8).

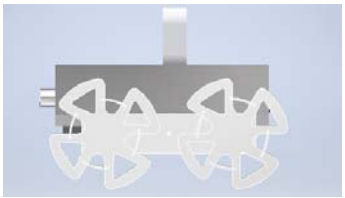


Рис. 8. Вид 3D-модели робота сбоку

Момент с вала двигателя подаётся на одно из колёс и далее на опорные колеса. Робот имеет возможность менять свои габариты путём изменения положения колёс. Для этого на робота необходимо установить 2 сервопривода, один на левой части робота – данный сервопривод будет менять положение левого ряда колёс, второй на правой части робота, и его задача – изменение положения правого ряда колёс. В итоге определена компоновка всех элементов на платформе робота.

После выполнения всех расчётов и определения всех компонентов была начата работа по проектированию 3D-модели робота.

3D-модель робота была создана в программе Autodesk Inventor. Габаритные размеры 3D-модели робота составляют 185×210×155 мм. Материал конструкции, а также защитный кожух, помимо платформы, которая будет сделана из фанеры, планируется делать из стали. Была выбрана сталь, так как в завалах на робота могут падать небольшие камни, и чтобы защитить его от повреждений, кожух должен выдерживать различные внешние воздействия. 3D-модель робота представлена на рис. 9.

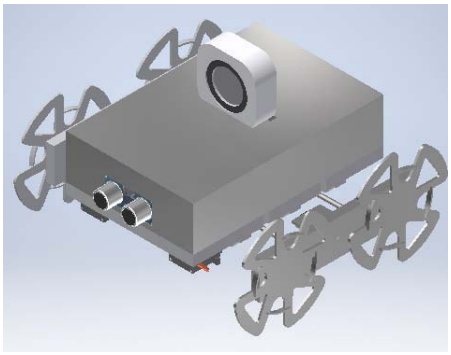


Рис. 9. 3D-модель робота

Далее на рис. 10 представлена 3D-модель робота без защитного кожуха, что позволяет увидеть, как расположены все компоненты на платформе робота.

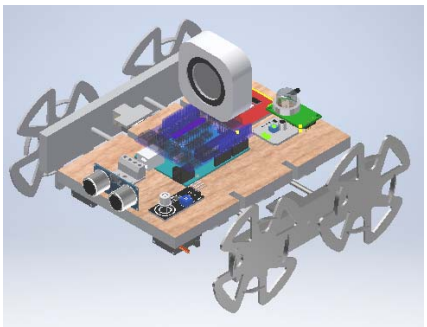


Рис. 10. 3D-модель робота без защитного кожуха

Разработанный робот предназначен для выполнения задачи определения и обозначения места нахождения пострадавших в завалах.

Литература

1. Кинологическая служба [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/interview/item/4291119

2. Роботы Active Scope Camera и Quince [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://roboting.ru/1360-roboty-ishhut-lyudej-posle-zemletryasseniya-v-yaponii.html

3. Промышленные роботы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://roboting.ru/995-roboty-enryu-t-52-i-enryu-t-53.html

4. Робот пожарный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://roboting.ru/604-robot-vyvezi-menja-s-pozhara.html

5. Членистоногий терминатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gigport.ru/0/3/01/A/a001/a026.htm

6. Sprawl Tuned Autonomous Robot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://geektimes.ru/post/189018/

Секция 19

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУКАХ

Сопредседатели секции: ***Боровской Игорь Георгиевич****, д.т.н., профессор, зав. каф. ЭМИС;*
Зариковская Наталья Вячеславовна*, к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. ЭМИС*

УДК 519.233.2

А.О. Иващенко, Т.В. Емельянова

Исследование длительности последовательной процедуры оценивания параметров авторегрессионных моделей

Рассматривается последовательная процедура оценивания параметра модели устойчивой авторегрессии первого порядка. Исследуется средняя асимптотическая длительность последовательной процедуры оценивания. Проведено имитационное моделирование, результаты которого подтвердили, что в последовательных процедурах можно получить заданную среднеквадратическую точность путем выбора порога процедуры.
Ключевые слова: параметрическое оценивание, модель авторегрессии первого порядка (AR(1)), последовательный подход к оцениванию, асимптотическая длительность последовательной процедуры оценивания.

При рассмотрении задач обработки временных рядов часто используются авторегрессионные модели, которые описывают стационарные случайные процессы. Зачастую параметры таких моделей неизвестны, поэтому требуется оценить их перед использованием модели.

В практических задачах имеется ограниченное доступное число шагов наблюдений. При этом потери существенно нелинейно растут с увеличением количества шагов наблюдений [1]. Также измеряемый параметр часто является случайным процессом. В связи с этим успешно применяется последовательный подход к оцениванию случайных процессов, использующий правило остановки. При последовательном оценивании число наблюдений заранее неизвестно, оно определяется в ходе наблюдения процесса.

Рассматривается процесс x_t, заданный стохастическим разностным уравнением

$$X_i = \lambda X_{i-1} + \sigma \varepsilon_i, \ i = 1, 2, \ldots, \qquad (1)$$

где $X_0 = 0$, ε_i – независимые одинаково распределенные случайные величины.

$$E\,\varepsilon_i = 0, \ \mathrm{Var}\,\varepsilon_i = \sigma^2 < +\infty.$$

Отметим, что главной целью оценивания временных рядов является определение будущих значений ряда, поэтому используется функция потерь [2]. Функция потерь характеризуется как мера расхождения между истинным значением параметра и его оценкой. В заданной функции потерь условное математическое ожидание $E(X_i \mid X_{i-1}) = \lambda X_{i-1}$ используется для определения последующих элементов $\hat{X}_i = \hat{\lambda}_n X_{i-1}$

$$L_n(\hat{\lambda}_n,\lambda) = A\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[\hat{X}_i - E(\hat{X}_i \,|\, X_{i-1})]^2 + n =$$

$$= A n^{-1} I_n(\hat{\lambda}_n - \lambda)^2 + n\,, \qquad (2)$$

где $I_n = \sum_{i=1}^{n} X_{i-1}^2$, а $A = 1/c$ – обратная величина цены одного наблюдения [3].

В качестве оценки параметра λ используется оценка по методу наименьших квадратов

$$\hat{\lambda}_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i X_{i-1}}{\sum_{i=1}^{n} X_{i-1}^2}\,. \qquad (3)$$

Рассматривается задача исследования средней асимптотической длительности последовательной процедуры оценивания.

Введем в рассмотрение момент остановки

$$t_A = \inf\{n \ge m_A : n \ge A^{1/2}\sigma\}\,. \qquad (4)$$

Здесь m_A – заранее заданный объем выборки. Заметим, что момент остановки t_A зависит от цены наблюдения и оценки

$$\hat{\sigma}_n^2 = n^{-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \hat{\lambda}_n x_{i-1})^2\,. \qquad (5)$$

Имеется следующий результат: $\frac{E(t_A)}{n_0} \to 1$ при $A \to \infty$, где $n_0 \approx A^{1/2}\sigma$, т.е. имеет место асимптотическая эффективность. Данный результат оформлен в виде теоремы [4].

Теорема: Пусть $s > 2$ такое, что выполняется $E|\varepsilon_1| < \infty$, $E|x_0|^{4s} < \infty$ и $E\left|\frac{1}{\varepsilon_1^2 + ... + \varepsilon_M^2}\right|^{2s} < \infty$, где M – некоторое положительное целое. Пусть также для заранее заданного объема выборки m_A выполняется неравенство $A^{\frac{1}{2(1+\mu)}} \le m_A = o(A^{1/2})$, где $\mu \in (0, \frac{s-2}{2})$. Тогда

$$\frac{E(t_A)}{n_0} \to 1,\ A \to \infty . \qquad (6)$$

Таким образом, момент остановки последовательной процедуры оценивания является случайным и обладает свойством асимптотической эффективности. При использовании последовательной процедуры оценивания путем вариации порога процедуры можно получить заданную среднеквадратическую точность.

Проведено имитационное моделирование для подтверждения утверждения теоремы. Результаты представлены в таблице. Здесь $A = 1/c$ – обратная величина цены одного наблюдения; $E(t_A)/n_0$ – средняя длительность последовательной процедуры оценивания. Длительность последовательной процедуры усредняется по 4000 реализаций.

Результаты имитационного моделирования

A	$E(t_A)/n_0$
400	1,53
1 000	1,47
4 000	1,21
10 000	1,02
50 000	0,76
100 000	0,72
500 000	0,74
1 000 000	0,98

Таким образом, момент остановки последовательной процедуры оценивания обладает свойством асимптотической эффективности [3]. В последовательных процедурах можно получить заданную среднеквадратическую точность путем выбора порога процедуры. Численное моделирование свидетельствует о хорошем согласии практических результатов с теоретическими.

Литература

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных: справочное изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

2. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов: пер. с англ. Т. Андерсон; под ред. Ю.К. Беляева. – М.: Мир, 1976. – 755 с.

3. Иващенко А.О. Идентификация параметров модели устойчивой авторегрессии // Молодежь и современные информационные технологии. – 2016. – С. 85–86.

4. Sriram T.N. Sequential Estimation for Time Series Models / T.N. Sriram, R. Iaci // Sequential Analysis. – 2014. – Vol. 33. – P. 136–157.

УДК 62-5

В.Я. Карташов, А.Р. Пивоварова

Процесс изменения характеристик объекта первого порядка с запаздыванием

Рассмотрены проблемы структурно-параметрической идентификации, выполняемой в реальном масштабе времени в эксплуатационных режимах объекта управления. На примере объекта первого порядка с запаздыванием рассматривается адаптация алгоритма управления с обратной связью.

Ключевые слова: многочастотное квантование, дискретная модель, цифровая система управления, непрерывная дробь, динамический объект, период дискретизации.

Центральной проблемой в проектировании адаптивных алгоритмов управления технологическими процессами является распознавание изменений характеристик объекта в реальном масштабе времени. Адаптивное управление возможно лишь при оптимальной обработке информации. Но располагаемой априорной информации обычно недостаточно для осуществления оптимизации в процессе управления [1].

Необходимым минимумом является информация об объекте (его порядок и параметры), которую получают с помощью метода текущей идентификации на основе вход-выходных измерений сигналов. Для определения порядка и параметров объекта моделирования применяется модифицированный алгоритм В. Висковатова.

Управляющее устройство ориентировано на определенные свойства объекта. Если объект управления изменился (свойства, характеристики), то управляющее устройство адаптируется под эти изменения. Под этим понимается адаптация системы управления или адаптивная система управления [2].

Дан линейный динамический объект, описываемый непрерывной передаточной функцией $G(s)$. На вход подается ступенчатое воздействие x. Управляющее устройство по рассогласованию e в моменты времени $n\Delta t$ вырабатывает управляющее воздействие u в виде ступенчатого сигнала разной амплитуды A_i. По входу u и выходу y строится математическая модель, которую сравниваем с начальной математической моделью. Делаем вывод: изменился объект управления или нет. Если объект не изменился, то никаких изменений в процессе работы алгоритма не требуется. Если объект изменился, то по его входу u и выходу y строится новая дискретная модель, на основании которой в блоке расчета регулятора осуществляется новая настройка регулятора.

Для дробно-рациональной аппроксимации дискретной передаточной функции $G(z)$ на основе текущей идентификации воспользуемся представлением в виде непрерывной дроби, применив модифицированный алгоритм В. Висковатова. Входные значения $x(0) \neq 0$, выходные значения $y(0) \neq 0$. Расчетным путем определяется матрица, содержащая элементы непрерывной дроби.

Если за начальные условия положить результаты измерений в дискретные моменты времени, а все остальные элементы находить с помощью соотношения

$$\alpha_{mn} = \frac{\alpha_{m-2,n+1}}{\alpha_{m-2,0}} - \frac{\alpha_{m-1,n+1}}{\alpha_{m-1,0}},$$

где $m = 1, 2, 3,\ldots$, а $n = 0, 1, 2,\ldots$, то элементы первого столбца матрицы порождают частные числители правильной C-дроби.

Вычисление элементов матрицы прекращается с появлением строки, значения которой равны нулю. Если при последовательном определении элементов строк матрицы в i строке встречаются первые k_i элементов, равных нулю, а последующие элементы отличны от нуля, то необходимо осуществить сдвиг влево на k_i элементов до появления в нулевом столбце ненулевого элемента и далее продолжить определение других элементов матрицы. Для i строки при восстановлении правильной C-дроби элемент $a_i(0)$ умножается на z^{-k} [3].

Пусть дискретная передаточная функция объекта управления имеет вид

$$G(z) = \frac{P(z)}{Q(z)} = \frac{\sum_{i=0}^{n} p_i z^{-i}}{\sum_{i=0}^{m} q_i z^{-i}},$$

где $P(z)$, $Q(z)$ – заданные полиномы от z.

Применение модифицированного алгоритма В. Висковатова для нахождения дискретной модели непрерывного объекта по дискретным отсчетам вход-выходных переменных позволяет восстановить точную дискретную передаточную функцию объекта при фиксированном шаге дискретизации и входном воздействии. Учитывая исследования, можно утверждать, что применение модифицированного алгоритма В. Висковатова к объектам, имеющим конечный порядок дробной передаточной функции, приводит к появлению строки с нулевыми элементами. Это свойство дает возможность идентифицировать порядок передаточной функции объекта.

Как правило, в системе автоматического управления имеется квантование сигналов. Как только в состав системы автоматического управления включается цифровой вычислитель, специализированная управляющая ЭВМ со специальными цифро-аналоговыми контроллерами ввода/вывода, немедленно возникают два квантования – по уровню и по времени [4].

Исследования по эквивалентности моделей, получаемых с помощью модифицированного алгоритма В. Висковатова, проводились только с учетом влияния квантования по времени. Модифицированный алгоритм В. Висковатова – это алгоритм, позволяющий идентифицировать структуру и параметры объекта управления по дискретным отсчетам вход-выходных параметров.

Исследования с помощью модифицированного алгоритма В. Висковатова показали, что существует такой шаг дискретизации $\Delta t_{\min}$, зависящий от структурных свойств объекта, при котором выбор шага дискретизации $\Delta t < \Delta t_{\min}$ не позволяет решить задачу структурно-параметрической идентификации, так как наблюдается подмена структуры модели объекта. С другой стороны, шаг дискретизации Δt не должен быть больше величины $\Delta t_{\max}$, определяющей нахождение всех полюсов и нулей непрерывной передаточной функции объекта в основной полосе $\left(-\frac{\pi}{\Delta t_{\max}}, \frac{\pi}{\Delta t_{\max}}\right)$. Таким образом, величину шага дискретизации Δt следует выбирать из некоторого интервала $(\Delta t_{\min}, \Delta t_{\max})$. Квантование сужает интервал шагов дискретизации, на котором выполняется принцип эквивалентности.

В цифровых системах реального времени в общем случае часто целесообразно иметь несколько квантующих устройств, которые практически трудно синхронизировать, а в большинстве случаев и необязательно стремиться к этому. Квантование в цифровых системах, осуществляемое с разными периодами дискретизации, получило название многочастотного квантования [5].

Для динамических объектов, рассматриваемых в работе, существует интервал значений периодов дискретизации $(\Delta t_{\min}, \Delta t_{\max})$, зависящий от динамических свойств объекта, такой, что для любых $\Delta t \in (\Delta t_{\min}, \Delta t_{\max})$ определяются дискретная передаточная функция и непрерывная передаточная функция объекта, а следовательно, выполняется условие транзитивности. В этом случае дискретные модели объекта получили название эквивалентных моделей.

Для имитации входного сигнала воспользуемся соотношением

$$u(t) = \sum_{i=1}^{n} A_i [1(t - ((i-1)\Delta t_u + \tau)) - 1(t - (i\Delta t_u + \tau))],$$

где $1(t+\tau)=\begin{cases}1, t\geq\tau\\0, t<\tau\end{cases}$, τ – запаздывание.

Получив сигнал, который имитирует работу объекта на каждом отдельном управляющем интервале, определяем модель объекта. Возможны два варианта: когда объект не меняет своих характеристик и когда объект меняет характеристики. Для реализации многочастотного квантования выбираем период дискретизации Δt, если модель не изменилась, то нет необходимости в адаптации данного процесса. В противном случае, если модель показывает, что объект изменился, необходимо за период дискретизации Δt адаптировать алгоритм.

Таким образом, используя измеренные генератором данные, построим таблицу реакций объекта на каждом интервале управления. Для восстановления модели на каждом интервале управления используем метод структурно-параметрической идентификации. Полученная идентифицирующая матрица позволяет восстановить точную дискретную передаточную функцию объекта при фиксированном шаге дискретизации и входном воздействии. Вычисляем прогнозирующую функцию для каждого интервала управления. Находим значения для каждого интервала управления. Вычитаем из измеренных значений полученные значения на соответствующих шагах дискретизации для каждого интервала управления. Используя полученные значения, строим матрицу В. Висковатова, находим дискретную передаточную функцию. Находим нули и полюса полученной дискретной передаточной функции и согласно взаимно однозначному отображению находим непрерывную передаточную функцию для каждого интервала управления. Найденные непрерывные передаточные функции сравниваем с непрерывными передаточными функциями исходного объекта на каждом интервале управления. Делаем вывод: изменился объект управления или нет.

Данный метод позволяет имитировать работу объектов в режиме реального времени для анализа сигналов по обнаружению изменений параметрических и структурных характеристик объекта. Получены реализации сигналов и расчеты, показавшие работоспособность данного подхода.

Рассмотрим апериодический объект первого порядка с запаздыванием τ с передаточной функцией $G(s)=\dfrac{k}{Ts+1}$. Для определенности будем считать $k = 1$, $T = 0{,}5$, $\tau = 0{,}5$. На вход объекта подается ступенчатое воздействие $1(t+\tau)=\begin{cases}1, t\geq\tau\\0, t<\tau\end{cases}$. Переходная характеристика объекта на ступенчатое входное воздействие $x(t)=1(t+\tau)$ описывается временной функцией: $y(t)=1-e^{-\frac{t+\tau}{T}}$.

Выберем шаг дискретизации $\Delta t = 0{,}5$ с. Входное воздействие представим в виде соотношения

$$x(t)=\sum_{i=1}^{n}A_i[1(t-((i-1)\Delta t+\tau))-1(t-(i\Delta t+\tau))].$$

Ступенчатые воздействия: $A_1 = 3$, $A_2 = 1$, $A_3 = 2$, $A_4 = 0$, $A_5 = 0$. Для восстановления модели на отрезках [3; 6), используем метод структурно-параметрической идентификации. Полученная идентифицирующая матрица позволяет восстановить точную дискретную передаточную функцию объекта при фиксированном шаге дискретизации и входном воздействии. По данным измерениям вход-выходных переменных составляем матрицу.

Так как последняя строка содержит элементы, величина которых близка к нулю, то далее не будем проводить расчеты. В этом случае дискретная передаточная функция объекта аппроксимируется следующей дробно-рациональной функцией:

$$G(z)=\frac{0{,}632121z^{-1}}{1-0{,}367879z^{-1}}.$$

Вычисляем прогнозирующую функцию $y^{\text{пр}}(n)$. Управляющее воздействие примет вид

$$y^{\text{пр}}(n)=0{,}367879y(n-1)+0{,}632121x(n-1).$$

Входное значение $u(n) = 3$ на всем промежутке. Найдем значения $y^{\text{пр}}(n)$ на отрезке [3;6):

$$y^{\text{пр}}(3)=2{,}992564,$$
$$y^{\text{пр}}(3{,}5)=2{,}997264,$$
$$y^{\text{пр}}(4)=2{,}998994,$$
$$y^{\text{пр}}(4{,}5)=2{,}999630,$$
$$y^{\text{пр}}(5)=2{,}999864,$$
$$y^{\text{пр}}(5{,}5)=2{,}999950.$$

Аналогично для интервалов [6; 9), [9; 10). Используя измеренные значения на каждом интервале, вычтем из измеренных значений полученные значения на соответствующих шагах дискретизации.

В таблице представлены измеренные значения сигнала генератором $y^{\text{изм}}$, полученные значения $y^{\text{пр}}$ и разность между измеренными значениями сигнала и полученными значениями сигнала $y^{\text{изм}}-y^{\text{пр}}$.

На рис. 1 представлены: график измеренных значений сигнала согласно таблице; графики полученных значений сигнала на отрезках [3; 6), [6; 9) и [9; 10); графики разностей между измеренными значениями сигнала и полученными значениями на соответствующих промежутках [3; 6), [6; 9) и [9; 10).

Таким образом, искомый объект представляет собой апериодический объект первого порядка с передаточной функцией $G(s)=\dfrac{k}{Ts+1}$, где $k = 1$, $T = 0{,}5$.

Разработанный метод позволяет существенно повысить эффективность и качество управления объектами. Данная методика может быть применима для объектов и более высокого порядка.

Выходной сигнал

№ п/п	t	$y(t) > 0$	$y(t) > 3$	$y(t) > 6$	$y(t) > 9$	$y(t)$	$y^{пр}$	$y^{изм}–y^{пр}$
1	0,0	0,000000				0	0	0
2	0,5	0,000000				0,000000	0	0,000000
3	1,0	1,896362				1,896362	0	1,896362
4	1,5	2,593994				2,593994	0	2,593994
5	2,0	2,850639				2,850639	0	2,850639
6	2,5	2,945053				2,945053	0	2,945053
7	3,0	2,979786	0,000000			2,979786	0,000000	2,979786
8	3,5	2,992564	0,000000			2,992564	2,992564	0,000000
9	4,0	2,997264	–1,264241			1,733023	2,997264	–1,264241
10	4,5	2,998994	–1,729329			1,269664	2,998994	–1,729329
11	5,0	2,999630	–1,900426			1,099204	2,999630	–1,900426
12	5,5	2,999864	–1,963369			1,036495	2,999864	–1,963369
13	6,0	2,999950	–1,986524	0,000000		1,013426	2,999950	–1,986524
14	6,5	2,999982	–1,995042	0,000000		1,004939	1,004939	0,000000
15	7,0	2,999993	–1,998176	0,632121		1,633938	1,001817	0,632121
16	7,5	2,999998	–1,999329	0,864665		1,865333	1,000668	0,864665
17	8,0	2,999999	–1,999753	0,950213		1,950459	1,000246	0,950213
18	8,5	3,000000	–1,999909	0,981684		1,981775	1,000090	0,981684
19	9,0	3,000000	–1,999967	0,993262	0,000000	1,993295	1,000033	0,993262
20	9,5	3,000000	–1,999988	0,997521	0,000000	1,997533	1,997533	0,000000
21	10,0	3,000000	–1,999995	0,999088	–1,264241	0,734852	1,999093	–1,264241
22	10,5	3,000000	–1,999998	0,999665	–1,729329	0,270337	1,999666	–1,729329
23	11,0	3,000000	–1,999999	0,999877	–1,900426	0,099451	1,999877	–1,900426
24	11,5	3,000000	–2,000000	0,999955	–1,963369	0,036586	1,999955	–1,963369

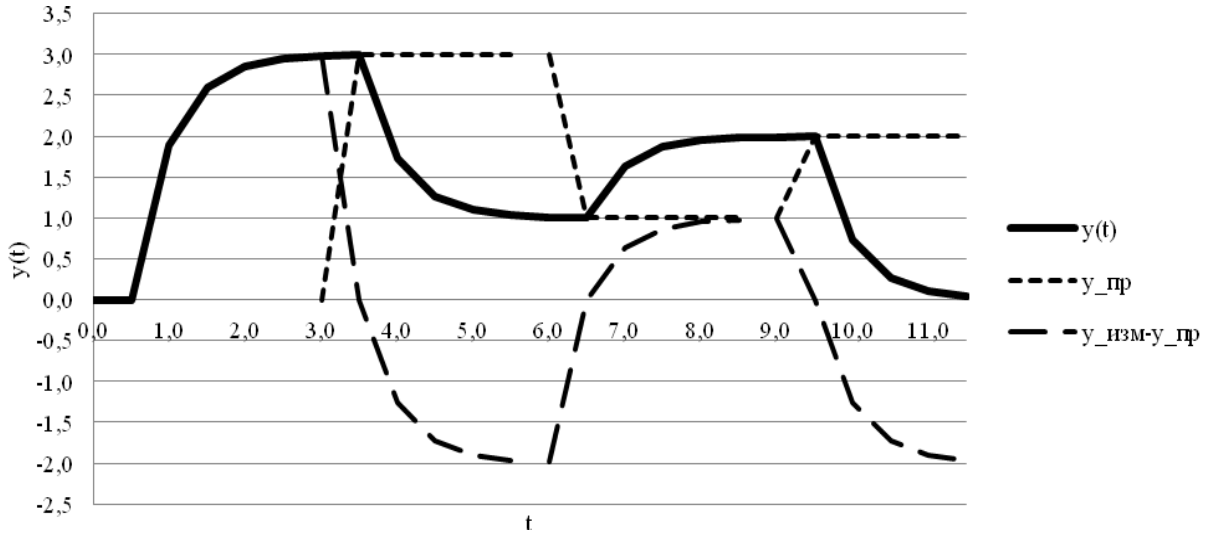


Рис. 1. График измеренных значений сигнала

Литература

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 396 с.

2. Волгин Л.Н. Оптимальное дискретное управление динамическими системами. – М.: Наука, 1986. – 240 с.

3. Карташов В.Я. Анализ и исследование аппроксимационных свойств непрерывных дробей при решении задачи структурно-параметрической идентификации динамических объектов / Препринт № 22 – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 1996. – 40 с.

4. Сахнин Д.Ю. Влияние квантования на принцип эквивалентности / Д.Ю. Сахнин, М.А. Сахнина // Матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. AS'/2009. – Новокузнецк, 2009.

5. Карташов В.Я. Применение многочастотного квантования в цифровых системах мониторинга и управления / В.Я. Карташов, И.В. Бехтгольд // Вестник КемГУ. – 2012. – № 4. – Кемерово: Изд-во Кем. гос. ун-та, 2012. – 362 с.

И.В. Бойченко, А.Ю. Колпаков

Моделирование катодной защиты

Рассмотрены проблемы катодной защиты, описан принцип действия программы моделирования катодной защиты.

Ключевые слова: катодная защита, программа, расчет напряжения и силы тока.

Магистральная нефтегазотранспортная сеть состроит из сети трубопроводов огромной протяженностью и разветвленностью, находящихся в различной среде коррозионной активности. Для обеспечения антикоррозионной защиты нефтегазопроводов используется комплексное сочетание активной (электрохимической) защиты и пассивной (изоляционные покрытия), также эксплуатирующим организациям необходимо проводить плановые проверки состояния труб, контролировать эффективность, устранять повреждения и неисправности в системе противокоррозионной защиты.

Защита трубопроводов осуществляется за счет смещении потенциала защищаемого металла в область значений, при которых его ионизация затруднена или невозможна, что в значительной мере продлевает срок службы металлоконструкции и делает катодную защиту наиболее распространённой.

Существующие системы катодной защиты (рис. 1) малоэффективны, поскольку работают в режиме поддержания заданного параметра без адаптации к изменяющимся условиям нагрузки. При этом контроль защитного потенциала ведется только в точке дренажа, что не позволяет системе реагировать на изменения параметров нагрузки по трассе трубопровода. Кроме того, в условиях отсутствия информации по всем факторам, влияющим на коррозию, в том числе и изменяющихся во времени (блуждающие токи, плотность постоянного и переменного токов и т.д.), практически невозможно принять решение об оптимальных выходных режимах работы станций катодной защиты, обеспечивающих защищенность по протяженности. Более того, у полностью защищенных объектов обнаруживаются коррозионные дефекты [1–3].

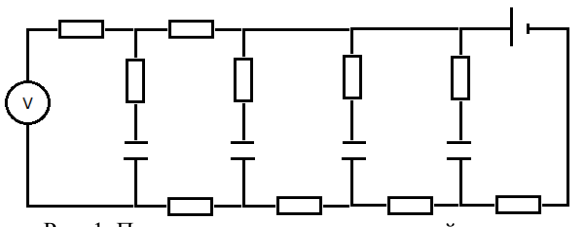


Рис. 1. Принципиальная схема катодной защиты

Эксплуатационные данные

Эксплуатационные данные напряжения в районе Предтеченска (рис. 2), позволяют видеть импульсы потенциала. Из этого мы можем сделать вывод, что катодная защита, расположенная вдоль трубы, не справляется, допуская прохождение высоких потенциалов из-за внешних факторов, возможно, от железной дороги.

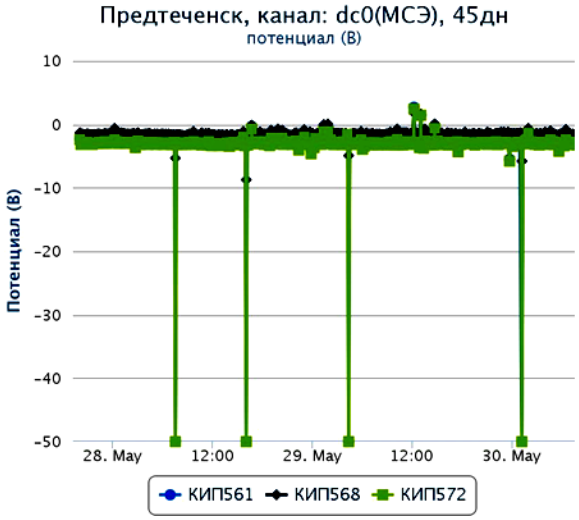


Рис. 2. График зависимости изменения суммарного потенциала на датчиках от времени

Для моделирования катодной защиты с экспоненциальными изменениями силы тока при скачкообразном изменении напряжения в сети был разработан модуль расчета напряжения и силы тока. структурная схема (рис. 3) данного модуля включает в себя:

– блок сбора схемы;
– блок расчета начальных значений;
– блок моделирования процесса.

Рис. 3. Структурная схема работы расчета напряжения

Блок сбора схемы

Алгоритм сбора схемы является гибридом алгоритма обхода графа в ширину и глубину. При прохождении узла контура идем по одному участку цепи до следующего узла. Эта узел и будет тупиком, затем возвращаемся в узел и идем по другому участку, пока не доберёмся до тупика. При достижении тупика идем по тем участкам тупикового узла, по которым еще не проходили. Если по пути попадаются непосещенные узлы, то, пользуясь данным алгоритмом, обходим новую ветвь цепи.

Блок расчета начальных значений

Блок расчета начальных значений схемы служит для расчета параметра силы тока на каждом участке цепи в каждый момент изменения напряжения в цепи. Задача осложняется тем, что исследователь может в любой участок добавить мгновенный импульс напряжения. Это воздействие должно пропорционально распределиться по всей цепи.

Для расчета силы тока на разных участках в цепи был использован универсальный метод соотношения между напряжениями и токами в разветвленных электрических цепях – по законам Кирхгофа.

Он состоит из двух законов.

Алгебраическая сумма токов, сходящихся в любом узле, равна нулю.

$$\sum_{i=1}^{n} I_i \,, \qquad (1)$$

где n – число токов, сходящихся в данном узле; I_i – сила заряда тока, А.

Алгебраическая сумма падений напряжений на отдельных участках замкнутого контура, произвольно выделенного в сложной разветвленной цепи, равна алгебраической сумме ЭДС в этом контуре

$$\sum_{i=1}^{k} E_i = \sum_{i=1}^{m} I_i R_i \,, \qquad (2)$$

где k – число источников ЭДС; m – число ветвей в замкнутом контуре; E_i – напряжение на i-м источнике ЭДС, В; E_i R_i – ток и сопротивление на i-м участке, В.

Дальнейший расчет заключается в составлении уравнений по первому и второму законам Кирхгофа для узлов и контуров электрической цепи и их решении с целью определения неизвестных токов в ветвях и по ним – напряжений. Поэтому число неизвестных равно числу ветвей b, следовательно, столько же независимых уравнений необходимо составить по первому и второму законам Кирхгофа.

Число уравнений, которые можно составить на основании первого закона, равно числу узлов цепи y, причем только $(y - 1)$ уравнений являются независимыми друг от друга.

Независимость уравнений обеспечивается выбором узлов. Узлы обычно выбирают так, чтобы каждый последующий узел отличался от смежных узлов хотя бы одной ветвью. Остальные уравнения составляются по второму закону Кирхгофа для независимых контуров, т.е. число уравнений $b - (y - 1) = b - y + 1$.

В итоге получается следующая система линейных уравнений:

$$\begin{cases} I_1 = 0, \\ \ldots \\ I_{y-1} = 0, \\ E_1 = 0, \\ \ldots \\ E_{b-(y-1)} = 0, \end{cases} \qquad (3)$$

где I_i – алгебраическая сумма токов, сходящихся в i-м узле; E_i – алгебраическая сумма падений напряжений на i-м контуре.

Для ее решения использовали матричный способ.

Блок моделирования процесса

Данный блок вычисляет величины заряда тока на каждом элементе. При расчете напряжении на конденсаторе, подключенном к внешней цепи, имеющей определенное напряжение, происходит перенос электронов от одной обкладки к другой. Данный процесс называется мгновенным током – током заряда. Зарядный ток в цепи протекает тысячные доли секунды до тех пор, пока напряжение на конденсаторе не достигнет величины, равной напряжению внешней сети, т.е. при росте напряжения на конденсаторе сила тока уменьшается. При разряде конденсатора также происходит мгновенный ток – ток разряда. Зная это, можно найти количество заряда на внутренней обкладке цепи, т.е. напряжение на конденсаторе.

$$\varphi_1 = \varphi_2 - (1/C)I\Delta t, \qquad (4)$$

где φ_I – количество заряда на обкладке конденсатора, В; I – сила тока внешней цепи цепи, А; C – емкость конденсатора, Ф; Δt – время процесса.

Расчет выходного тока из цепи через резистор происходит по формуле (5)

$$I = (\varphi_1 - \varphi_2)/R, \qquad (5)$$

где φ_1 – потенциал внешней сети, В; φ_2 – потенциал внутренней сети, В; R – сопротивление конденсатора, Ом.

Заключение

В результате данной работы была написана программа на языке Java. Она позволяет структурно и параметрически подбирать модель электрической цепи для исследования. В дальнейшем планируется использовать алгоритмы данной программы для прототипа веб-сайта построения и анализа цепи с возможностью расчета остаточного ресурса трубопровода.

Литература

1. ГОСТ Р 51164–98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.

2. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия, 1976. – 472 с.

3. Nina Zino. Как защитить трубопровод от коррозии // Сантехника. – 2005. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2773, свободный.

4. Классификация процессов внутренней и наружной коррозии на магистральных и промысловых трубопроводах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://transenergostroy.ru/blog/klassifikaciya_processov_vnutrenney_i_naruzhnoy_korrozii_na_magistral_nyh_i_promyslovyh_truboprovoda.html, свободный.

УДК 004.94

Д.С. Косов, В.М. Карабан

Программный комплекс для моделирования дугообразования в бортовой радиоэлектронной аппаратуре

Программный комплекс предназначен для раннего диагностирования дугообразования в бортовой радиоэлектронной аппаратуре. Программный комплекс основан на универсальной платформе численного моделирования COMSOL Multiphysics. В программном комплексе реализованы инновационные программные алгоритмы, методы и решения, которые позволяют с высокой вероятностью определять регион образования первичной дуги.
Ключевые слова: математическое моделирование, дугообразование, бортовая аппаратура, программный комплекс, форматирование, стиль, оформление в определённом стиле.

Проблема дугообразования в бортовой радиоэлектронной аппаратуре КА является относительно новой и связана с переходом бортовых систем электропитания космических аппаратов на уровни рабочего напряжения, значительно превышающего порог дугообразования в вакууме (70 В).

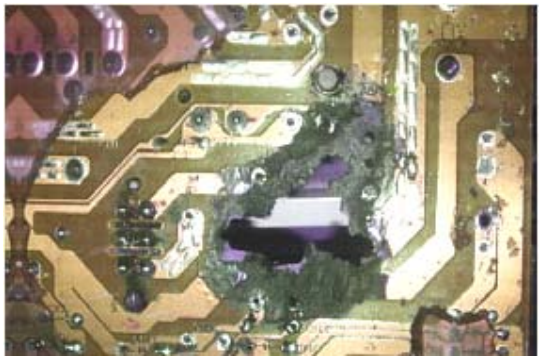


Рис. 1. Последствия дугообразования

Появление электрический дуги всегда связано с выделением большой энергии, что приводит к разрушению оборудования или радиоэлектронных компонентов.

Математическая модель

Для проведения численного моделирования самоподдерживающегося разряда существует большое разнообразие теоретических моделей. Для детального математического моделирования используется двухмоментная модель [1], состоящая из двух уравнений непрерывности плотности электронов n_e и k-уравнений непрерывности для концентрации ионов каждого $n_k \infty \rho\omega_k$ (ρ – плотность электронов, ω_k – массовая доля k-го компонента смеси) и уравнения Пуассона для электростатического потенциала V:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial n_e}{\partial t} + \nabla \cdot G_e = R_e,\\
&\frac{\partial n_\varepsilon}{\partial t} + \nabla \cdot G_\varepsilon + E \cdot G_e = R_\varepsilon,\\
&\rho \frac{\partial \omega_k}{\partial t} = \nabla \cdot (\rho \omega_k U_k) + R_k,\\
&\nabla^2 V = -\frac{q}{\varepsilon_0}\left(\sum_{k=1}^{N} Z_k n_k - n_e\right),\\
&E = -\nabla V,
\end{aligned} \qquad (1)$$

где q – заряд электрона; ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума; U_k – многокомпонентная диффузионная скорость; Z_k – заряд k-го иона.

Плотность электронов и потоки энергии приведены в дрейфово-диффузионном приближении, как и многокомпонентные диффузионные:

$$\begin{aligned}
G_e &= -\mu_e n_e E - D_e \nabla n_e,\\
G_\varepsilon &= -\mu_\varepsilon n_\varepsilon E - D_\varepsilon \nabla n_\varepsilon.
\end{aligned} \qquad (2)$$

Подвижность электронов μ_e взята из экспериментальных данных [3], и коэффициенты диффузии определялись из следующих выражений:

$$\begin{aligned}
D_e &= \tfrac{2}{3}\,\mu_e \bar{\varepsilon}/q,\\
\mu_\varepsilon &= \tfrac{5}{3}\,\mu_e,\\
D_\varepsilon &= \tfrac{2}{3}\,\mu_\varepsilon \bar{\varepsilon}/q,
\end{aligned} \qquad (3)$$

где $\bar{å} = n_\varepsilon / n_e$ – средняя скорость электронов.

В дополнение к условиям конвекции и диффузии правая часть (1) содержит относительную скорость электронов и условия потерь/роста энергии, которые определяются из следующих интегральных представлений, включающих сечения соответствующих процессов:

$$\begin{aligned}
R_e &= N n_e \sqrt{\frac{2q}{m}} \int_0^\infty \varepsilon \sigma_i(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon,\\
R_\varepsilon &= N n_e \Delta\varepsilon_i \sqrt{\frac{2q}{m}} \int_0^\infty \varepsilon \sigma_i(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon,\\
&+ N n_e \Delta\varepsilon_e \sqrt{\frac{2q}{m}} \int_0^\infty \varepsilon \sigma_e(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon,
\end{aligned} \qquad (4)$$

где $f(\varepsilon)$ – функция распределения Дрювестейна; N – число нейтральных атомов газа, определяемое из уравнения состояния; m – масса электрона; ε_e и ε_i – сумма потерь энергии электронов в одном акте рассматриваемого процесса (здесь упругих (σ_e) и неупругих (σ_i) соударений). Одновременное решение дифференциальных уравнений в частных производных (1) обеспечивает пространственное распределение электрического поля и плотности компонентов плазмы во времени.

Программный комплекс

Численное решение системы уравнений (1) с соответствующими начальными и граничными условиями методом конечных элементов для произ-

вольных конструкций бортовой аппаратуры космических аппаратов реализовано в экспериментальном образце программного комплекса (ЭО ПК) «Перманентная дуга» [3]. Реализация ЭО ПК велась в среде разработки приложений COMSOL Application Builder на базе мультифизичной платформы COMSOL Multiphysics и модулей AC/DC (переменный/постоянный ток), Plasma (Плазма), CAD Import (импорт данных из САПР).

Разработанный экспериментальный образец программного комплекса состоит из двух модулей:

Модуль «Трехмерная макромодель» обладает следующим функционалом:

а) импортирование геометрии несущей конструкции (рамки), топологии печатных плат или задание геометрии вручную. Импорт геометрии несущих конструкций (рамок) поддерживается из большинства современных систем автоматизированного проектирования (MCAD) в одном из нижеперечисленных форматах: .x_b, .x_t, .dwg, .igs, .step, .stl. Импорт топологии печатных плат поддерживается из электрических систем автоматизированного проектирования (ECAD) в формате .PCB;

б) настройка параметров окружающей среды;

в) настройка параметров расчетной сетки;

г) автоматическое формирование расчетной модели;

д) редактирование параметров выбранных для моделирования электрических цепей (рабочее напряжение, внутреннее сопротивление);

е) редактирование объемных и поверхностных свойств элементов.

Модуль «Расчетное ядро» обладает следующим функционалом:

а) создание и редактирование системы уравнений, используемых в алгоритме оценки вероятности дугообразования в бортовой аппаратуре и кабельной сети космических аппаратов;

б) настройка параметров вывода данных;

в) прогон системы уравнений с записью данных;

г) пошаговый режим вычисления;

д) запись выходных данных в различных форматах (текстовый или графический формат).

На рис. 2 представлен пример расчетной сетки, построенной в экспериментальном образце программного комплекса.

На рис. 3 и 4 представлены результаты работы программного комплекса (численного моделирования).

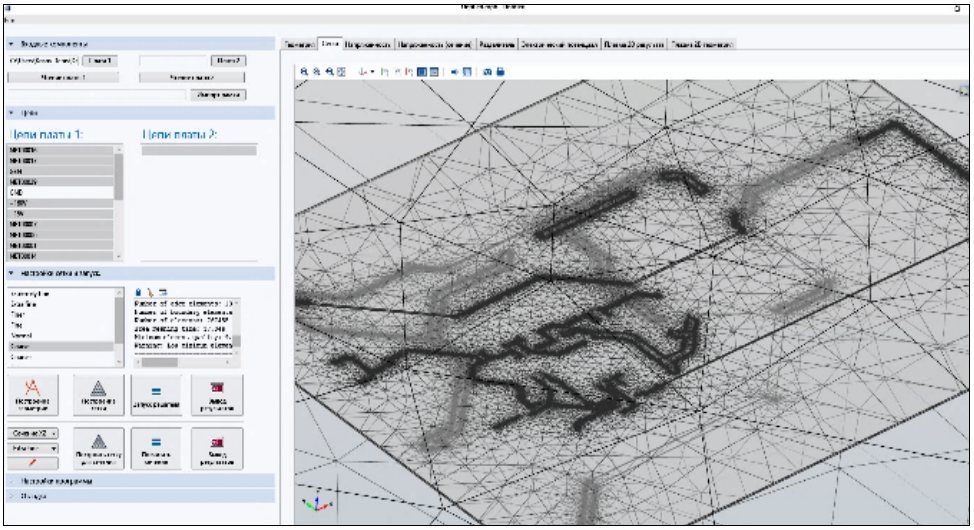


Рис. 2. Пример трехмерной расчетной сетки

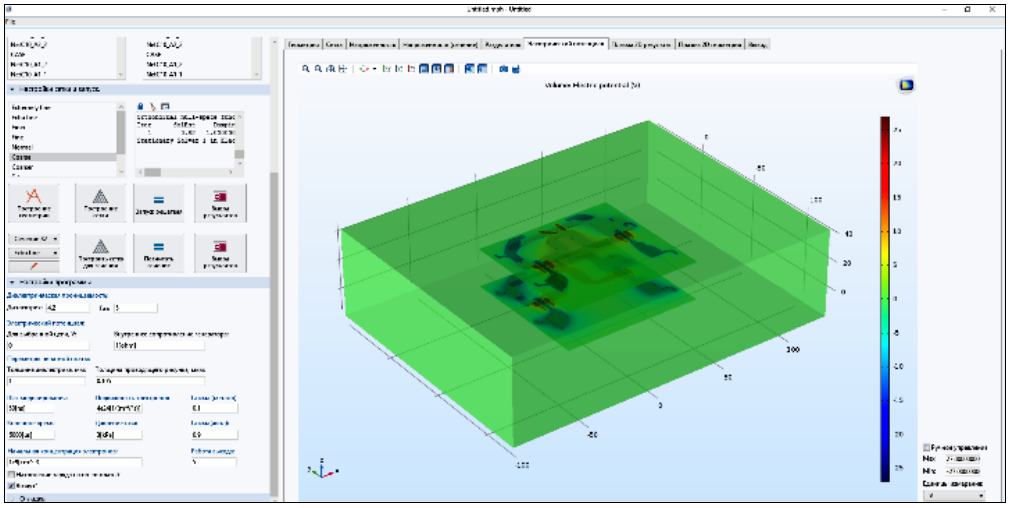


Рис. 3. Распределение электрического потенциала в объеме

На рис. 3 представлен результат электростатического моделирования в виде распределения потенциала электрического поля.

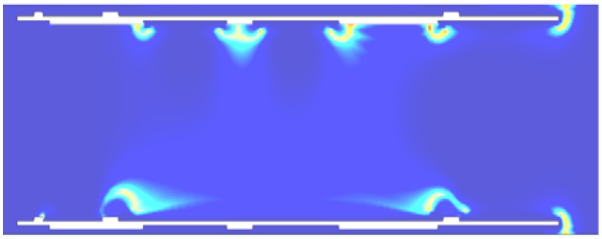


Рис. 4. Распределение плотности электронов

На рис. 4 представлен результат численного моделирования низкотемпературной плазмы. Распределение плотности электронов получено в сечении, соответствующем точке максимальной напряженности электрического поля, для наибыстрейшего определения вероятности дугообразования

В данной работе были представлены результат разработки программного комплекса, его описание, примеры результатов работы. Программный комплекс основан на двухкомпонентной математической модели, состоящей из двух уравнений непрерывности плотности электронов и уравнений непрерывности для концентрации ионов.

Экспериментальный образец программного комплекса содержит таблицы эмиссионных характеристик для различных поверхностей, сечений и ионизационных процессов в различных газах. Также программный комплекс содержит интеллектуальные средства интерпретации полученных результатов численного моделирования, позволяя снизить требования к квалификации пользователя от научного сотрудника до рядового инженера.

Литература

1. Karaban V.M., Kosov D.S., Kozhevnikov V.Y. et al. Design and Diagnostics of Arc-resistant Electronics for Satellite Telecommunication Systems // 18th Mediterranean Electrotechnical Conference MELECON–2016. – Limassol, Cyprus, 18–20 April 2016.

2. Lamp P., Eibl R., Buschhorn G. Measurement of electron mobility in liquid and gaseous argon at low electric field strength and in the critical region // 10th International Conference on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids. – 1990. – P. 39–45.

3. Karaban V.M., Kosov D.S. ASC Permanent Arc: certificate of state registration of computer programs № 2016614035.

УДК 519.657, 519.688

К.О. Силаев

Программный модуль по анализу кривых падения добычи в топливно-энергетическом комплексе

Разработан встраиваемый программный модуль для прогноза темпов снижения добычи нефти или газа в топливно-энергетической сфере. Рассмотрены методы анализа добычи, такие как метод Арпса, Фетковича, Картера и Палацио–Блэсингейма. Разработанный программный модуль основан на методе Арпса. Осуществлён прогноз темпов снижения добычи нефти и газа на основе реальных производственных данных.

Ключевые слова: скважина, анализ кривой падения, дебит, тип падания добычи, экспоненциальное падение, гармоническое падение, гиперболическое падение, метод Арпса.

Анализ кривой падения добычи нефти или газа является традиционным средством идентификации проблем добывающих газовых или нефтяных скважин и прогнозирования производительности и жизни скважины на основе реальных производственных данных. Как известно, объемы добычи будут снижаться с увеличением времени производства. Когда дебит производства падает до экономического предела, скважина считается нерентабельной и происходит остановка производства. Двумя основными проблемами в оценке работоспособности являются определение наиболее вероятной продолжительности жизни скважины и оценка объема будущей добычи сырья [1]. Решение данных проблем возможно посредством использования специализированного программного обеспечения.

Кривые падения являются одной из наиболее широко используемых форм анализа данных, используемых при оценке запасов сырья и прогнозировании будущего производства. Методика анализа кривой падения основана на допущении, что направление изменения добычи за прошедший период времени с воздействием факторов, непосредственно влияющих на него, будет иметь место и в будущем, поэтому может быть экстраполировано и описано математически [2].

Анализ кривой падения добычи используется при оценке новых инвестиций и ревизии предыдущих расходов. С этим связано определение количества оборудования и объектов, таких как трубопроводы, очистные сооружения и т.п. Кроме того с анализом связано определение резервов скважины или месторождения в целом.

Для анализа добычи рассмотрены такие методы, как метод Арпса, Фетковича, Картера и Палацио–Блэсингейма.

Выбираемый метод анализа кривых падения дебита должен удовлетворять нескольким факторам. Во-первых, метод должен быть универсальным, т.е. модели падения добычи применимы как для нефтяных, так и для газовых скважин. Во-вторых, метод должен позволять проводить анализ при имеющихся данных, таких как:

- дебит q ($м^3$/единица времени);
- время t (единица времени).

В ходе изучения методов анализа кривых падения добычи (дебита) был выбран метод Арпса, так как он удовлетворяет изложенным выше факторам.

Также метод Арпса является основополагающим для всех рассмотренных методов анализа кривых падения добычи. К примеру, метод Фетковича полностью основан на типовых кривых Арпса.

Несмотря на то, что метод может давать значительные погрешности, так как основан на эмпирических данных, он достаточно широко применяется в топливно-энергетической сфере.

Описание метода Арпса

Арпс предложил, что «кривизну» кривой зависимости дебита от времени можно выразить математически одним из уравнений гиперболического семейства. Арпс установил следующие три типа падения добычи:

- экспоненциальный;
- гармонический;
- гиперболический.

Каждый вид кривой падения имеет различную кривизну, на рис. 1 изображена характерная форма каждого типа падения [3].

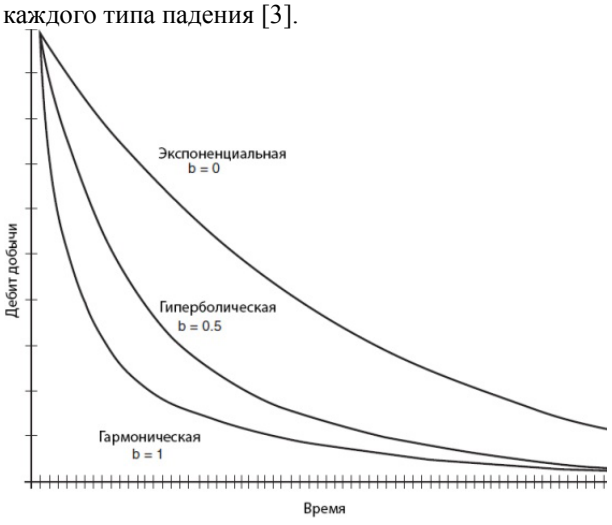


Рис. 1. Типовые кривые падения добычи Арпса

В общем виде кривые падения можно выразить следующим образом:

$$q_t = \frac{q_i}{(1+bDt)^{1/b}}, \quad (1)$$

где q_t – дебит добычи к моменту времени t, $м^3$/ед. времени; q_i – начальный дебит добычи, $м^3$/ед. времени; b – постоянная Арпса для кривой падения добычи; D – номинальный темп падения добычи, 1/ед. времени; t – время, ед. времени.

Математическое описание этих кривых падения добычи существенно упрощается при использовании мгновенного (номинального) темпа падения добычи D. Темп падения добычи определяется как скорость изменения натурального логарифма дебита, т.е. $\ln(q)$ по отношению к времени t (2):

$$D = -\frac{d(\ln q)}{dt} = -\frac{1}{q}\frac{dq}{dt}. \quad (2)$$

Знак «минус» был добавлен, так как dq и dt имеют противоположные знаки, а D всегда должно быть положительным. Выражение (2) описывает мгновенные изменения наклона кривизны dq/dt с изменением дебита q со временем [2].

Параметры – номинальный темп падения добычи D и показатель b – могут быть использованы для прогнозирования будущего производства. Такой тип анализа кривой падения может быть применен к отдельным скважинам или к целому пласту. Точность применения ко всему пласту иногда лучше, чем для отдельных скважин, за счет сглаживания данных добычи. В зависимости от типа падения, значение b изменяется в диапазоне от 0 до 1.

Уравнение Арпса можно выразить в экспоненциальной форме при $b = 0$ (3):

$$q_t = q_i \exp(-Dt), \quad (3)$$

В гиперболической форме при $0 < b < 1$ уравнение совпадает с уравнением общего вида (1).

$$q_t = \frac{q_i}{(1+bDt)^{1/b}},$$

Уравнение Арпса в гармонической форме при $b = 1$ (4):

$$q_t = \frac{q_i}{(1+Dt)}. \quad (4)$$

Номинальный темп падения добычи D можно рассчитать для каждой типовой кривой падения.

Номинальный темп падения добычи D для экспоненциального падения (5):

$$D = -\frac{\ln(q_i/q_2)}{t_2}. \quad (5)$$

Номинальный темп падения добычи D для гиперболического падения (6):

$$D = -\frac{(q_i/q_2)^b - 1}{b t_2}. \quad (6)$$

Номинальный темп падения добычи D для гармонического падения (7):

$$D = -\frac{(q_i/q_2) - 1}{t_2}, \quad (7)$$

где q_i – начальный дебит при $t = 0$, $м^3$/ед. времени; q_2 – конечный дебит, $м^3$/ед. времени; t_2 – конечное время, единица времени.

Суммарная добыча G за определенный период (8):

$$G = \left[\frac{q_i}{D(1-b)}\right]\left[1 - \left(\frac{q_t}{q_i}\right)^{1-b}\right]. \quad (8)$$

Время достижения предельного дебита t_a можно рассчитать для каждого типа падения кривой.

Время достижения предельного дебита при экспоненциальном падении (9)

$$t_a = \frac{\ln\left(\frac{q_i}{q_2}\right)}{D}. \quad (9$$

При гиперболическом падении (10):

$$t_a = \frac{\ln\left(\frac{q_i}{q_2}\right)^b - 1}{bD}. \quad (10)$$

Соответственно для гармонического падения (11):

$$t_a = \frac{q_i - q_a}{q_a D}. \quad (11)$$

Суммарная добыча G_a на момент достижения предельного дебита q_a для экспоненциального падения (12):

$$G_a = \frac{1}{D}(q_i - q_a). \quad (12)$$

Суммарная добыча G_a для гиперболического падения (13):

$$G_a = \left[\frac{q_i}{D(1-b)}\right]\left[1 - \left(\frac{q_a}{q_i}\right)^{1-b}\right]. \quad (13)$$

Суммарная добыча G_a при гармоническом падении (14):

$$G_a = \left[\frac{q_i}{D}\right]\ln\left(\frac{q_i}{q_a}\right). \quad (14)$$

Для того чтобы разработать программный модуль, основанный на реализации метода Арпса, необходимо:

- извлечь входные данные дебит q_t и время t, которые представляют собой массивы данных;
- выбрать тип падения кривой (экспоненциальный, гармонический или гиперболический) и задать параметр b, соответствующий выбранному типу;
- рассчитать номинальный темп падения D;
- построить график зависимости дебита от времени в соответствии с выбранным типом падения;
- рассчитать время достижения предельного дебита t_a;
- рассчитать суммарную добычу G_a на момент достижения предельного дебита q_a.

В качестве примера работы модуля проведен прогноз добычи двух скважин на основе реальных данных за год.

На рис. 2 представлен анализ кривой падения экспоненциального типа скважины № 1. Также проведен анализ кривой падения гармонического и гиперболического типов падения добычи скважины.

То, что скважина № 2 имеет меньший временной разброс достижения предельного дебита (15 < 50), свидетельствует о более стабильной работе скважины.

Тем не менее год является достаточно большим периодом для анализа и может неточно отражать поведение работы скважин. Из рис. 2 и 3 видно, что дебиты имеют значительные скачки как в плюс, так и в минус, что свидетельствует о недостаточной стабильности скважины либо о сбоях в работе.

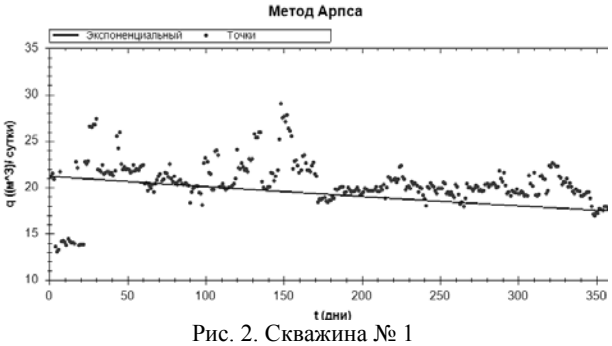


Рис. 2. Скважина № 1

В зависимости от выбора типа кривой (постоянной Арпса b) время достижения предельного дебита q_a = 15 м^3/сут получается в пределах от 631 до 681 сут. Накопленная сумма добычи к этому моменту будет в пределах от 5667 до 5786 м^3.

Для скважины № 2 проведен аналогичный анализ типовых кривых, который представлен на рис. 3. Для данной скважины разброс времени достижения предельного дебита q_a = 18 м^3/сут составляет от 855 до 870 сут. Накопленная сумма добычи к этому моменту будет в пределах от 15875 до 16164 м^3.

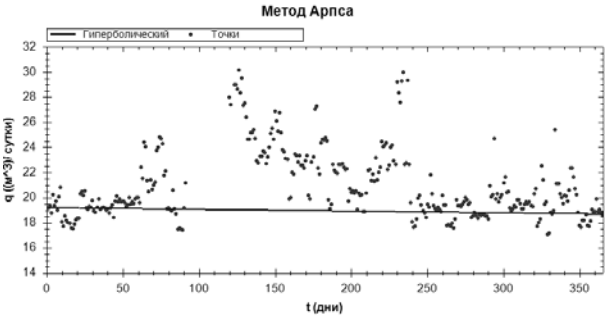


Рис. 3. Скважина № 2

Заключение

Создан встраиваемый программный модуль для прогноза темпов снижения добычи нефти или газа в топливно-энергетической сфере. Осуществлен прогноз темпов снижения добычи нефти и газа на основе реальных производственных данных для двух скважин. Рассчитаны время достижения предельного дебита и накопленная сумма добычи на момент достижения предельного дебита, а также построена кривая падения дебита.

Для созданного программного модуля написано руководство пользователя.

Литература

1. Khulud M. Prediction of Reservoir Performance Applying Decline Curve Analysis / M. Khulud, Rahuma H. Mohamed, N. Hissein, S. Giuma, // International Journal of Chemical Engineering and Applications. – 2013. – Vol. 4, No. 2. – P. 74–77.

2. Tarek A. Advanced Reservoir Engineering. – Burlington, MA: Gulf Professional Publishing. 2005.

3. Lee J. Reservoir Engineering / TX, Richardson. – Society of Petroleum Engineering, 1996. – 266 p.

УДК 621.396.41

И.А. Жданов, Г.Г. Лунев

Разработка модуля для построения карт изобар методом кригинга

Описана проблема использования численных методов для построения карт изобар, произведен выбор и обоснование выбора метода кригинга. На основе выбранного метода разработаны модуль для встраивания в информационную систему и приложение с графическим интерфейсом для демонстрации работы модуля.
Ключевые слова: геостатистика, добыча нефти, карта изобар, численные методы, кригинг, вариограмма, регрессия.

Карты изобар

Успешность процесса добычи нефти в современных условиях повышается не только благодаря достижениям науки геологии, но и с помощью внедрения современных информационных систем, автоматизирующих различные процессы с помощью численных методов. Одним из важных инструментов для более рационального использования пластовой энергии являются карты изобар.

Карта изобар – карта, показывающая распределение пластового динамического давления в разрабатываемой нефтяной залежи. Анализ карт изобар позволяет правильно ориентировать разработку залежи нефти путем ограничения и снижения отбора жидкости из участков пласта с наибольшей депрессией пластового давления. Сопоставление ряда карт, построенных для различных периодов эксплуатации залежи, позволяет находить зависимость между отбором жидкости из пласта и средневзвешенным пластовым давлением, знание которой помогает более рационально использовать пластовую энергию [1].

Карты изобар состоят из изолиний – замкнутых кривых, представляющих границу, на которой давление одинаково (с определенной точностью).

Цель работы

Целью работы является реализация программного модуля на языке C#, обеспечивающего построение карт изобар для встраивания в информационную систему. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) выбор и обоснование метода для построения карт;

2) реализация программного модуля для выбранного метода;

3) реализация приложения с графическим интерфейсом для демонстрации работы модуля.

Выбор и обоснование метода

Для построения карт изобар используются различные численные методы, в большинстве случаев связанные с интерполяцией (либо аппроксимацией) входных данных. Входными данными для построения карт изобар являются:

− скважины (точки со значениями X, Y – координатами местоположения скважины и значением Z – величиной давления в скважине);

− внешние линии (кривые, ограничивающие область для построения с известным одним значением давления во всех точках кривой);

− линии разлома (кривые, ограничивающие влияние давление в точках друг на друга) [2].

Для построения карты первым этапом необходимо преобразовать набор исходных точек в равномерную сетку с известным значением Z в каждой точке сетки. Для этого может быть использован один из известных методов. Одним из наиболее используемых методов для построения равномерной сетки из неравномерного набора точек является метод кригинга. Кригинг является наиболее предпочтительным методом, так как позволяет строить полную регрессионную картину с заданным шагом, а также имеет большое количество различных параметров для настройки [3].

Алгоритм кригинга в простейшем виде представляет следующие шаги. В процессе преобразования входных данных в равномерную сетку, во всей области известных данных создается набор равномерно расположенных точек по заданному расстоянию. Для каждой из этих точек по заданному радиусу выбираются входные точки с известным давлением на расстоянии меньше радиуса от нее.

Для всех этих входных точек строится система линейных уравнений вида:

$$\begin{cases} r_{11}x_2 + r_{12}x_3 + r_{13}x_4 + \ldots + r_{1n}x_n + \tilde{r}_1 x_{n+1} = 1; \\ r_{21}x_1 + r_{23}x_3 + r_{24}x_4 + \ldots + r_{2n}x_n + \tilde{r}_2 x_{n+1} = 1; \\ r_{31}x_1 + r_{32}x_2 + r_{34}x_4 + \ldots + r_{3n}x_n + \tilde{r}_3 x_{n+1} = 1; \\ \vdots \\ r_{n0}x_1 + r_{n1}x_2 + r_{n2}x_3 + \ldots + r_{nn-1}x_{n-1} + \tilde{r}_n x_{n+1} = 1; \\ x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n = 1, \end{cases}$$

где r_{ij} – значение некоторой функции от расстояния от i-й до j-й точки (из точек на расстоянии меньше заданного от текущей точки сетки); n – количество точек на расстоянии меньше заданного от текущей точки сетки; $\tilde{r}_k$ – расстояние от k-й точки до текущей точки сетки.

Результатом решения системы уравнений являются весовые коэффициенты, сумма которых равна единице. Значением давления для текущей точки равномерной сетки будет являться результат вычисления суммы:

$$\tilde{P} = \sum_{i=1}^{n} x_i P_i ,$$

где P_i – значение давления в i-й точке на расстоянии меньше заданного от текущей точки сетки; $\tilde{P}$ – давление в текущей точке сетки [5].

Выбор функции от расстояния между точками – важный этап построения равномерной сетки. Он

позволяет установить некоторую аппроксимирующую функцию, описывающую изменение значения Z в зависимости от расстояния между точками сетки. Для выбора подобной функции используется вариограмма. Вариограмма – статистический момент второго порядка, использующийся в геостатистике для анализа и моделирования пространственной корреляции [4]. Она описывает зависимость разности значений в точках от расстояния между точками.

Реализация программного модуля

Программный модуль был реализован на языке программирования C# с использованием библиотеки MathNet.Numerics для быстрого решения систем линейных алгебраических уравнений. Модуль был протестирован на различных наборах входных данных.

Реализация приложения с графическим интерфейсом

Также для демонстрации работы разработанного модуля было реализовано приложение с графическим интерфейсом на языке C# с использованием технологии WPF(Windows Presentation Foundation). Результат расчёта равномерной сетки для построения карты изобар представлен на рис. 1. Результат построения вариограммы для исходных данных представлен на рис. 2.

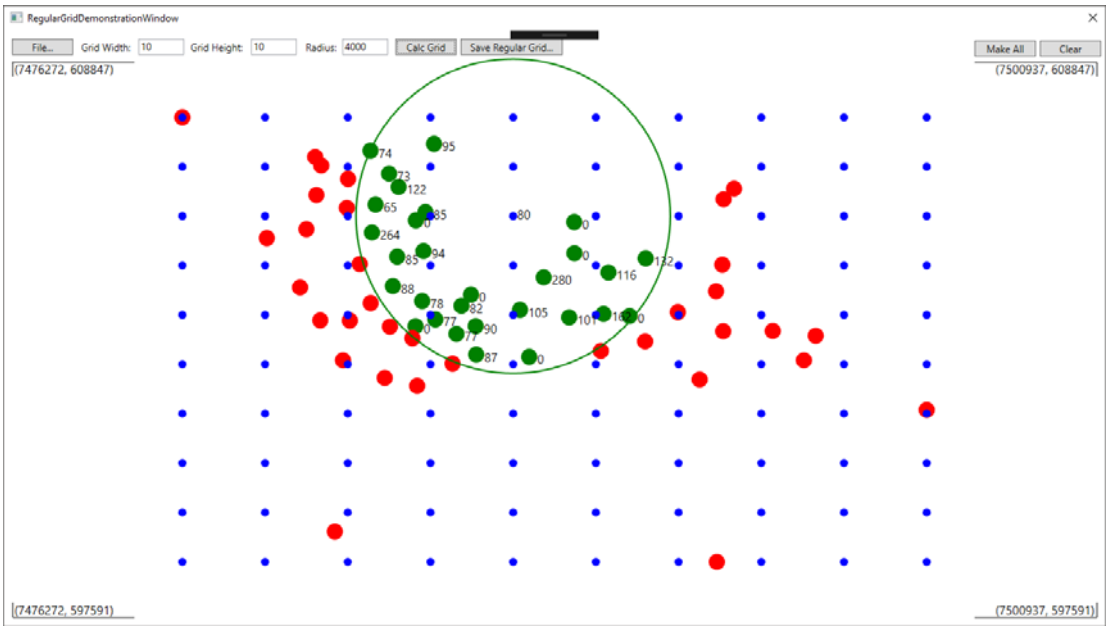


Рис. 1. Пример работы приложения с графическим интерфейсом. Расчёт сетки

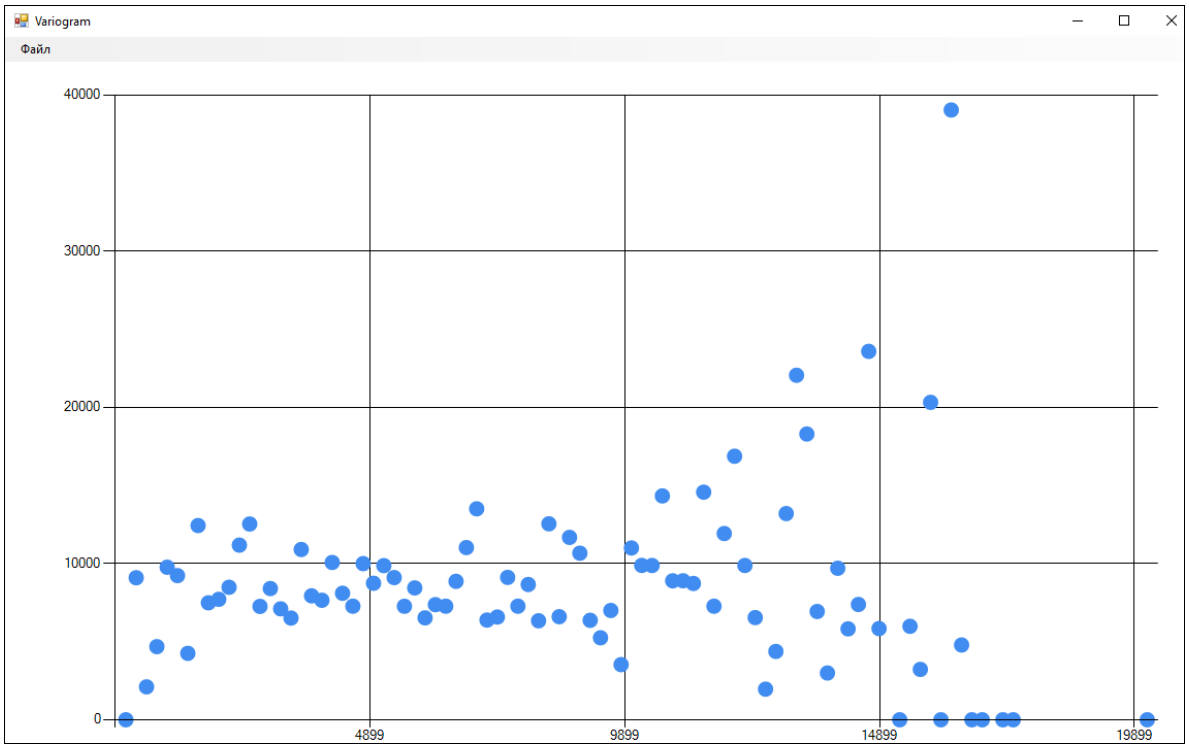


Рис. 2. Пример работы приложения с графическим интерфейсом. Вариограмма

Результаты

В ходе работы было определено, что метод кригинга является эффективным, но требовательным к ресурсам в связи с большим количеством систем линейных алгебраических уравнений. Использование библиотеки MathNet.Numerics помогло существенно повысить скорость работы модуля, и в целом скорость можно считать удовлетворительной в связи с отсутствием требований к высокой скорости работы. Разработанный модуль был использован в информационной системе.

Литература

1. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ngpedia.ru/cgibin/getpage.exe?cn=444&uid=0,286005864851177&inte=6

2. Хелпикс Орг. Интернет помощник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://helpiks.org/5-77558.html

3. Байков В., Бакиров Н., Яковлев А. Математическая геология. – Т. I. – 1-е изд. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 227 с.

4. University of Alberta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ualberta.ca/~haitao2/RenR501/ch11.kriging.ppt

5. PNNL: Visual Sample Plan (VSP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vsp.pnnl.gov/help/Vsample/Kriging_Variogram.htm

УДК 519.688:622.276

В.Л. Сергеев, Нгуен Т.Х. Фыонг

Рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации кривой восстановления давления скважин газовых месторождений

Рассматриваются рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации гидродинамических исследований скважин газовых месторождений на основе интегрированной системы модели кривой восстановления давления с переменными параметрами с учетом дополнительной априорной информации. Приводятся результаты анализа качества рекуррентных алгоритмов адаптивной идентификации и интерпретации кривой восстановления давления скважин газовых месторождений по промысловым данным.

Ключевые слова: рекуррентный алгоритм, идентификация, интерпретация, гидродинамические исследования скважин, кривая восстановления давления.

Гидродинамические исследования (ГДИ) скважин по кривой восстановления давления (КВД) являются в настоящее время наиболее информативным и востребованным методом определения параметров нефтяных и газовых пластов и скважин, оснащенных стационарными измерительными системами, для оперативного решения задач мониторинга и управления разработкой.

Перспективным направлением разработки систем диагностики параметров нефтяных пластов являются современные адаптивные технологии ГДИС, позволяющие учитывать дополнительную априорную информацию, определять фильтрационные параметры и энергетическое состояние нефтяных и газовых залежей в процессе проведения гидродинамических исследований, не планируя заранее время их завершения, что существенно сокращает время простоя скважин.

Однако разработанные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации результатов ГДИС по КВД требуют больших вычислительных затрат, связанных с решением разного рода систем алгебраических уравнений, обращением матриц и решением оптимизационных задач определения управляющих параметров, что затрудняет их использование в автоматизированных системах в режиме реального времени [1, 2].

В данной работе предлагаются и исследуются новые рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации результатов ГДИС на основе интегрированных моделей КВД газовых скважин с переменными, зависящими от времени параметрами, с учетом дополнительной априорной информации. Рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации результатов ГДИС позволяют определять параметры пластов и скважин в процессе получения данных о забойном давлении в режиме реального времени без решения систем уравнений и обращения матриц. Увеличение вычислительных затрат, связанных с решением систем уравнений и обращением матриц, допускается лишь в определенные моменты времени на этапе обучения алгоритмов идентификации и определения управляющих параметров.

Рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации КВД

В основе рекуррентных алгоритмов идентификации и интерпретации использована линейная интегрированная система моделей КВД неограниченного газового пласта с переменными, зависящими от времени параметрами, с учетом априорной информации и экспертных оценок представленная в матричном виде

$$\begin{cases} \mathbf{Y}_n^* = F_0 \boldsymbol{\alpha}_n + \boldsymbol{\xi}_n, \\ \overline{\mathbf{z}}_n = F_{\text{a}} \boldsymbol{\alpha}_n + \boldsymbol{\eta}_n, n = \overline{1, n_k}, \end{cases} \quad (1)$$

где $\mathbf{Y}_n^* = (\widetilde{P}_{\text{з},n}^2, n = \overline{1, n_k})^T$ – вектор фактических значений квадрата забойного давления скважин в момент

времени t_n; $\boldsymbol{\alpha}_n=(\alpha_{1,n},\alpha_{2,n},n=\overline{1,n_k})^T$ – вектор неизвестных параметров; $\bar{\mathbf{z}}_n=(\bar{\alpha}_{1,n},\bar{\alpha}_{2,n},\bar{P}^2_{\text{пл},n},n=\overline{1,n_k})^T$ – вектор дополнительных априорных данных и экспертных оценок; F_0,F_a – матрицы известных функций; $\boldsymbol{\xi}_n,\boldsymbol{\eta}_n$ – вектор случайных величин.

Отметим, что решение оптимизационной задачи по определению параметров модели

$$\boldsymbol{\alpha}^*_n(\boldsymbol{\beta}_n)=\arg\min_{\boldsymbol{\alpha}_n}\Phi_n(\boldsymbol{\alpha}^*_n,\boldsymbol{\beta}_n)) \qquad (2)$$

с использованием комбинированного показателя качества в виде суммы частных квадратичных показателей качества

$$\Phi_n(\boldsymbol{\alpha}_n,\boldsymbol{\beta}_\text{n})=\left\|\mathbf{Y}^*_n-F_0\boldsymbol{\alpha}_n\right\|^2_{K(h_n)}+\left\|\bar{\mathbf{z}}_n-F_\text{a}\boldsymbol{\alpha}_n\right\|^2_{W(r_n)} \qquad (3)$$

приводит к необходимости решения системы линейных уравнений вида

$$A\boldsymbol{\alpha}_n=B\ , \qquad (4)$$
$$A=F_0^T\,K(h_n)F_0+F_\text{a}^T W(r_n)F_\text{a}\ ,$$
$$B=F_0^T\,K(h_n)\mathbf{Y}^*_n+F_\text{a}^T W(r_n)\bar{\mathbf{z}}_n,$$

где $\boldsymbol{\beta}_n=(r_n,h_n)$ – объединенный вектор параметров r_n, определяющих значимость (вес) дополнительных априорных данных и параметра забывания h_n; $W(r_n)=\text{diag}(r_{1,n},r_{2,n},r_{3,n})$ – диагональная матрица управляющих параметров r_n; $K(h_n)=\text{diag}(w_i((t_n-t_{n-i})/h_n),$ $i=\overline{1,n-i})$ – диагональная матрица значений весовой функции $w(x/h)$ с параметром h.

В связи с большим объемом исходных данных забойного давления, поступающих с телеметрических информационных систем, решение СЛУ (3) связана с большими вычислительными затратами, что затрудняет процесс определения параметров пласта и скважины в режиме реального времени. В этой связи в работе для определения параметров модели (1) предлагается использовать модификацию рекуррентного алгоритма решения СЛУ (3) вида [3, 4]

$$\boldsymbol{\alpha}^*_n=\boldsymbol{\alpha}^*_{n-1}+H_n\boldsymbol{\varphi}_n^T w_n(h)(y^*_n-\boldsymbol{\varphi}_n\boldsymbol{\alpha}^*_{n-1}),$$

$$H_n=H_{n-1}-\frac{H_{n-1}\boldsymbol{\varphi}_n^T\boldsymbol{\varphi}_n H_{n-1}}{w_n^{-1}(h)+\boldsymbol{\varphi}_n H_{n-1}\boldsymbol{\varphi}_n^T},n=1,2,3,..., \qquad (5)$$

где $H_0=(W(r_n))^{-1}$; $\boldsymbol{\varphi}_n=(\varphi_1(t_n),\varphi_2(t_n),...,\varphi_m(t_n))$; $\boldsymbol{\alpha}_0=\bar{\mathbf{z}}_0$ – вектор начальных оценок параметров, соответствующий дополнительным априорным данным $\bar{\mathbf{z}}_0$ (1).

Сложной нерешенной проблемой, возникающей при практическом использовании рекуррентных алгоритмов вида (5), является задача последовательного определения оптимальных значений параметров регуляризации и забывания r_n,h_n, существенно влияющих на качество оценок (5). Однако в силу идентичности оценок (4) и (5) целесообразно периодически в определенные моменты времени $t_{n(\kappa)}$, $k=1,2,3,...$ определять оценки $\boldsymbol{\beta}^*_{n(k)}=(r^*_{n(k)},h^*_{n(k)})$ путем решения оптимизационной задачи

$$\boldsymbol{\beta}^*_{n(k)}=\arg\min_{\boldsymbol{\beta}_{n(k)}}J_{0,n}(\boldsymbol{\alpha}^*_{n(k)}(\boldsymbol{\beta}_{n(k)})) \qquad (6)$$

с использованием оценок параметров КВД $\boldsymbol{\alpha}^*_n(\boldsymbol{\beta}_n)$, полученных путем решения СЛУ (4). Возможны разные стратегии поочередного использования оценок (5), (6) [5].

Результаты интерпретации КВД скважин газового месторождения

Результаты интерпретации КВД скважины № 1 Уренгойского газоконденсатного месторождения Тюменской области приведены на рис. 1, 2. На рис. 1 приведены исходные (линия *1*) и восстановленные значения забойного давления (линии *2*, *3*) с использованием модели забойного давления однородного газового пласта [6]

$$\hat{P}^2_{\text{з},n}=\alpha^*_{1,n}(\boldsymbol{\beta}^*_n)+\alpha^*_{2,n}(\boldsymbol{\beta}^*_n)\lg(t_n)\,, \qquad (7)$$

с учетом априорной информации о проводимости пласта и пластовом давлении (линия *2*) и без учета априорной информации (линия *3*). Оценки параметров модели забойного давления (7) определялись с использование рекуррентных соотношений (5) при $r_{j,n}=r_n,\forall\, j=\overline{1,l},W(r_n)=r_n\mathbf{I}$, где $\mathbf{I}$ – единичная диагональная матрица весовой функции $K(h_n)=$ $=\text{diag}(w_i((t_n-t_{n-i}))/h_n,i=\overline{1,n-i})$, вектор $\boldsymbol{\varphi}_n=(1,\ln(t_n))$. Оценки управляющих параметров $\boldsymbol{\beta}^*_{n(k)}=(r^*_{n(k)},h^*_{n(k)})$ определялись периодически через каждые 30 мин $t_{n(k)}-t_{n(k-1)}=0{,}5$ ч путем решения системы уравнений (4) и оптимизационной задачи (6) методом деформированного многогранника [7].

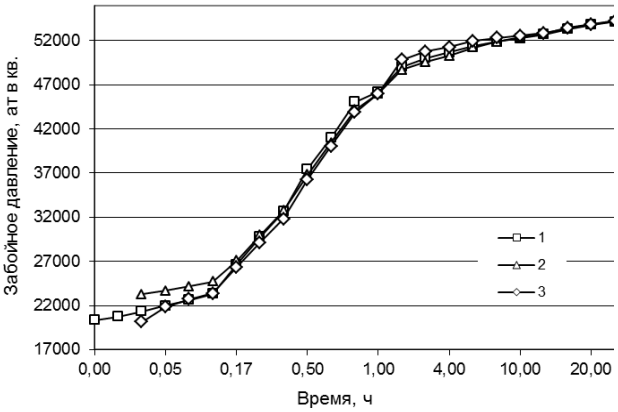


Рис. 1. Исходные и восстановленные значения забойного давления

На рис. 2, 3 приведены рекуррентные оценки проводимости пласта σ^*_n и пластового давления $\hat{P}_\text{пл}$ с учетом априорной информации (линия *1*) и без учета априорной информации (линия *2*) $\sigma^*_n=\dfrac{42{,}3q_0T_\text{пл}zP_\text{ст}}{T_\text{ст}\alpha^*_{2,n}(\beta^*_n)}$, $\hat{P}_\text{пл}=(\alpha^*_{1,n}(\beta^*_n)+\alpha^*_{2,n}(\beta^*_n)\lg(\bar{t}_\text{пл}))^{1/2}$,

где $\alpha^*_{1,n}(\boldsymbol{\beta}^*_n), \alpha^*_{2,n}(\boldsymbol{\beta}^*_n)$ – оценки параметров модели забойного давления (7); q_0 – дебит газа в момент остановки скважины; $t_{\text{пл}}$ = 100 ч – экспертная оценка времени восстановления забойного давления до пластового.

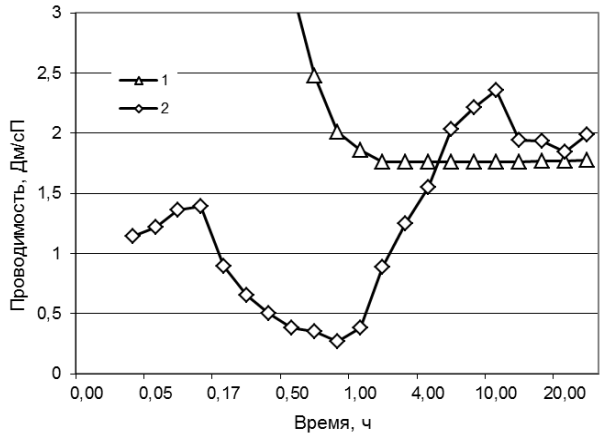


Рис. 2. Оценки проводимости пласта

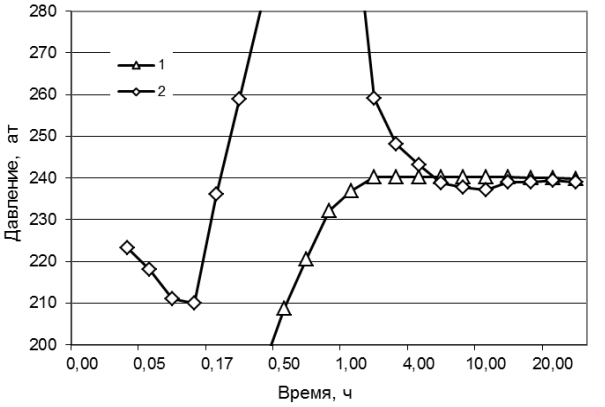


Рис. 3. Оценки пластового давления

Из рис. 1, 3 видно, что рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации с учетом дополнительной информации обеспечивают получение оценок параметров газового пласта проводимости и пластового давления на более коротких КВД по сравнению с традиционными оценками, не учитывающими априорную информацию, что позволяет существенно сократить время простоя скважин.

Выводы

Для определения параметров газовых пластов по результатам гидродинамических исследований по кривой восстановления давления предлагается использовать рекуррентные алгоритмы адаптивной интерпретации, газодинамических исследований скважин по кривой восстановления давления. На примере обработки результатов гидродинамических исследований газовой скважины Уренгойского газоконденсатного месторождения Тюменской области показано, что рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации обеспечивают получение оценок проводимости пласта и пластового давления на более коротких КВД по сравнению с традиционными оценками, не учитывающими априорную информацию, что позволяет существенно сократить время простоя скважин.

Литература

1. Сергеев В.Л. Интегрированные системы идентификации. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2011. – 198 с.

2. Сергеев В.Л. Адаптивная идентификация и интерпретация нестационарных газодинамических исследований скважин газовых и газоконденсатных месторождений / В.Л. Сергеев, К.С. Гаврилов // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 2(32). – С. 270–275.

3. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оптимизации и оценивания при почти произвольных помехах. – М.: Наука, 2003. – 291 с.

4. Sergeev V.L. Models and algorithms of non-stationary signal identification in conditions of uncertainty / V.L. Sergeev, V.I. Polishchuk, V.T. Kalayda // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). – 2016.

5. Руденко О.Г. Модифицированный алгоритм текущего регрессионного анализа в задачах идентификации и прогнозирования / О.Г. Руденко, И.Д. Теренковский, А. Штефан, Г.А. Ода // Радиоэлектроника и информатика. – 1998. – № 4. – С. 58–61.

6. Гриценко А.И. Руководство по исследованию скважин / А.И. Гриценко, З.С. Алиев и др. – М.: Наука, 1995. – 523 с.

7. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – М.: Высш. шк., 2002. – 544 с.

УДК 621.396.41

И.В. Скворцов, И.Г. Денисов, А.Г. Новиков

Моделирование электромагнитных полей печатной платы методом моментов

Приводятся результаты электромагнитного моделирования и экспериментальных измерений электромагнитного излучения внутри печатной платы, вызванного излучением сигнальных проводников. Произведено сравнение разработанных методик и результатов практических измерений и показано достаточно хорошее их взаимное соответствие.

Ключевые слова: электромагнитное моделирование, печатная плата.

В последнее время в выпускаемых САПР наибольшей популярностью пользуются три методики, основанные на методе моментов, методе конечных элементов и методе конечных разностей во временной области. Существует достаточно публикаций, касающихся моделирования печатных плат. Например, в статье [1] рассматривается электромагнитное излучение многослойной печатной платы на основе метода конечных разностей во временной области. Однако недостатком метода является то, что шаг дискретизации должен быть достаточно малым, что влечет за собой большие затраты памяти и времени. Существует не так много трудов об электромагнитном моделировании с учетов влияния топологии на печатную плату. Например, в статье [2] рассматривается измерение электромагнитного поля, излучаемого платой, представленной в виде набора диполей. Однако неясно, насколько такая модель отличается от реальной платы и как это влияет на характеристики модели.

В данной статье показаны результаты электромагнитного моделирования печатной платы с использованием метода моментов. Метод моментов (часто называемый «планарным» 3D-методом) – один из наиболее сложных, поскольку требует тщательного расчета функций Грина. Главным практическим преимуществом этого метода является то, что приходится дискредитировать (разбивать на ячейки) только металлические соединения моделируемой структуры, так как в качестве неизвестной величины выступает распределение тока на металлических поверхностях. В результате «планарная» сетка оказывается значительно проще и меньше, чем эквивалентная «объемная» сетка, необходимая для моделирования с применением двух других методов. Сетка получается однородной и состоит обычно из прямоугольных, треугольных или квадратных ячеек. Уменьшенное число ячеек сетки повышает эффективность моделирования. Поэтому метод моментов хорошо подходит для анализа сложных (многослойных) структур. Ещё одно его преимущество в том, что он использует лишь одну матрицу для всех входных портов. Другими словами, моделирование схем с большим числом портов не требует существенно большего времени.

При помощи данного метода было проведено электромагнитное моделирование печатной платы. Перед началом моделирования печатная плата была импортирована в САПР Advanced Design System в формате ODB++. Данный формат включает в себя описание топологии каждого из слоев ПП, информацию для сверловки отверстий (положение, размеры отверстий, наличие либо отсутствие металлизации), информацию о толщине, материалах и взаимном расположении слоев ПП, список электрических соединений, связывающих компоненты электронного устройства, спецификацию компонентов, информацию о расположении элементов на печатной плате, информацию о форме и размерах печатной платы.

На рис. 1 приведена печатная плата с элементами, подготовленная к построению электромагнитной модели.

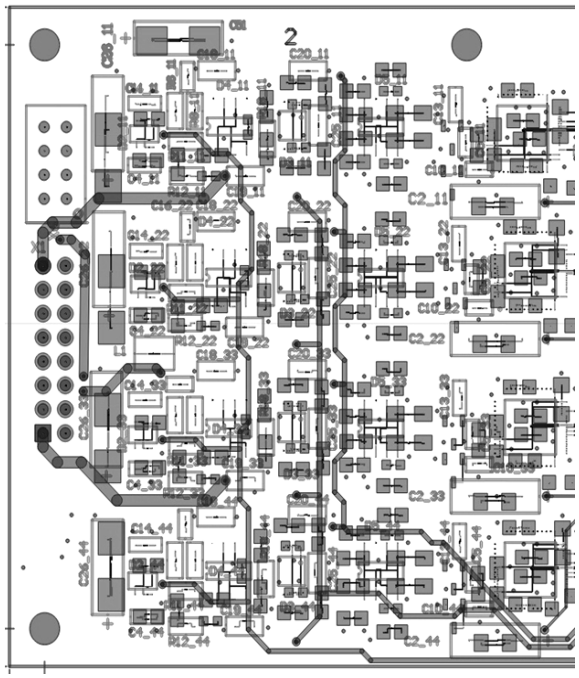


Рис. 1. Печатная плата АЦП с элементами в САПР ADS

После успешной симуляции электромагнитной модели автоматически создается матрица S-параметров. Каждое посадочное место, к которому прикрепляется впоследствии электрический элемент, представляет собой один элемент матрицы S-параметров. Соответственно 400 посадочных мест дают в итоге матрицу размером 400×400. Такая матрица отражает взаимосвязь между всеми существующими посадочными местами.

На рис. 2 представлена послойная структура платы.

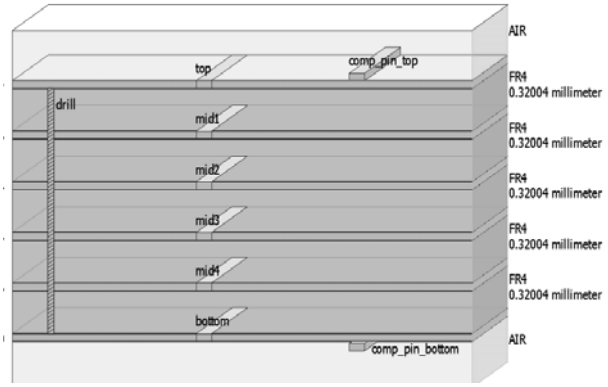


Рис. 2. Послойная структура платы АЦП

На рис. 2 представлена послойная структура печатной платы и изображены все сигнальные слои:

«top» (6730105-3.gtl), «+2,5»(6730105-3.g1),
«+V»(6730105-3.g2), «VCC»(6730105-3.g3),
«GND»(6730105-3.g4), «bottom»(6730105-3.gbl).

Между сигнальными слоями расположен слой диэлектрика Alumina, а переход сигнала между

слоями осуществляется через сквозное отверстие hole.

Для сравнения результатов расчётов и экспериментальных данных была получена модель излучения электромагнитного поля платы АЦП в САПР ADS. Интенсивность излучения платой изображена на рис. 3.

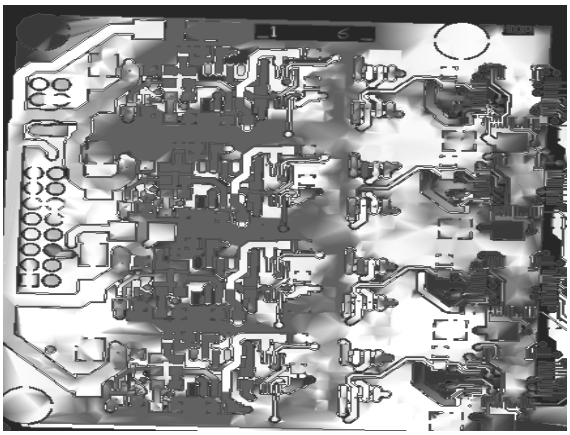


Рис. 3. Интенсивность излучения платой

В ходе эксперимента измерения проводились для двух случаев:

– измерение фоновых шумов

– измерение шумов наведённых платой

Измерения проводились в светлое время суток с 13:00 до 14:00, это связано с понижением уровня шумов в КВ диапазоне во время близкое к полудню.

Из рис. 3 видно распределение электромагнитного поля на плате АЦП на частоте 3,75 МГц. Палитра цветов, свидетельствующая об интенсивности поля в определённой области, также присутствует на рис. 3. Наиболее сильное излучение присутствует в области слева, где расположены 4 идентичных канала аналоговой обработки сигнала. Излучаемое платой поле после предварительных расчетов составило 2,3 мкВт/м^2.

Основной вклад помеховлияющих механизмов – помехи от подключенных интерфейсных кабелей и помех от питающих шин. Для проведения экспериментальных измерений электромагнитных полей был разработан и создан следующий стенд в составе:

– спектроанализатора TS-EMF Portable 1158.9295.06 (R&S);

– антенны измерительной TSEMF-B3 (от 9 кГц до 200 МГц) (R&S);

– источника постоянного напряжения N6705B (Keysight);

– источника постоянного напряжения ИПС-1;

– плата АЦП;

– ПК.

В составе стенда была использована портативная система с всенаправленной антенной фирмы Rohde&Schwarz модели R&S®TS-EMF Portable 1158.9295.06.

Спектроанализатор производит замеры поля, излучаемого платой. Выдаваемые спектроанализатором данные представляют собой зависимость напряжённости поля, выраженная в единицах нВт/м^2 от частоты.

Основным элементом данного устройства является антенна, которая имеет вид шара. В эксперименте использовалась антенна R&S®TSEMF-B3 (от 9 кГц до 200 МГц). Антенна была поднесёна к плате АЦП на минимально расстояние.

Для точного проведения эксперимента сначала был измерен общий фон шумов с выключенной платой, представленный на рис. 4.

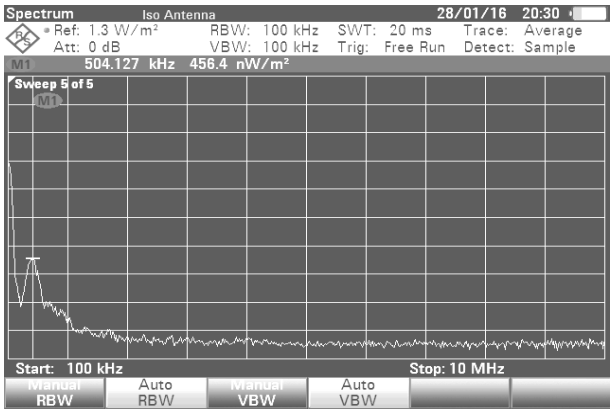


Рис. 4. Спектральная диаграмма фоновых шумов

На рис. 5 изображена измеренная спектральная диаграмма электромагнитного поля, наведённого платой АЦП. По оси горизонтали отложены частоты в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц, а по вертикальной оси отложена поверхностная спектральная плотность электромагнитного потока, измеренная в нВт/м^2. Из рис. 5 видно, что при включении платы АЦП появляются пять максимумов. Метки на рис. 6 и 7 точно отражают значения частот и амплитуд максимумов.

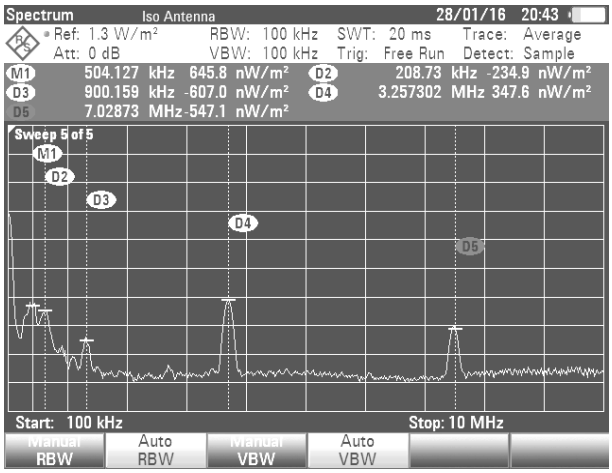


Рис. 5. Спектральная диаграмма шумов наведённых платой

Максимумы в диапазонах 4 и 8 МГц приведены в увеличенном масштабе на рис. 6 и 7 соответственно. Для всех частотных составляющих спектральной картины была определена полоса сигнала по уровню –3 дБ. Результаты измерений частотных составляющих в спектре наведённого на калиброванную антенную систему фоновых шумов и шумов в диапа-

зоне от 100 кГц до 10 МГц в виде значений частот и спектральных мощностей для соответствующих максимумов приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

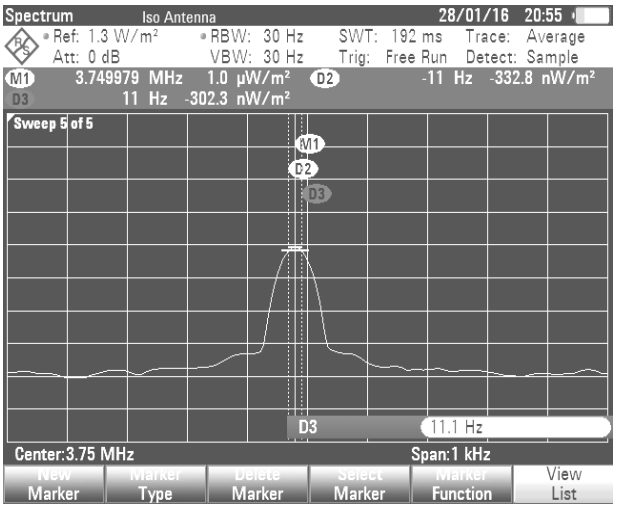


Рис. 6. Максимум 3,75 МГц

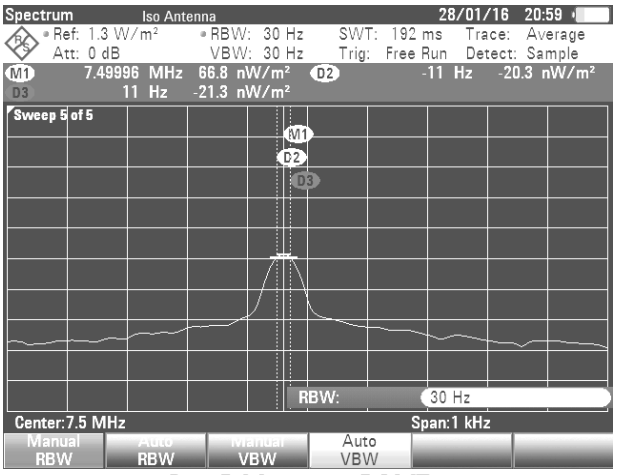


Рис. 7. Максимум 7,5 МГц

По оси горизонтали отложены частоты в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц, а по вертикальной оси отложена поверхностная плотность электромагнитного потока, измеренная в Вт/м^2. Из рис. 5 видно, что при включении источника питания появляются два максимума, которые расположены вблизи 3,75 и 7,5 МГц соответственно. Эти два ярко выраженных максимума являются основной частотой дискретизации АЦП и её первой гармоники. В табл. 3 указаны частоты основных максимумов платы АЦП, ширина полосы основной частоты дискретизации АЦП и ее первой гармоники.

Таблица 1

Значения частот и амплитуд максимумов электромагнитного поля платы в выключенном состоянии

№	Частота, МГц	Мощность, нВт/м^2
1	0,504	456

Таблица 2

Значения частот и амплитуд максимумов электромагнитного поля платы во включенном состоянии

№	Частота, МГц	Мощность, нВт/м^2	Спектральная полуширина, Гц
1	0,504	645	10
2	0,712	411	10
3	1,4	38	10
4	3,75	992	11
5	7,5	98	11

Таблица 3

Частоты и полосы пропускания основных максимумов платы АЦП

№	Частота, МГц	Ширина полосы, Гц
1	3,75	22
2	7,5	22

Поле, излучаемое платой, при электромагнитном моделировании составило 2,3 мкВт/м^2, а при эксперименте 1 мкВт/м^2 на частоте 3,75 МГц, что свидетельствует о том, что электромагнитное моделирование печатной платы методом моментов показывает достаточно хорошее соответствие с экспериментом.

Литература

1. Tong X., Thomas D., Nothofer A., Sewell P. and Christoplous C. Modelling electromagnetic emissions from printed circuit boards in closed environments using equivalent dipoles // IEEE Trans. Electromagn. Compat. – 2010. – Vol. 52, No. 2. – P. 462–470.

2. Morishita K., Kobayashi N. and Harada T. Modeling Radiated Emissions from Cables Attached to Printed Circuit Boards Driven by Power Bus Noise // 2006 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility. – 2006. – P. 747–750.

Секция 20

ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО: ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И АДМИНИСТРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Председатель секции – ***Сидоров Анатолий Анатольевич****, к.э.н., доцент каф. АОИ*

УДК 338.24:332.143

А.В. Артеменко

Мониторинг социально-экономического развития как элемент системы государственного стратегического планирования на базе ситуационных центров: региональный аспект

Рассматриваются вопросы внедрения мониторинга социально-экономического развития регионов, разработка его теоретических и методологических основ. Исследуются вопросы создания и функционирования региональных ситуационных центров, опыт применения информационно-аналитических систем.
Ключевые слова: ситуационный центр, мониторинг, социально-экономическое развитие, стратегическое планирование.

Разработка теоретических и методологических основ мониторинга социально-экономических процессов на федеральном, региональном и муниципальных уровнях является одним из важных вопросов развития информатизации в рамках государственного управления. Актуальность данного направления обусловлена потребностями модернизации системы стратегического планирования и прогнозирования, практической значимостью своевременного информационно-аналитического обеспечения управления, оценки и устранения кризисных ситуаций на всех уровнях развития территории.

Мониторинг в сфере публичного управления представляется как постоянно существующая система наблюдения, сбора, анализа и прогнозирования социально-экономических показателей развития территории. Его цель – предоставление органам власти актуальной информации о ситуациях в различных сферах жизнедеятельности.

Функциональная особенность мониторинга, заключающаяся в обслуживании процессов подготовки и принятия решений при наличии необходимой информации, соответствующей требованиям достоверности, полноты и своевременности, раскрывает его управленческую основу и позволяет эффективно осуществлять планирование, организацию исполнения, контроль и регулирование административных и бизнес-процессов [1].

Принятый 28 июня 2014 г. Федеральный закон № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» определил общий подход к регулированию работы исполнительной власти, заключающийся в обеспечении национальной безопасности, разработке долгосрочного прогноза социально-экономического развития субъектов Российской Федерации, а также в возможности создания единой информационной системы, которая будет консолидировать избыточные. Данный Федеральный закон регламентирует проведение мониторинга реализации документов стратегического планирования и определяет его целью повышение эффективности функционирования системы стратегического планирования, осуществляемого на основе комплексной оценки основных социально-экономических и финансовых показателей, содержащихся в документах стратегического планирования, а также повышение эффективности деятельности участников стратегического планирования по достижению в установленные сроки запланированных показателей социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Кроме того, в Указе Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» было введено понятие ситуационного центра как одного из инструментов стратегического планирования на разных уровнях управления.

Воздействие процессов глобализации, социально-экономических и технологических факторов определяет высокую динамику мероприятий по управлению региональным развитием. В этой связи возникает необходимость обеспечения адаптивности деятельности органов государственной власти в регионах к изменяющимся внешним условиям, введе-

ния дополнительных механизмов управления ситуационного характера.

Создание региональных ситуационных центров в сфере социально-экономического развития позволит повысить качество принятия и исполнения решений органами государственной власти в субъекте на основе:

– интеграции необходимых административно-управленческих, технических, телекоммуникационных и информационно-аналитических ресурсов для выработки адекватных решений по предотвращению/устранению проблемных ситуаций благодаря многоаспектному анализу социально-экономической ситуации в регионе;

– выявления тенденций, моделирования, прогнозирования развития ситуации на основе анализа текущей обстановки;

– обеспечения коллективной работы уполномоченных сотрудников, в том числе их взаимодействия и отображения данных на коллективные средства визуализации;

– эффективного использования результатов функционирования подсистем электронных правительств субъектов РФ и муниципальных образований, включая накопленные информационные ресурсы и приложения [2].

На сегодняшний день в Российской Федерации различными организациями ежегодно проводятся научно-практические конференции, форумы и круглые столы как по информатизации в целом, так и по вопросам функционирования ситуационных центров и их интеграции в единую систему информационно-аналитического обеспечения управления. На подобных мероприятиях особое внимание уделяется вопросам нормативно-правового обеспечения развития ситуационных центров, подготовки квалифицированных специалистов-аналитиков, возможности создания единого технического и информационного пространства и т.п. Решение данных вопросов в дальнейшем позволит повысить эффективность работы органов государственной власти за счет внедрения механизмов более оперативного принятия решений и многовариантного прогнозирования.

Вместе с тем многие вопросы формирования региональных ситуационных центров решаются локально, что во многом обусловлено территориальной спецификой и достаточно часто объемами финансового обеспечения, заложенными в бюджетах субъектов Российской Федерации. Так, в Томской области за период с 2013 по 2015 г. произошло значительное сокращение финансирования сферы информационно-технического развития региона: в 2013 г. выделяемые бюджетные ассигнования составляли 207 млн руб., в 2014 г. – 98 млн руб., а в 2015 г. – лишь 20 млн руб.

Согласно данным отчета заместителя начальника управления информационных систем спецсвязи ФСО России Н.И. Ильина (результаты обследования 2014 г.) [3] и данным, полученным от представителей органов исполнительной власти регионов, было выявлено, что количество ситуационных центров органов государственной власти субъектов Российской Федерации постоянно изменяется. При этом зафиксированы как факты создания новых (например, в Новосибирской, Томской областях, г. Севастополе), так и упразднение существующих (например, в Красноярском крае, Челябинской области). Основными причинами последнего является, как правило, недостаточное и в принципе отсутствующее финансирование и / или острый дефицит квалифицированных кадров.

Следуя Указу Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849 «О полномочном представителе Президента Российской Федерации в федеральном округе» и считая недопустимым содействие в получении интересующей информации, ответы по направляемым запросам в семи федеральных округах не были предоставлены. От аппарата полномочного представителя Президента РФ в Северо-Кавказском федеральном округе была получена информация, что в настоящий момент в субъектах, находящихся в пределах вышеуказанного округа, отсутствуют действующие ситуационные центры органов государственной власти. От аппарата полномочного представителя Президента РФ в Крымском федеральном округе была получена информация, что в настоящий момент в субъектах, находящихся в пределах вышеуказанного округа, продолжаются работы по созданию и внедрению ситуационного центра органов государственной власти.

Для проведения оценки текущего положения функционирования региональных ситуационных центров были определены следующие информационные направления:

– используемые программы (платформы) технического обеспечения функционирования ситуационного центра, информационные системы;

– функциональные направления ситуационного центра (регулируемый сектор государственного управления);

– взаимодействие с другими региональными информационными системами;

– объем годового финансирования как информатизации региона в целом, так и содержание самого ситуационного центра;

– данные мониторингов, обследований, региональный опыт использования ситуационного центра;

– нормативно-правовое обеспечение, регламентирующее работу ситуационного центра;

– кадровое устройство ситуационного центра, его аналитической группы.

Анализируя данные по региональным ситуационным центрам, можно заметить, что их создание и введение в эксплуатацию приходится на период 2010–2013 гг. При этом тематические режимы их функционирования достаточно разнообразны (таблица).

Вместе с тем необходимо отметить, что органы власти субъектов Российской Федерации в недостаточной степени используют потенциал ситуацион-

ных центров в рамках комплексного стратегического планирования развития регионов. Будучи потенциально мощным инструментом подготовки и принятия решений, функциональные возможности ситуационных центров в недостаточной степени используются в рамках мониторинга и прогнозирования социально-экономического развития территорий.

Основные направления использования региональных ситуационных центров

Регион	Направления использования
Алтайский край	- «Электронный офис губернатора Алтайского края»; - анализ оперативной информации о чрезвычайных и нештатных ситуациях в системе здравоохранения края
Воронежская область	- Мониторинг обстановки и прогнозирование развития ситуаций, возникающих в социально-экономической и общественно-политических сферах регионального развития
Пензенская область	- Мониторинг социально-экономического развития региона; - мониторинг и контроль реализации приоритетных национальных проектов; - цифровая база картографических данных
Ростовская область	- Мониторинг социально-экономического развития региона; - чрезвычайные ситуации
Свердловская область	- Плановая работа по комплексному анализу проблемных вопросов социально-экономического развития региона, выработка решений и мероприятий на краткосрочную и долгосрочную перспективу; - чрезвычайные ситуации с возможностями мониторинга оперативной обстановки и управления в режиме реально времени
Тюменская область	- Не указано
Ханты-Мансийский автономный округ	- Контроль хода реализации федеральных и региональных программ; - мониторинг регионального развития
г. Санкт-Петербург	- Организация межведомственного информационного взаимодействия во время проведения крупных мероприятий на территории Санкт-Петербурга
Томская область	- Мониторинг социально-экономического развития региона

Основными проблемными областями в методическом наполнении ситуационных центров в настоящее время остаются вопросы создания интеллектуальных инструментов, способные повысить качество и оперативность аналитической работы, разработки и внедрения инновационных технологий обработки информации, базирующихся на применении особенностей мышления и каналов восприятия информации человеком.

Ситуационные центры должны рассматриваться органами исполнительной власти не только как инфраструктурная основа информационно-аналитической поддержки государственного управления при возникновении чрезвычайных ситуаций, но и при осуществлении долгосрочного стратегического планирования, основными направлениями которого, в первую очередь, должны быть социально-экономическое, общественно-политическое и вопросы политической безопасности.

Анализ потребностей органов государственной власти и местного самоуправления, вытекающий из перечня задач управления, позволил сформулировать перечень сервисов, которые должна предоставлять автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга: хранение и консолидация информации; определение доступности объектов социальной, транспортно-коммуникационной и рыночной инфраструктуры; информационно-аналитическое сопровождение подготовки и реализации комплексных программ социально-экономического развития; сравнительный анализ социально-экономического развития; прогнозирование социально-экономического развития; генерация отчетных документов о социально-экономическом развитии; визуализация пространственной и количественной социально-экономической информации [4].

Анализ региональных социально-экономических процессов должен основываться на научно обоснованной системе регулярного мониторинга, комплексной экспертно-аналитической оценке ситуации в данном субъекте с возможностью дальнейшего прогнозирования и долгосрочного стратегического планирования. Наряду с этим необходимо учитывать, что регион в целом зачатую рассматривается как сложная система, что говорит о необходимости выявления большого количества межфакторных взаимосвязанных причинно-следственных отношений между органами исполнительной власти.

В рамках реализации научно-исследовательского проекта «Оперативный мониторинг» [5] РЭУ им. Г.В. Плеханова, направленного на разработку теоретических и методологических основ мониторинга социально-экономических процессов, происходящих на разных уровнях, были определены следующие методические задачи:

- разработка методического сопровождения пространственно-динамического моделирования и краткосрочного прогнозирования социально-экономического развития регионов РФ;
- моделирование алгоритмов структуризации и ранжирования регионов по вкладу в социально-экономическое развитие Российской Федерации;
- разработка и обоснование классификации регионов по динамическим параметрам социально-экономического развития;
- разработка и внедрение информационно-технологического обеспечения систематического наблюдения и анализа данных по Российской Федерации и регионам РФ (в рамках социально-экономи-

ческого развития), визуализации результатов мониторинга.

Опираясь на данные Федерального закона от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», проектной группой были определены направления, которые должны быть включены в мониторинг как ключевой элемент государственного стратегического планирования [5]:

−логическое и методическое обоснование возможности комплексной системной оценки значений непрерывно наблюдаемых показателей социально-экономического развития как на уровне Российской Федерации в целом, так и на уровне субъектов РФ;

−прогнозирование выхода параметров развития страны и регионов на заданные целевые значения в стратегиях социально-экономического развития на основе моделирования и анализа динамики показателей, значения которых «отслеживаются» в процессе мониторинга;

−анализ рисков выхода экономических объектов федерального и регионального уровней на стратегические цели развития с учетом оценки вероятности отклонения динамики наблюдаемых показателей от траекторий их изменения, обеспечивающих выход объектов на стратегические цели развития в заданной перспективе.

В итоге, обобщая указанные направления, мониторинг социально-экономического развития региона должен способствовать сокращению рисков возникновения кризисных ситуаций, обеспечивать информационно-аналитическую поддержку органов исполнительной власти, в том числе в рамках межведомственного взаимодействия, осуществлению долгосрочного стратегического планирования.

Литература

1. Сидоров А.А. Мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований в контексте жизненного цикла переработки информации / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко, В.Ф. Тарасенко // Вестник Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. № 4. – С. 54–61.

2. Мохов Е.А. Ситуационный центр Совета Федерации: концептуальные подходы к решению задачи по его созданию / Е.А. Мохов // Аналитический вестник Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. – 2011. – № 23 (435). – С. 12–14.

3. Ильин Н.И.. Система распределенных ситуационных центров: вопросы информационной безопасности. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://infoforum.ru/conference/conference/program/cid/18, свободный (дата обращения: 20.01.2016).

4. Гриценко Ю.Б. Подходы к автоматизации информационно-аналитического сопровождения управления социально-экономическим развитием территориальных образований / Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский, А.А. Сидоров // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – Т. 2. № 2. С. 257–259.

5. Оперативный мониторинг в структуре региональных ситуационных центров социально-экономического развития / отв. ред. Е.В. Зарова. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2013. – С. 10–12.

УДК 321.7:004.77

А.Ю. Бородин

Технологии электронного взаимодействия как новая форма вовлечения населения в местное самоуправление

Рассмотрены основные предпосылки для внедрения информационных систем взаимодействия населения с муниципалитетом, анализируется зарубежный и отечественный опыт применения информационных систем поддержки прямой демократии.

Ключевые слова: информационное общество, муниципалитет, прямая демократия, эффективное управление, электронная демократия.

Динамичное развитие информационных технологий становится причиной повсеместного проникновения их во все сферы, в том числе и общественной жизни. Данный факт не мог обойти стороной систему органов государственной власти, определив потребность активного участия в содействии их развитию и соответственно освоению преимуществ от широкого использования информационных технологий в собственной деятельности.

1. Преимущество применения информационных технологий в организации диалога общества и власти

В ряде источников [1–4] сферу применения информационно-коммуникационных технологий в государственном управлении условно разделяют на следующие группы направлений:

1) поддержка процесса коммуникаций между звеньями государственного аппарата и госслужащими (G2G);

2) содействие процессу взаимодействия государства и бизнеса (G2B);

3) организация и поддержка взаимодействия между гражданами и государством (G2C). Особый интерес, по мнению автора, представляет последнее из названных. Именно должная реализация данного концептуального направления определяет достижение качественно нового состояния гражданского общества в Российской Федерации, развитие элементов прямой демократии, укрепление обратной связи между государством и обществом, а также повышение доверия со стороны населения к институтам власти. Совокупность данных факторов озна-

чает повышение качества государственного управления и как следствие рост качества жизни населения.

Административно-территориальное деление Российской Федерации подразумевает различные уровни взаимодействия населения и институтов власти, чем соответственно определяются характер и ширина спектра рассматриваемых вопросов, распределяющихся между следующими уровнями:

1) федеральный – обсуждаются вопросы внутренней и внешней политики, задающие вектор развития страны;

2) региональный – могут рассматриваться вопросы социально-экономического развития субъекта Российской Федерации, совокупности территориальных образований;

3) муниципальный – обсуждение вопросов местного значения, определяющих качество условий проживания населения территории.

Разработка механизмов конструктивного электронного взаимодействия граждан и органов государственной власти по обозначенным группам вопросов видится задачей несколько отдаленной перспективы, вследствие чего не рассматривается. Более реалистичным видится сценарий разработки и внедрения механизмов электронного взаимодействия органов местного самоуправления и населения в качестве дополнения к уже применяемым формам участия. Выбор в пользу реализации данной разновидности осуществлен по следующему ряду причин:

1) процесс консолидации мнений затрагивает интересы более узкого круга лиц, в связи с чем однозначный результат более достижим;

2) органы местного самоуправления непосредственно приближены к управляемой территории и местному сообществу, что означает прямую заинтересованность участников диалога в решении прикладных вопросов жизнедеятельности территории;

3) вопросы имеют территориальную привязку, следовательно, контроль со стороны населения за исполнением решений становится более возможным (обратно контролю за реализацией ряда государственных решений, которые нередко принимают форму популизма).

В случае успешной реализации информационных систем данного рода ожидается достижение следующих положительных эффектов:

1) *стимулирование транспарентности* местного самоуправления, которая должна способствовать профилактике коррупции;

2) *стимулирование добросовестности и контроля законности,* побуждающие целесообразность действий должностных лиц и экономии бюджетных ресурсов со стороны органов местного самоуправления (прим. критика противоречивых проектов);

3) *укрепление обратной связи* между населением и органами местного самоуправления, что в свою очередь повышает степень доверия населения к институтам власти;

4) *оперативность информации,* позволяет оптимизировать время и ресурсы, затрачиваемые на процесс сбора и обобщения актуальной управленческой информации;

5) учет максимального числа мнений должен способствовать выработке решений максимально качественных и адекватных текущему состоянию управляемого объекта, что вместе с тем позволяет отслеживать некоторые социально-экономические тенденции и настроение в обществе.

Основными сложностями на пути внедрения информационных систем данного типа выступает следующее:

1. Проблема идентификации пользователя как реального гражданина и сетевая безопасность. Проблема сетевой безопасности актуальна для многих информационных ресурсов и уже имеет подходы к решению, когда вопрос о соблюдении принципа «один пользователь – один человек» не имеет однозначного ответа. Нарушение данного принципа может деструктивно отразиться на качестве генерируемых на ресурсе решений.

2. Возможность фальсификации результатов и имитационная деятельность.

3. Легализация информационной системы и механизм реализации принятых решений. Создание электронной площадки для публикования гражданских позиций и генерация управленческого решения в соответствии с принципом конкретности информации – это часть проблемы. Другой вопрос – считать ли выработанные решения проявлением волеизъявления населения и должны ли полученные рекомендации быть обязательными к исполнению?

Идея воплощения отдельных аспектов прямой демократии на базе информационно-коммуникационных технологий не является новой. На сегодняшний момент имеются примеры зарубежных и отечественных практик запуска информационных систем подобного назначения. В зарубежной практике они обобщены в категорию так называемой «электронной демократии». Позже данное понятие пришло и в Россию.

2. Практика реализации систем электронной демократии за рубежом

Одним из первопроходцев в области электронной демократии по праву считается Эстония, впервые задействовавшая инструменты интернет-голосования для местных и парламентских выборов. В 2001 г. ими был запущен проект «Today I decide» (TID) [5]. Ключевая идея TID состояла в создании веб-сервиса, реализующего возможность открытой коммуникации между участниками по широкому перечню вопросов, касающихся совершенствования деятельности законодательной и исполнительной власти и оценки текущих инициатив. На деле проект стал примером имитационной демократии, предоставляющей весьма ограниченный функционал, но идея интерактивного взаимодействия граждан и государства продолжила свое развитие и нашла применение в иных странах.

В 2011 г. в Великобритании был запущен ресурс «Petition», предоставляющий гражданам возмож-

ность инициировать электронные петиции в адрес правительства и парламента [6]. Ходатайству необходимо собрать 10 000 подписей в течение года, чтобы инициатива была рассмотрена правительством, если петиция преодолевает порог в 100 000 подписей, то она выносится на обсуждение в парламент. В том же году США запускает веб-сервис аналогичного содержания «We the people» [7]. Адресатом петиции в данном случае выступает Белый дом. Период сбора подписей ограничивается 60 днями, в течение которых необходимо собрать 100 000 откликов.

Еще одним на сегодняшний день популярным проектом стала открытая электронная платформа Change.org. Принцип действия ресурса схож с предыдущими из рассмотренных примеров. Каждый желающий имеет возможность создать петицию с требованием защиты своих прав или критикой в чей-либо адрес. Отслеживанием петиции занимается сам автор, имея возможность самостоятельно оформлять и направлять подписи адресату, будь то чиновник, государственный орган или президент. Петиции не имеют юридической силы в отличие от платформ, рассмотренных ранее, однако некоторые скандальные ситуации могут привлечь внимание СМИ и, следовательно, широкой общественности. В связи с чем власти не могут не отреагировать на резонансное происшествие. Авторы платформы утверждают, что на сегодняшний день она является крупнейшей в мире среди подобных платформ и ею пользуются более 120 млн человек в 196 странах мира [8].

Несколько иное направление общественного участия предлагает ресурс «FixMyStreet», изначально запущенный в Великобритании, но предоставляющий открытую платформу для запуска аналогичных ресурсов в иных регионах мира. Основные возможности ресурса – это публикация сведений о проблеме благоустройства района по месту жительства (повреждение дорожного полотна, отсутствие уличного освещения). По замыслу разработчиков городские службы должны отслеживать опубликованные проблемы и своевременно решать их. Таким образом, Бирмингемский городской совет (Великобритания) решил 1570 из 3056 опубликованных на ресурсе проблем благоустройства [9]. Подобный результат подтверждает гипотезу о том, что узкая география рассматриваемых вопросов повышает вероятность их исполнения.

Перечень транснациональных примеров реализации модели электронного взаимодействия «общество – государство» (G2C) на этом не исчерпывается, однако приведение дальнейших примеров принципиально новых подходов не выявит.

3. Отечественный опыт в области электронного взаимодействия государства и общества

Точкой отсчета государственной политики в области развития и применения информационных технологий стала федеральная целевая программа «Электронная Россия» (2002–2010), эффективности которой не суждено было достичь ожидаемого уровня. Однако уже в 2007 и 2008 гг. были одобрены «Концепция формирования в Российской Федерации электронного правительства» и «Стратегия развития в Российской Федерации информационного общества», учитывающие опыт предшественника. В частности, одной из задач Стратегии была сформулирована как «повышение эффективности государственного и муниципального управления, взаимодействия гражданского общества и бизнеса с органами государственного и муниципального управления».

В 2011 г. данная задача находит свое отражение в Государственной программе «Информационное общество (2011–2020 гг.)», в формулировке цели одной из подпрограмм: «Повышение уровня взаимодействия граждан, организаций и государства на основе информационных и телекоммуникационных технологий». Параллельно в том же году выносится на общественное обсуждение «Проект Концепции развития электронной демократии», который должен был стать практической реализацией обозначенных ранее целей. Согласно Концепции, развитие механизмов электронной демократии предлагается обеспечить в три этапа. На первом этапе в 2011–2013 гг. планировалось: апробировать технические и программные решения при создании опытного образца единой системы электронной демократии (ЕСЭД); внедрить ЕСЭД в субъектах РФ, в том числе и на муниципальном уровне, интегрировав её с региональными и муниципальными порталами органов власти. На втором и третьем этапе в 2014–2020 гг. предполагалось расширить масштаб функционирования ЕСЭД до федерального уровня и внедрить дополнительные функциональные подсистемы [10]. На сегодняшний момент система не работает. Сведения о причинах закрытия данного проекта отсутствуют.

Во исполнение Указа Президента РФ № 601 от 7 мая 2012 г. «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» к апрелю 2013 г. был запущен интернет-ресурс «Российская общественная инициатива». По принципу работы он является практически точным аналогом рассмотренных ранее «We the people» и ресурса британского парламента, т.е. ресурсом, предоставляющим возможность подачи электронных петиций. В адрес ресурса поступало достаточно критики, начиная от сомнения в нефальсифицируемости голосования (открытости подсчета голосов), заканчивая подозрениями в неэффективном расходовании выделяемых на его обслуживание средств [11–13]. За время существования ресурса всего 9 из 7399 инициатив набрали необходимые 100 000 подписей, но в заявленные законопроекты, внесенные в Государственную думу РФ, они так и не переросли.

Было бы большим упущением не упомянуть о попытках реализации механизма электронного взаимодействия со стороны негосударственных объединений. Одним из наиболее заметных примеров является интернет-ресурс «Демократор». В отличие от ранее названных ресурсов, инициатива не только проходит сбор подписей, но и выносится на откры-

тое обсуждение. Если обращение набирает необходимое количество подписей, то оно юридическим образом оформляется и направляется в соответствующий орган власти. По данным ресурса, с 2009–2016 г. положительный исход имели 32 коллективных обращения. В системе публикуется широкий спектр вопросов от государственного управления до частных случаев ущемления прав. Проанализировав перечни инициатив по совокупности рассмотренных ранее веб-ресурсов, можно прийти к выводу, что вопросы локального уровня решаются существенно чаше. Данное обстоятельство подтверждает целесообразность существования информационных систем для решения вопросов именно на местном уровне.

Еще одним достойным внимания примером, соответствующим духу открытого информационного общества, является веб-ресурс «Обещания.Ru». Цель проекта – сбор, систематизация и отслеживание выполнения обещаний и прогнозов, сделанных должностными лицами или иными публичными людьми. Деятельность проекта не имеет конкретного действия для решения социально значимых вопросов, но позволяет оценить морально-этические качества публичного деятеля и сделать вывод о степени доверия, которое заслуживает деятельность того или иного лица.

Заключение

В рамках теоретических изысканий было выявлено наличие спроса со стороны государственных органов на применение информационных технологий как средства развития диалога между институтами власти и обществом. Данный факт нашел свое подтверждение существованием соответствующих инициатив, выраженных в нормативных актах, а также рядом действующих прикладных отечественных и зарубежных электронных площадок. Большинство из рассмотренных негосударственных проектов не дают гражданам возможность осуществлять непосредственную обратную связь с представителями власти, что соответственно ограничивает реализацию теоретически возможного потенциала. Реализация принципов электронного взаимодействия в проектах, организованных государством, в большинстве случаев демонстрирует лишь подобие реального функционирования платформы, имитацию. В то же время существующие примеры успешной реализации позволяют судить о востребованности разработок в данной области.

Литература

1. Данилин А.В. Электронные государственные услуги и административные регламенты: от политической задачи к архитектуре «электронного правительства» / А.В. Данилин. – М.: Инфра-М, 2004. – С. 334–334.

2. Чумакова М.Н. Взаимодействие органов власти и граждан в системе электронного правительства // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 10-2. – С. 200–200. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=33424 (дата обращения: 08.09.2016).

3. Шувалова Н.В. Электронная подпись как необходимый атрибут электронного правительства // Экономика, управление, финансы: матер. II Междунар. науч. конф. (Пермь, декабрь 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 15–20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://moluch.ru/conf/econ/archive/57/3107/ (дата обращения: 09.09.2016).

4. Кузьмин Р.И. Роль и место сегмента G2B в системе электронного правительства // Политическое управление. 2012 [Электронный ресурс]. – URL: http://политуправление.рф/arhiv/2012/02/Kuzmin.htm (дата обращения: 09.09.2016).

5. Today I decide (TID) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tidplus.net/project/ (дата обращения: 02.09.2016).

6. Petitions. UK Government and Parliament [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://petition.parliament.uk/ (дата обращения: 03.09.2016).

7. We the People [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://petitions.whitehouse.gov/about (дата обращения: 09.09.2016).

8. Change.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://help.change.org/hc/ru/articles/216459488 (дата обращения: 09.09.2016).

9. FixMyStreet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fixmystreet.com/reports/Birmingham?status=fixed&filter_category= (дата обращения: 09.09.2016).

10. Агентство развития информационного общества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rario.ru/projects/Congress_conception.php (дата обращения: 08.09.2016).

11. Центр Сулакшина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rusrand.ru/events/rossijskaja-obschestvennaja-initsiativa-obschestvennaja-ili-vse-zhegosudarstvennaja (дата обращения: 07.09.2016).

12. Госиндекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gosindex.ru/opinion/maskar-roi (дата обращения: 03.09.2016).

13. Лента.Ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lenta.ru/news/2014/05/16/roi/ (дата обращения: 05.09.2016).

УДК 351.9

С.К. Дичит

Инструментально-методические подходы к оценке населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению

Приведен анализ инструментально-методических подходов к оценке населением эффективности деятельности института управления. Выявлены их основные недостатки. Предложены рекомендации по оценке населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, учреждений и предприятий, оказывающих услуги населению, охватывающие 11 общественных сфер.

Ключевые слова: оценка эффективности, деятельность руководителей, опросы с применением IT-технологий, органы местного самоуправления.

Формирование и развитие открытого государственного управления невозможно без участия органов местного самоуправления. Именно к ним граждане чаще всего обращаются для решения тех либо иных проблем. Совместная работа власти и населения является неотъемлемой частью открытого государственного управления. Однако одной из основных проблем в сфере взаимоотношений между местной властью и обществом является дефицит доверия граждан, достижение которого возможно только при прозрачном и эффективном управлении, а также предоставлении качественных услуг. В связи с этим большую значимость приобретает создание эффективных каналов обратной связи и инструментов, призванных повысить уровень доверия граждан к органам власти и унитарным учреждениям и предприятиям, оказывающим услуги населению, в особенности к руководителям данных органов, так как именно они координируют деятельность и определяют направления развития.

Анализ инструментов оценки ээффективности деятельности института управления

В настоящее время существуют различные инструменты, позволяющие оценивать эффективность управления и качество предоставляемых услуг. Одним из таких инструментов является интернет-портал «Оценка населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления муниципальных образований субъекта Российской Федерации, предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению» (далее – интернет-портал), разработанный в рамках системы «Открытый регион». Его цель – повышение результативности деятельности органов местного самоуправления, а также выявление внутренних ресурсов для повышения качества и объема предоставляемых населению услуг. Задачами выступают формирование объективной картины об уровне удовлетворенности населения деятельностью органов местного самоуправления предприятий и учреждений, осуществляющих оказание услуг населению субъекта Российской Федерации; создание рейтинга органов местного самоуправления и руководителей, поставщиков услуг по результатам оценки; определение зон, требующих приоритетного внимания органов местного самоуправления; принятие эффективных кадровых решений в государственном аппарате региона, в том числе перераспределение имеющегося кадрового потенциала, повышение объективности и прозрачности кадровых решений [1].

В настоящее время во всех субъектах Российской Федерации оценка населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, а также предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению (далее – оценка эффективности деятельности руководителей), осуществляется в форме опроса населения с применением информационных технологий на официальном сайте субъекта. На начальном этапе согласно Указу Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» оценка в виде опроса осуществлялась только в отношении руководителей органов местного самоуправления. Необходимость оценки руководителей предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению, была упомянута лишь в 2012 г. в подпункте «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления». Чуть позже Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2012 г. № 1317 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» была разработана общая методика оценки эффективности.

Опрос населения с применением информационных технологий имеет недостатки, которые выражаются в ограниченности критериев оценки. С целью доказательства недостатков данного метода

оценки проведен сравнительный анализ, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ инструментов оценки эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, а также предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению [2]

Параметры	Оценка на официальном сайте субъекта	Оценка на интернет-портале
Нормативная правовая база	Постановление Правительства Российской Федерации от 17.12.2012 № 1317	
Объект	Деятельность руководителей органов местного самоуправления, унитарных предприятий и учреждений, осуществляющих оказание услуг населению	
Механизм	Опросы с применением IT-технологий	
Сроки	С января до 1 мая	Постоянно
Сферы оценки	ЖКХ, дорожное хозяйство, муниципальное управление	Экономика, дошкольное образование, общее и дополнительное образование, культура, физическая культура и спорт, ЖКХ, транспорт, автодороги, муниципальное управление, жилищное строительство и обеспечение жильем, энергосбережение
Представление результатов	В форме отчетов, докладов, рейтингов с различными таблицами, редко с графиками в WORD, Excel, Power Point на официальном сайте субъекта	Графики, диаграммы, таблицы, рейтинги в отдельном разделе интернет-портала

На основе сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

– Оценка в сравниваемых инструментах регулируется единой нормативной базой и ориентирована на одни и те же объекты.

– Опрос на официальном сайте проводится в определенный срок, что ограничивает возможности населения в выражении своего мнения по поводу работы руководителя того или иного органа либо качества услуг. На интернет-портале оценку можно осуществить в любое время, что позволяет отслеживать динамику по месяцам.

– Опросы на официальном сайте осуществляются только по трем сферам, оценка населением остальных сфер не предусмотрена. На интернет-портале можно оценить большее число сфер жизни общества, что позволяет сформировать общую целостную картину о деятельности руководителей органов местного самоуправления, учреждений и предприятий, оказывающих услуги населению.

– Данные инструментальные средства различаются представлением результатов опроса.

Таким образом, на интернет-портале предоставляются широкие возможности для населения, позволяющие осуществлять постоянную оценку 11 сфер жизнедеятельности общества. Данный инструмент можно рассматривать как систему мониторинга, предоставляющую органам власти актуальную информацию о ситуации в различных сферах жизнедеятельности. Так, мониторинг в сфере публичного управления – существующая на постоянной основе система наблюдения, сбора, анализа и прогнозирования социально-экономических показателей развития территории [3].

Помимо опросов, на официальном сайте субъекта существует ресурс «Ваш контроль». Информационно-аналитическая система мониторинга качества государственных услуг «Ваш контроль» организована как единая база данных материалов мониторинга качества государственных услуг [4].

«Ваш контроль» и интернет-портал «Оценка населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, а также учреждений и предприятий, оказывающих услуги населению» являются типовыми проектами ввиду того, что разработаны для осуществления оценки с применением информационных технологий. Стоит отметить, что вплоть до 2008 г. не было единого подхода к оценке эффективности деятельности органов публичного управления. Лишь в 2012 г. после принятия ряда нормативных правовых актов, касающихся оценки населением эффективности деятельности института управления, сформировался единый методический подход к оценке эффективности деятельности региональных и местных властей, основанный на расчете комплексного показателя, позволяющий учесть достигнутый уровень изменения по мониторируемым показателям, базирующийся на единых правилах нормирования [5].

«Ваш контроль» и интернет-портал, несмотря на то, что имеют общий механизм оценки, – совершенно разные ресурсы. «Ваш контроль» разработан на основе Постановления Правительства Российской Федерации от 12 декабря 2012 г. № 1284 «Об оценке гражданами эффективности деятельности руководителей территориальных органов федеральных органов исполнительной власти (их структурных подразделений) и территориальных органов государственных внебюджетных фондов (их региональных отделений) с учетом качества предоставления ими государственных услуг, а также о применении результатов указанной оценки как основания для принятия решений о досрочном прекращении исполнения соответствующими руководителями своих должностных обязанностей». Название нормативного правого акта, регулирующего ресурс «Ваш контроль», позволяет определить объект оценки, не вчитываясь в содержание документа. Объектом оценки выступает деятельность руководителей территориальных органов, федеральных органов исполнительной власти (их структурных подразделений) и территориальных органов государственных

внебюджетных фондов (их региональных подразделений), т.е. в данном случае оценивается деятельность органов другого уровня управления, которые занимаются предоставлением государственных услуг, а не муниципальных. Соответственно результаты оценки будут применяться для должностных лиц государственных органов.

Региональный опыт реализации интернет-портала на примере Белгородской области

В настоящее время интернет-портал «Оценка населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления муниципального образования субъекта Российской Федерации, предприятий и учреждений, осуществляющих оказание услуг населению муниципальных образований субъекта Российской Федерации» реализован только в Белгородской области. Интернет-портал в Белгородской области предусматривает оценку 11 сфер деятельности (благоустройство и жилищно-коммунальное хозяйство, дорожное хозяйство, здравоохранение, культура, образование, муниципальное управление, правопорядок и безопасность, производство и торговля, труд и занятость, туризм, физическая культура и спорт), соответствующих первоочередным задачам, решаемыми органами местного самоуправления Белгородской области в соответствии с Федеральным законом от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [6]. Каждая сфера, в свою очередь, делится на различные услуги, по которым будет оцениваться эффективность деятельности глав муниципальных образований и руководителей поставщиков услуг в муниципальном образовании. Оценка в данном портале производится достаточно просто и понятно. Оценка включает следующие процедуры: регистрация в портале; выбор сферы и услуги; выбор муниципального образования или поставщика услуг; оценка по пятибалльной шкале по разным критериям.

Результаты оценки представляются в виде рейтингов, графиков и таблиц, что позволяет отследить динамику изменений за определенный период. Портал максимально адаптирован для любого пользователя, для слабовидящих граждан на панели главного меню размещена функция входа в контрастную версию портала. Оценка может осуществляться с персональных компьютеров, планшетов и телефонов, имеющих доступ к сети Интернет. В связи с удобством и доступностью пользования портал нашел отклик у населения Белгородской области. Так, например, количество посещений в августе 2016 г. составило 39052 единицы, в том числе 25086 посещений для оценки деятельности глав муниципальных образований, 13966 посещений для оценки деятельности руководителей поставщиков услуг. За целый год (август 2015 – август 2016) количество посещений составило 1854217 единиц (1253388 – оценка деятельности глав муниципальных образований, 600829 – оценка деятельности руководителей поставщиков услуг). Наряду с достоинствами портал имеет свои недостатки, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Преимущества и недостатки интернет-портала Белгородской области

Преимущества	Недостатки
Широкий охват сфер оценки; структурированность портала; наглядное и удобное представление результатов; простота и доступность оценки; социальная адаптивность; активное пользование населением	Количественная оценка по пятибалльной шкале; могут возникнуть некорректные выводы при изучении динамики из-за разного количества оценок; отсутствие документов, принятых решений или мер в отношении руководителей, которые показали низкие оценки

По представленным данным можно сказать, что, несмотря на множество плюсов, интернет-портал имеет существенные недостатки. Так как объектом оценки является деятельность руководителей органов, которые играют важную роль при повышении качества жизни населения, только количественной оценки недостаточно, необходимо включить качественные оценки, а именно вопросы, раскрывающие причины неудовлетворенности населения работой руководителя или качеством услуги.

Также важным моментом является то, что могут возникнуть некорректные выводы при изучении динамики по месяцам, так как количество посещений с целью оценки в одном месяце может значительно отличаться от другого. Данная проблема также вытекает от предыдущей, решение должно быть связано, прежде всего, с изучением причины неудовлетворенности и проверкой достоверности ответа.

Одной из задач интернет-портала является содействие принятию эффективных кадровых решений, в том числе перераспределение имеющегося кадрового потенциала, повышение объективности и прозрачности кадровых решений. Однако в интернет-портале отсутствуют решения или меры, принятые в отношении руководителей, которые показали низкий результат. В этом случае рекомендуется дополнить отдельный раздел, в котором будут публиковаться принятые акты и решения.

Заключение

Итогом проделанной работы являются следующие выводы.

В результате сравнительного анализа трех инструментов, предназначенных для оценки населением эффективности управления, выявлен оптимальный инструмент для оценки эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению на муниципальном уровне. Таковым инструментом является интернет-портал «Оценка населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению».

Реализованный интернет-портал в Белгородской области имеет недостатки, по которым были предложены рекомендации по их устранению. Несмотря на недостатки, интернет-портал Белгородской области имеет множество преимуществ, которые помогли достичь результатов по намеченным задачам. В связи с этим следует сказать, что при реализации данного инструмента в других регионах России опыт внедрения интернет-портала Белгородской области может быть полезен с учетом предложенных рекомендаций.

Литература

1. Официальный сайт системы «Открытое правительство» http://open.gov.ru/openregion/projects/detail.php?ID=5510790

2. О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 28 апреля 2008 г. № 607 «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» и подпункта «и» пункта 2 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 17.12.2012 г. № 1317. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Сидоров А.А. Мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований в контексте жизненного цикла переработки информации / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко, В.Ф. Тарасенко // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 4. – С. 54–61.

4. «Об оценке гражданами эффективности деятельности руководителей территориальных органов федеральных органов исполнительной власти (их структурных подразделений) и территориальных органов государственных внебюджетных фондов (их региональных отделений) с учетом качества предоставления ими государственных услуг, а также о применении результатов указанной оценки как основания для принятия решений о досрочном прекращении исполнения соответствующими руководителями своих должностных обязанностей» [Электронный ресурс]. Постановление Правительства Российской Федерации от 12 декабря 2012 г. № 1284. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Сидоров А.А. Методические подходы к оценке эффективности деятельности органов государственной власти и местного самоуправления / А.А. Сидоров // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 1 (31). – С. 209–216.

6. Официальный сайт интернет-портала «Оценка населением эффективности деятельности руководите руководителей органов местного самоуправления муниципального образования субъекта Российской Федерации, предприятий и учреждений, осуществляющих оказание услуг населению муниципальных образований субъекта Российской Федерации» http://ocenka.belregion.ru/

УДК 651.012.12

М.А. Ермолова

Организация документооборота в государственных учреждениях (на примере Департамента по вопросам семьи и детей Томской области)

Исследован документооборот в государственных учреждениях. Построена модель системы документооборота «Как есть». Выявлены недостатки в существующей модели и построена модель с их учетом «Как должно». Предложены рекомендации по усовершенствованию системы управления.

Ключевые слова: документ, документооборот, делопроизводство, IDEF0, функциональное моделирование.

Документооборот или документационное обеспечение – это движение документов от их создания или получения до исполнения или отправки в другие организации. Различные источники [1–3] определяют взаимосвязь документооборота и делопроизводства по-разному. В одних [1] говорится, что документооборот – это часть делопроизводства, в других [2], наоборот, делопроизводство – это часть документооборота. В работе [3] авторы предлагают рассматривать делопроизводство как нормативные основы ведения документооборота с возможной реализацией децентрализованного процесса учета документов.

Документационное обеспечение в организации является основой управленческой деятельности. Цель документооборота – осуществление управления информацией при принятии управленческих решений. Информация бывает разной, она может заключаться в сообщениях по электронной почте, в документах, которые пришли из другого структурного подразделения, распоряжения руководства и др. К такой информации могут относиться приказы, распоряжения, уведомления о неких изменениях и пр. Информация, которая приходит в организацию, обрабатывается, затем оформляется в соответствии с требованиями стандартов, которые могут быть закреплены в инструкциях или положениях по документированию.

Вообще документ – это информация, которая записана на материальном носителе с реквизитами, с помощью которых ее можно идентифицировать. Классификация документов многоаспектная. Целе-

сообразно рассмотреть лишь потоки документов, которые проходят определенные стадии. Все документы разделяются на следующие три потока [3]:

1. Входящие документы. К таким относятся документы, которые присылают из подведомственных, вышестоящих организаций, из других подразделений и от граждан.

2. Исходящие документы – это те документы, которые отсылаются из организации в другие.

3. Внутренние документы. К таким относятся организационно-распорядительные и иные документы, которые циркулируют внутри одной организации.

В Департаменте по вопросам семьи и детей Томской области документооборот осуществляется посредством программы Directum. Построение IDEF0-модели «Как есть» позволит наглядно увидеть, какие процессы в деятельности документооборота осуществляются в Департаменте (рис. 1).

Модель «Как есть» включает следующие элементы:

1. I1 – четыре основания для создания документа:

а) инициатива подразделений;

б) поручения начальника Департамента и его заместителей;

в) решения, которые приняты на совещаниях;

г) решения других вышестоящих инстанций;

2. I2 – входящий документ.
3. C1 – стандарты по оформлению документов;
4. C2 – должностные инструкции;
5. C3 – технология согласования;
6. C4 – правила регистрации;
7. C5 – классификатор документов;
8. M1 – исполнитель;
9. M2 – секретарь;
10. M3 – шаблоны документов;
11. M4 – начальник;
12. M5 – заместители начальника;
13. M6 – председатель комитета;
14. M7 – автоматизированные информационные системы;
15. O1 – возврат адресату корреспонденции, которая прислана не по назначению или оформлена ненадлежащим образом;
16. O2 – архивные документы;
17. O3 – документы в другие организации.

Целесообразно проанализировать следующие три обозначения:

1. ВД – входящий документ;
2. ВнД – внутренний документ;
3. ИД – исходящий документ.

Функциональная модель (см. рис. 1) системы документооборота Департамента по вопросам семьи и детей Томской области состоит из шести стадий: создание документа, прием и первичная обработка, предварительное рассмотрение и распределение, регистрация документов и направление на исполнение, исполнение документов и отправка. Данная модель показывает взаимосвязь каждого элемента, участников, стандарты, должностные инструкции, правила, которыми регламентируется деятельность документооборота.

Программа электронного документооборота облегчает работу секретаря данного учреждения. Секретарь, можно сказать, является главным звеном цепи стадий документооборота на разных документопотоках.

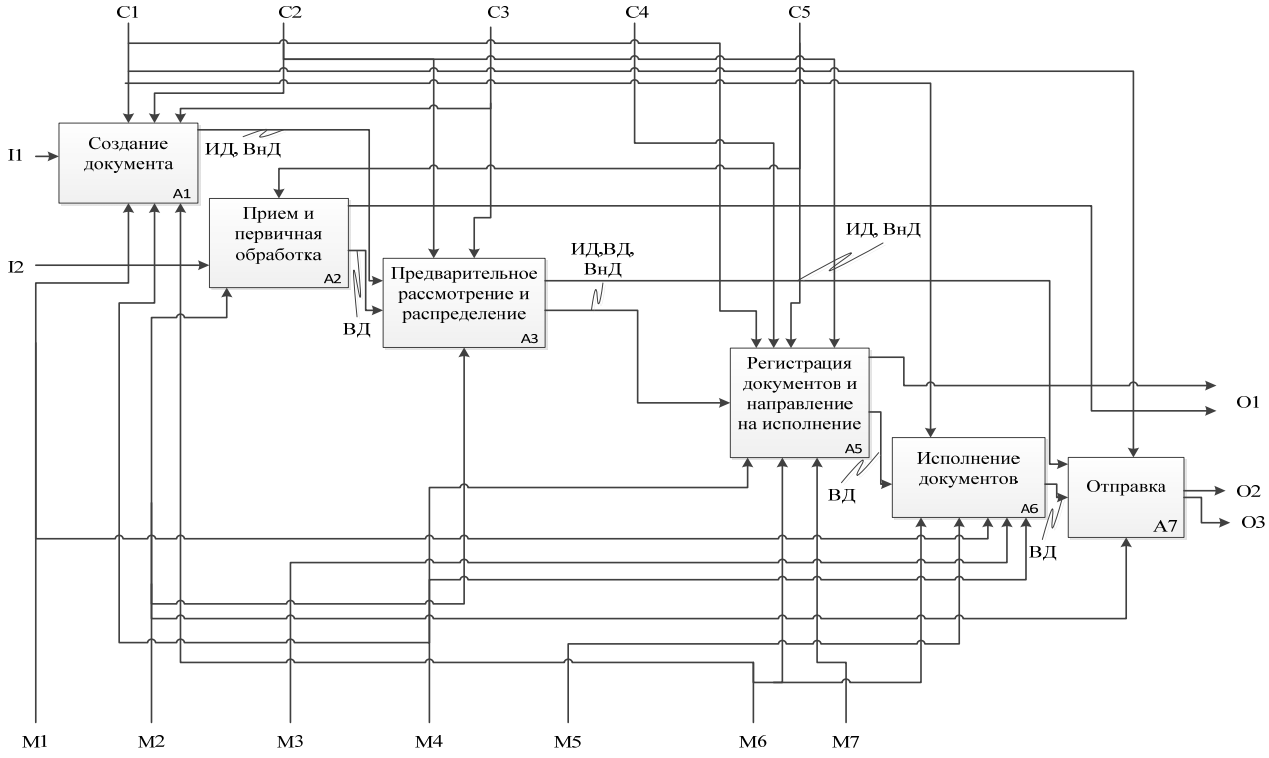


Рис. 1. Модель системы документооборота «Как есть»

Программа электронного документооборота облегчает работу секретаря данного учреждения. Секретарь, можно сказать, является главным звеном цепи стадий документооборота на разных документопотоках.

Модель IDEF0 показала взаимосвязь каждой из стадий движения разных документов. Вместе с тем рассмотренная модель не является идеальной, в ней нет лиц, ответственных только за контроль сроков исполнения документов внутри Департамента. Для того чтобы посмотреть, как взаимодействие должно проходить, целесообразно построить модель «Как должно быть». Данная IDEF0-модель показывает, насколько важно иметь лиц, ответственных только за контроль сроков исполнения документов в учреждении.

Модель «Как должно быть» включает элементы, показанные на рис. 2.

Далее будут рассмотрены следующие составляющие модели:

1. I1 – четыре основания для создания документа:

а) инициатива подразделений;

б) поручения начальника Департамента и его заместителей;

в) решения, которые приняты на совещаниях;

г) решения других вышестоящих инстанций;

2. I2 – входящий документ.
3. C1 – стандарты по оформлению документов;
4. C2 – должностные инструкции;
5. C3 – технология согласования;
6. C4 – правила регистрации;
7. C5 – классификатор документов;
8. C6 – правила постановки на контроль;
9. C7 – организация контроля в учреждении;
10. M1 – исполнитель;
11. M2 – секретарь;
12. M3 – шаблоны документов;
13. M4 – начальник;
14. M5 – заместители начальника;
15. M6 – председатель комитета;
16. M7 – автоматизированные информационные системы;
17. M8 – лицо, контролирующее исполнение документов, в целом;
18. M9 – помощник по контролю;
19. O1 – возврат адресату корреспонденции, которая прислана не по назначению или оформлена ненадлежащим образом;
20. O2 – архивные документы;
21. O3 – документы в другие организации.

Модель системы документооборота «Как должно быть» (см. рис. 2) включает шесть блоков: создание документа, прием и первичная обработка, предварительное рассмотрение и распределение, регистрация документа и направление на исполнение, исполнение и контроль сроков исполнения и отправка. В ней существует исполнение и контроль сроков исполнения, которые должны быть во всех учреждениях.

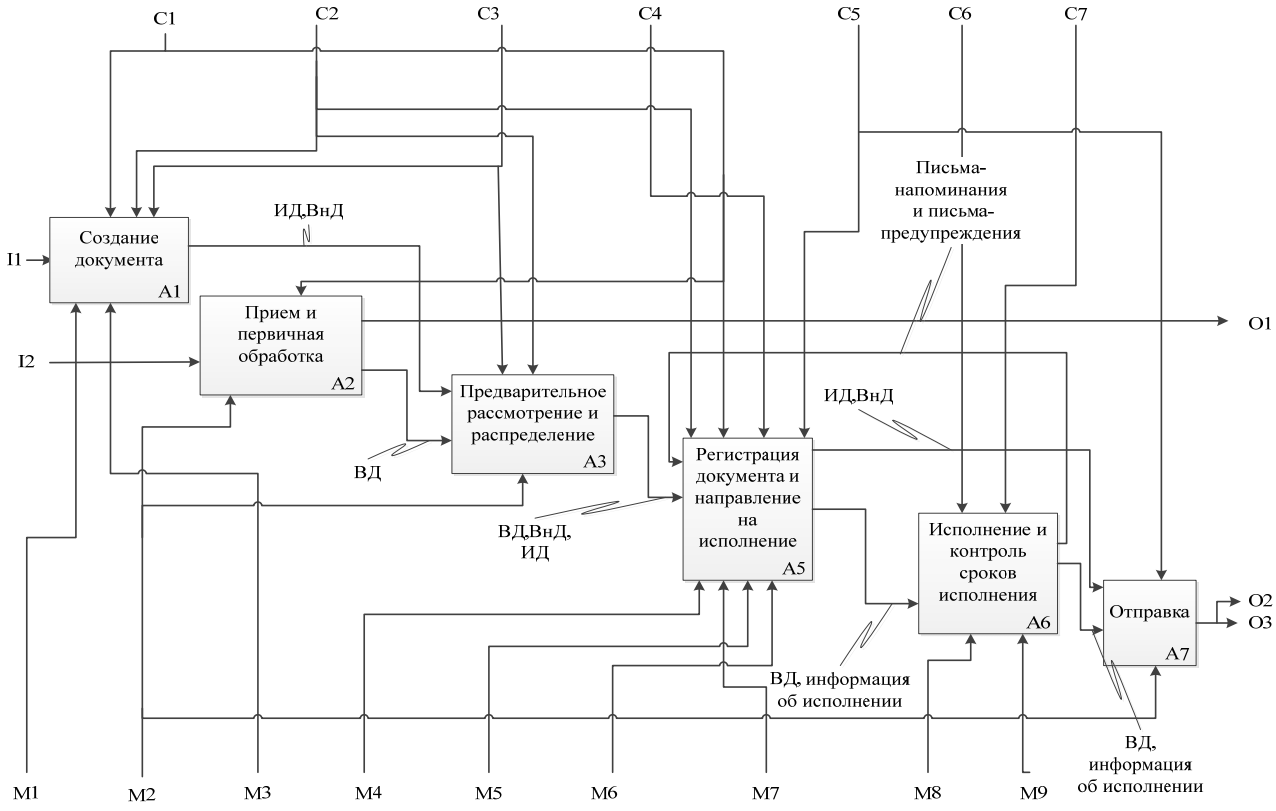


Рис. 2. Модель системы документооборота «Как должно быть»

При внедрении нового шага в виде деятельности определенных лиц по контролю сроков исполнения документов изменяются и условия выполнения операций. Предложенная функциональная модель позволяет наглядно представить основные этапы ведения документооборота. Анализ модели позволяет сформировать перечень рекомендаций на разных стадиях движения документов, приводя к возможному сокращению сроков исполнения. Данная деятельность нужна для характеристики каждого сотрудника, в какой срок сотрудник исполняет документы, много ли раз ему подписывал начальник уведомление об увеличении срока исполнения, количество просроченных документов.

Необходимо отметить, что гражданские служащие раз в три года проходят аттестацию. Данная процедура показывает соответствие работника замещаемой должности. При проведении аттестации руководитель представляет мотивированный отзыв об исполнении работником должностных обязанностей за собственно три года. К мотивированному отзыву прилагаются сведения о выполненных гражданским служащим за аттестационный период поручениях и подготовленных им проектах документов, содержащиеся в годовых отчетах о профессиональной служебной деятельности гражданского служащего, а при необходимости пояснительная записка гражданского служащего на отзыв непосредственного руководителя [4].

Как уже отмечалось в Департаменте по вопросам семьи и детей Томской области, документационное обеспечение управления осуществляется при поддержке системы электронного документооборота Directum, при этом в учреждении целесообразно назначить лиц, ответственных за сроки исполнения документов (помощника по контролю и лицо, контролирующее исполнение документов в целом).

Наделить работника данными функциями или ввести новую должность может начальник Департамента посредством приказа или внесением изменений в соответствующие должностные инструкции.

Мониторинг, под которым понимается [5] «специальным образом сформированный инструмент информационного обеспечения управленческой деятельности для контроля, оценки, анализа и прогнозирования развития объекта управления на основе непрерывного процесса, состоящего из процедур жизненного цикла переработки информации (сбор, обработка, хранение, отображение и распространение), каждая из которых, в свою очередь, реализуется через свойственные ей методические приемы в области исполнения и контроля сроков исполнения документов», необходим для повышения исполнительской дисциплины сотрудника при работе с организационно-распорядительными документами. Поэтому целесообразно вести отчетность об исполнении документов по каждому сотруднику.

В отчете должна содержаться следующая информация:

– должность исполнителя документа;

– исполнитель документа;

– общее количество документов за квартал;

– количество документов, срок исполнения которых был продлен начальником Департамента;

– количество просроченных документов;

– общее количество документов у исполнителя за определенный период времени (за месяц или за год).

Такой перечень показывает, справляется ли работник с данным объемом работы. Этот отчет прилагается к перечню выполненных поручений и подготовленных работником проектов документов за аттестационный период.

Таким образом, описанные выше мероприятия могут способствовать повышению производительности труда работников Департамента в части их работы по формированию, ведению и исполнению соответствующих документов и связанных с ними поручений.

Для устранения недостатка требуется введение двух новых должностей: помощник по контролю и лицо, контролирующее исполнение документов в целом. Это повысит эффективность исполнения документов.

Литература

1. Энциклопедия делопроизводства [Электронный ресурс]: сайт Центра компетенции по вопросам документационного обеспечения управления и архивного дела. – Режим доступа: http://www.edou.ru/enc/vvedenie.php (дата обращения: 12.02.2016).

2. Делопроизводство [Электронный ресурс]: сайт Электронной библиотеки. – Режим доступа: http://www.bibliotekar.ru/deloproizvodstvo-1/122.htm (дата обращения: 14.02.2016).

3. Ехлаков Ю.П. Методы и технологии документационного обеспечения управленческих решений / Ю.П. Ехлаков, В.Е. Кириенко, П.В. Сенченко. – Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2005. – 179 с.

4. О государственной гражданской службе Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 79-ФЗ (в ред. от 30.12.2015 г.). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Сидоров А.А. Мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований в контексте жизненного цикла переработки информации / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко, В.Ф. Тарасенко // Вестник Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 4. – С. 54–61.

УДК 338.46

М.Ю. Катаев, Н.В. Лосева

Учет пространства временных событий при оказании услуг в государственном учреждении на основе бизнес-процессов

Приведен подход учета пространства временных событий при оказании услуг в государственном учреждении, когда деятельность организована на процессно-ориентированном подходе. Показана временная развертка процессов оказания услуг, позволяющая построить систему управления при воздействии внешних и внутренних факторов.

Ключевые слова: государственное учреждение, услуга, процессно-ориентированный подход, бизнес-процесс, качество оказания услуги.

Основой многих государственных учреждений является оказание различного рода услуг, которые регламентированы по качеству. Современная сложная и динамичная среда требует от этих учреждений постоянного совершенствования своих систем управления для поддержания качества оказания услуг на регламентом уровне [1]. Одним из современных направлений метода управления различными организациями является применение процессно-ориентированного подхода, в основе которого лежат бизнес-процессы. Преимуществами такого подхода являются: 1) ориентация деятельности учреждения на потребителя услуг; 2) лидерство руководителя во всех процессах организации; 3) вовлечение работников в процесс управления; 4) системный подход к управлению (на основе бизнес-процессов); 5) постоянное совершенствование системы управления; 6) принятие решений, основанных на фактических показателях, получаемых цепочками бизнес-процессов.

Существующие подходы к управлению основаны, как правило, на использовании вертикальной организационной структуры учреждения. В этом случае управление деятельностью осуществляется по отдельным элементам организации (отделам), а их взаимодействие – через должностных лиц (начальников отделов) и далее по структурным подразделениям более низкого уровня. Недостатками такого подхода к управлению деятельностью учреждения являются следующие: 1) любая работа по оказанию клиенту услуги разбивается на отдельные, как правило, не связанные между собой фрагменты, которые связаны со структурой учреждения, что усложняет контролируемость и управляемость; 2) отсутствие ответственного за конечный результат, так как работа фрагментирована формально, что не позволяет оценивать качество и готовность каждого фрагмента, особенно если фрагменты зависимы между собой; 3) отсутствие ориентации полученного результата на клиента, когда возникает задача сборки результата работы из отдельных фрагментов; 4) невозможность разработать информационную поддержку принятия решений.

Именно процессно-ориентированный подход позволяет построить на основе бизнес-процессов цепочку последовательных действий, приводящих к оказанию услуг, представляющих ценность для клиентов. Под процессно-ориентированным подходом к управлению деятельностью государственного учреждения будем понимать систему управления, основанную на бизнес-процессах [2]. В рамках такого подхода учреждение рассматривается как система, состоящая из наборов цепочек бизнес-процессов, выходом которых является оказанная услуга клиенту. Бизнес-процесс представляет совокупность различных функций, каждая из которых определяет вид деятельности, которые в совокупности позволяют получить результат (услугу) с заданным качеством.

Постановка задачи

Утвержденная в 2008 г. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. предусматривает меры, направленные на четкую регламентацию порядка предоставления государственных и муниципальных услуг, проведение мероприятий, направленных на упрощение этих процедур, снижение временных издержек, затрачиваемых потребителем услуг. 27 июля 2010 г. принят Федеральный закон № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», который направлен на организацию комплексного предоставления государственных и муниципальных услуг.

В соответствующих документах указывается, что под государственными услугами понимается деятельность по реализации функций соответственно установленным полномочиям в пределах действующих нормативных актов Российской Федерации. В том же законе определено, что заявитель (клиент) – это физическое или юридическое лицо либо их уполномоченные представители, обратившиеся в орган, предоставляющий государственные услуги, или в орган, предоставляющий муниципальные услуги, либо в соответствующие организации, с запросом о предоставлении государственной услуги, выраженным в устной, письменной или электронной форме. В то же время с точки зрения клиента «государственная услуга» – это нормативно закрепленная услуга, оказываемая государственными органами (вне зависимости от формы) гражданам, бизнесу или другим государственным органам. В этом случае под пользователями государственных услуг понимаются граждане, бизнес- и государственные служащие (внутренние и внешние для конкретного государственного ведомства).

Оказание услуг в государственном учреждении на основе бизнес-процессов

Применение математической модели оказания услуг в государственном учреждении, в основе которой лежат бизнес-процессы, дает возможность системной оценки управленческих решений, принимаемых под влиянием воздействий внешней и внутренней среды. Особенностью бизнес-процессов государственного учреждения является их однозначная определенность по набору функций, последовательности и четкая ориентированность на клиента при заданном качестве. Оптимизация связей между функциями бизнес-процесса позволяет достигать заданного уровня качества, оптимизировать временные показатели и выбирать наилучший вариант достижения качества при воздействии внешних и внутренних факторов.

Математическая модель опирается на функции тактического уровня, так как детальная информация, возникающая на оперативном уровне, приводит к значительному количеству случайных параметров (пришел – не пришел, принес – не принес, опоздал на 5 мин и др.). В основу описания поведения бизнес-процесса во времени, при принятии услуги, положена аддитивная временная модель. Модель бизнес-процесса при оказании услуг в государственном учреждении может быть представлена набором параметров (время и информация):

$$BP = <Tr, I>, \quad (1)$$

где Tr – заданное, регламентное время выполнения того или иного бизнес-процесса BP; I – множество информации, необходимой для реализации бизнес-процесса.

Параметр Tr определяется через временные отрезки выполнения функций, составляющих данный бизнес-процесс (услугу) $Tr => \{tr_i\}$, где i – номер функции ($i = 1, \ldots, N$) и N – число функций. Часть параметров связана с информационным содержанием функции (типы документов, на основе которых регламентируется деятельность данной функции, и выходные документы, возникшие в результате деятельности).

Предложенная модель имеет следующие преимущества:

1) возможность отслеживания состояния отдельной функции бизнес-процесса или заданной их последовательности;

2) возможность оценки изменения параметров функций данного бизнес-процесса от регламентно заданных;

3) возможность сравнения данных выполнения функций бизнес-процесса за предыдущие периоды времени;

4) выделение ответственных и исполнителей отдельных функций бизнес-процесса;

5) возможность принятия управленческих решений, основываясь на показателях выполнения каждой функции согласно заданному графику W и величин показателей P.

Общая структурная схема оказания человеку услуги в государственном учреждении приведена на рис. 1.

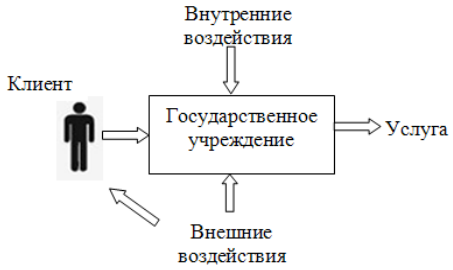


Рис. 1 Условия, в которых выполняется оказание государственной услуги

Учет временного пространства событий

Проведенный анализ литературы в области применяемых подходов к оценке качества услуг показал, что большинство из них опираются на экспертные оценки, результаты анкетного мониторинга и социологические опросы. Эти подходы в целом могут показать адекватную реальности оценку ситуации с качеством предоставления услуг, но растянуты во времени, зависят от квалификации экспертов и имеют качественный характер. Самое главное, результаты этих исследований слабо применимы на практике ввиду их качественности и значительного разнесения во времени события и его оценки, что не позволяет применять их в управленческой деятельности, при решении текущих задач.

Современные программные технологии с достаточной точностью позволяют автоматизировать процесс оценки качества предоставления услуг в государственном учреждении. Отметим, что процесс оказания услуги можно разделить на две группы: со стороны клиента и со стороны учреждения. Для бизнес-процесса, например оказание услуги «Консультация», можно выделить следующие параметры, возможные для сбора и анализа в каждой из групп:

А. Временные параметры, необходимые для реализации бизнес-процесса «Консультация» со стороны клиента:

1) время, необходимое для формирования проблемы;

2) время, необходимое для выбора способа получения услуги (электронный вариант, лично или по почте);

3) время, необходимое для подготовки запроса;

4) время, необходимое на отправки запроса в случае электронной или почтовой формы, а также передвижения при личной форме;

5) время, необходимое для переписки (электронное или почтовое) или личного общения со специалистом;

6) время ожидания в очереди при отправке почтового письма или к специалисту, в учреждении;

7) время, необходимое для формирования новой формы запроса, при невозможности получить необходимую информацию на этапах 1–6.

Б. Временные параметры, необходимые для реализации бизнес-процесса «Консультация» со стороны специалиста государственного учреждения:

1) время, необходимое для получения и регистрации запроса клиента;

2) время, необходимое для поиска информации, запрашиваемой клиентом;

3) время, необходимое для составления ответа на запрос клиента (электронное или почтовое);

4) время, необходимое на личное общение с клиентом.

Время, затрачиваемое клиентом при оказании ему услуги, является одной из частей качества, которое предоставляется государственным учреждением. Поэтому это время необходимо измерять с помощью автоматизированной фиксации в специализированном программном обеспечении ФСС (Фонд социального страхования РФ [http://fss.ru]) и обрабатывать с целью последующего анализа. Измеренное время определяется квалификацией, стажем и личностными характеристиками специалиста. На рис. 2 показано пространство временных событий, которые определяют процесс оказания услуг в ФСС: к специалистам (сотрудникам ФСС) приходят страхователи (клиенты), которым оказываются разнообразные услуги. Каждая услуга оказывается в определенное время, которое фиксируется. В пространстве хранится только время начала услуги для каждого страхователя.

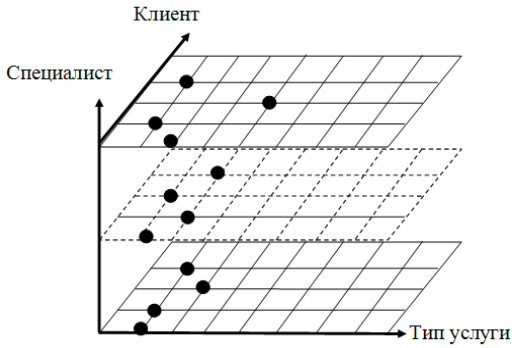


Рис. 2. Пространство временных событий (точкой обозначена услуга, предоставленная страхователю специалистом ФСС)

На основе измерений времени начала оказания услуги можно рассчитать, сколько времени конкретный специалист тратит на процесс. Понятно, что это время содержит не только время, затраченное специалистом на оказание услуги, но и время, непосредственно не связанное с ее оказанием. В целом это время однозначно определяет работу каждого специалиста и учреждения в целом. Качество оказания услуг в государственном учреждении, учитывая регламентное время, связано с временем процесса (см. рис. 2). При различных условиях время процесса оказания услуги может варьироваться в некотором пределе, а диапазон этого предела показывает, сколько в среднем времени тратит каждый специалист в течение рабочего дня при оказании разнообразных услуг:

$$T(k) = \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} t(i,j,k)/(N\ M)\,, \qquad (2)$$

где $t(i, j, k)$ – время оказания государственной услуги i-му клиенту (i = 1,…,M), k-м (k = 1, …, K) специалистом j-й услуги.

Отметим, что для каждой услуги описаны бизнес-процессы, которые, в свою очередь, состоят из набора взаимосвязанных функций. Детализация уровня функций относится к оперативному уровню представления бизнес-процессов и весьма затруднительна для автоматизированного измерения, как это было сказано выше. Поэтому нами проведена работа перевода бизнес-процессов оперативного уровня на уровень выше – тактический, т.е. формирования последовательной цепочки укрупненных фрагментов взаимодействующих функций. Это позволяет упростить структуру бизнес-процесса и самое главное – позволить измерять время выполнения бизнес-процесса в автоматизированном режиме. В нашем случае это выполняя регистрацию начала работы специалиста с клиентом.

Заключение

Приведен подход, в основе которого лежат бизнес-процессы, позволяющий учесть пространство временных событий при оказании услуг в государственном учреждении (на примере Фонда социального страхования (ФСС) РФ). Количественная оценка качества формируется из времени работы с клиентами каждого сотрудника. Данный подход может служить основой для принятия решений при управлении учреждением.

Литература

1. Мониторинг качества и доступности государственных и муниципальных услуг / под ред. А.В. Клименко, С.М. Плаксина. – М.: Изд. Дом ВШЭ, 2011. – 392 с.

2. Катаев М.Ю. Процессно-ориентированный подход к управлению предприятием / М.Ю. Катаев, Ю.Б. Ифутин, А.А. Емельяненко, В.А. Емельяненко, А.В. Бородин // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2008. – Т. 313, № 6. – С. 20–23.

УДК 65.011.56

А.А. Гавриленко

Региональная информатизация управления финансами (на примере Департамента финансов Томской области)

Рассмотрены информационные системы и ресурсы, применяемые в управлении финансами в Томской области. Раскрываются хронология их становления и состав, особенности использования и последние достижения в данной области, основные проблемы, характерные для региональной информатизации управления финансами.
Ключевые слова: бюджет, лицевой счет, информационная система, финансы, госзаказ, информатизация.

Томская область – пятый по площади и восьмой по численности населения регион Сибирского федерального округа. В ее состав входят 4 городских округа и 16 муниципальных районов. В состав муниципальных районов входят 118 городских и сельских поселений. Областной центр – г. Томск. Несмотря на негативные процессы в реальном секторе экономики, финансово-банковской и социальной сферах, регион показал хороший темп роста налоговых и неналоговых доходов консолидированного бюджета среди субъектов Сибирского федерального округа в 2015 г. к уровню 2014 г. (108,2 %, 2-е место после Красноярского края). Ожидаемый валовый региональный продукт 2016 года – 516 млрд руб. при консолидированном бюджете (без учета целевых средств федерального бюджета) – 57,9 млрд руб. До передачи на федеральный уровень налога на добычу полезных ископаемых Томская область традиционно являлась регионом-донором. Последние годы бюджет региона стабильно дефицитен. Томская область относится к регионам с высокой долговой нагрузкой: на 1 января 2016 г. государственный долг составил 23,4 млрд руб. (при ожидаемых в 2016 г. объемах доходов регионального бюджета – 50,8 млрд руб., объемах расходов – 54,3 млрд руб. и 3,5 млрд руб. дефицита бюджета соответственно) [1].

Управление региональными финансами возложено на Департамент финансов Томской области, который входит в систему исполнительных органов государственной власти Томской области и осуществляет свои полномочия в соответствии с Уставом Томской области и Положением, утвержденным Постановлением губернатора Томской области № 16 от 12 февраля 2008 г. Томская область входит в число двадцати двух субъектов Российской Федерации, высшим исполнительным органом государственной власти которых выбран порядок самостоятельного кассового обслуживания исполнения бюджета субъекта Российской Федерации с открытием лицевого счета финансовому органу в территориальных органах Федерального казначейства (в 2015 г. таких регионов было 23) [2].

В Департаменте финансов используются две из почти шестидесяти межведомственных автоматизированных информационных систем (АИС) исполнительных органов государственной власти Томской области: «АЦК-Финансы» и «АЦК-Госзаказ». К средствам внутренней информатизации департамента относятся система электронного документооборота, программное обеспечение бухгалтерского учета, информационно-справочные системы. Взаимодействие с потребителями услуг осуществляется с помощью веб-сервисов и через внешний официальный сайт. С 2015 г. департаментом начаты работы по интеграции Томской области в общероссийскую информационную систему «Электронный бюджет» (рис. 1) [3].

Рис. 1. Карта АИС Департамента финансов Томской области

Внедрение комплексной информационной системы организации бюджетного процесса и казначейского исполнения бюджета было начато в регионе в 2001 г. Томская область стала пионером в этой сфере: расширенный функционал системы «АЦК-Финансы» в полном объеме впервые был реализован именно на уровне Департамента финансов Томской области в 2002 г. и далее тиражировался в городских округах и районах региона, других регионах Российской Федерации [1]. Компания «БФТ» (ООО «Бюджетные и Финансовые Технологии»), являющаяся разработчиком и интегратором данных продуктов, в 2000 г. выиграла тендер Мирового банка и Министерства финансов РФ и являлась на тот момент одним из двух возможных поставщиков, предлагающих тиражируемые решения для управления общественными финансами и финансово-бюджетной сферой субъектов РФ. Компания «БФТ» входит в группу компаний IBS – российского холдинга, специализирующегося на оказании ИТ-услуг и разработке программного обеспечения (основан в 1992 г.).

Офис компании располагается в Москве, однако, центры технической поддержки и сопровождения располагаются в 16 субъектах РФ, в том числе – в Томской области (г. Томск), что упрощает процедуру взаимодействия сотрудников комитета информатизации департамента с представителями компании.

«АЦК-Финансы» – комплексная система планирования и исполнения бюджета, позволяющая обеспечить централизацию финансовых процессов региона: сосредоточить абсолютно всю первичную, производную и отчетную информацию в финансовом органе региона. Система является интегрируемым продуктом, т.е. успешно взаимодействует с программными продуктами других компаний («Парус», «Барс-Групп» и др.) и позволяет решать задачи связи с нижестоящими (вышестоящими) финансовыми органами, распорядителями бюджетных средств, получателями бюджетных средств, органами Федерального казначейства, расчетно-кассовым центром (рис. 2).

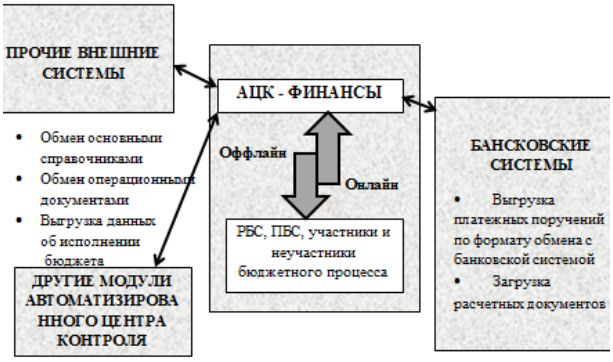


Рис. 2. Централизация финансовых процессов при использовании «АЦК-Финансы»

Централизация хранения и обработки данных по исполнению бюджетов региона в единой базе данных обеспечивает следующие преимущества (по отношению к классическим системам): конвейерный метод обработки документов, единая база данных, автоматизированное ведение бухгалтерского учета, удаленная доставка отгрузочных документов, аналитические отчеты и мониторинг потребностей, электронная подпись для юридически значимого электронного документооборота [1].

В состав «АЦК-Финансы» входят следующие модули:

– модули общего назначения (справочники, настройки системы);
– учет доходов бюджета;
– учет расходов бюджета;
– учет источников финансирования дефицита бюджета;
– бухгалтерский учет;
– организация выдачи наличных денежных средств и контроль операций с наличными денежными средствами;
– учет кредиторской задолженности;
– учет гарантий и поручительств;
– учет расчетов между бюджетами разных уровней;
– реестр расходных обязательств;
– учет исполнения нормативно-правовых актов;
– электронная подпись;
– конструктор отчетных форм;
– санкционирование закупочных процедур;
– учет государственных ценных бумаг;
– учет и осуществление хранения документов по исполнению судебных актов.

Система построена по принципу трехзвенной архитектуры и включает в себя сервер БД, сервер приложений и клиентские онлайн-АРМ. Серверное оборудование располагается и обслуживается сотрудниками комитета информатизации департамента (штатная численность – 10 человек). Основная часть сотрудников финансовых органов Томской области, сотрудников распорядителей бюджетных средств (РБС) и получателей бюджетных средств (ПБС) работает с системой в режиме онлайн, однако важным моментом при переходе на «АЦК-Финансы» являлась возможность подключаться к основной системе и ПБС с низким уровнем технической оснащенности по коммутируемым каналам связи в режиме оффлайн (финансовые органы удаленных районов Томской области). И на текущий момент времени, учитывая географию Томской области, наличие населенных пунктов с недостаточной пропускной способностью каналов связи, транспортная подсистема «АЦК-Финансы» позволяет эффективно исполнять бюджет региона в режиме реального времени.

«АЦК-Госзаказ» – комплексная система организации процесса государственных (муниципальных) закупок в соответствии с принципами контрактной системы Российской Федерации. Система обеспечивает двухсторонний обмен информацией между общероссийским официальным сайтом / единой информационной системой в сфере закупок, для публикации информации о размещении заказа на закупки товаров, работ, услуг для государственных и муниципальных нужд, а также для внесения сведений о государственных (муниципальных) контрактах, гражданско-правовых договорах бюджетных учреждений в реестр контрактов.

Полный функционал системы «АЦК-Госзаказ» позволяет реализовывать следующие виды деятельности:

– автоматизировать процесс государственных (муниципальных) закупок;
– стандартизировать процедуры подготовки и проведения процедур закупок;
– формировать и публиковать сведения о контрактах, а также гражданско-правовых договорах бюджетных учреждений на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг в реестре государственных и муниципальных контрактов;
– вести базу ценовых предложений участников процедуры закупки для государственных (муниципальных) нужд;
– вести базу типовых контрактов и договоров;
– контролировать исполнение норм федерального законодательства по исполнению контрактов;

– экономить бюджетные средств за счет укрупнения объема закупки в результате консолидации заявок на продукцию бюджетополучателей и, соответственно снижения закупочных цен;

– централизованно управлять процессами планирования, формирования, размещения и исполнения закупок.

Комплексное использование «АЦК–Госзаказ» осуществляется Департаментом тарифного регулирования Томской области. В Департаменте финансов Томской области используется функционал системы в части контроля исполнения обязательств, принятых по контрактам, а также гражданско-правовым договорам бюджетных учреждений (рис. 3).

Рис. 3. Компоненты системы «АЦК-Госзаказ»

В соответствии со ст. 99 Федерального закона № 44-ФЗ от 05.04.2013 г. в течение всего 10 дней финансовому органу необходимо утвердить планы закупок и проконтролировать соответствие лимитов бюджетных обязательств этим планам. Функциональные возможности подсистемы позволяют сотрудникам департамента контролировать соответствие сведений о величине финансового обеспечения, включенного в планы закупок, информации об объеме финансового обеспечения для закупок, утвержденном и доведенном до заказчика в указные сроки, не нарушая требований законодательства. Ведется контроль исполнения обязательств, принятых по контрактам, а также гражданско-правовым договорам бюджетных учреждений региона. Взаимодействие «АЦК-Госзаказ» и «АЦК-Финансы» основано на принципе однократного ввода информации, при этом обеспечивается экспорт справочников и синхронизация документов, что значительно упрощает работу сотрудникам департамента [1]. Из значимых мероприятий и явлений в сфере информатизации управления региональными финансами необходимо отметить переход на электронный документооборот в системе «Автоматизированный Центр Контроля» (в том числе использование квалифицированной электронной подписи); расширение инструментария по контролю за финансовой деятельностью подведомственной сети учреждений в части расходования средств субсидий на исполнение государственного (муниципального) задания, иных целевых субсидий и бюджетных инвестиций; новые возможности учета наличных денежных средств. В 2015 г. на фоне внедрения дополнительных модулей в систему «Автоматизированный Центр Контроля» произошло снижение общей стоимости владения системой (за счет возможности использования и обслуживания одного экземпляра системы несколькими участниками бюджетного процесса) [4].

Проблемы региональной информатизации в сфере управления финансов по большому счету совпадают общероссийскими проблемами этой отрасли. В частности, это сокращение финансирования, дефицит квалифицированных кадров, слабая согласованность действий между участниками процессов. Данные проблемы обозначены как типичные для отрасли в целом в мониторинге Минкомсвязи, проводимом для оценки эффективности государственной программы «Информационное общество (2011–2020 гг.)» в феврале 2016 г. Тем не менее следует отметить существование обособленных «больных точек». К ним, например, можно отнести слабое развитие информационной и телекоммуникационной инфраструктуры отдаленных малонаселенных территорий Томской области и слабую информатизацию на уровне муниципалитетов. В то время когда регион совершенствует инфраструктуру, открывает портал электронных государственных услуг, сотрудники финансовых органов некоторых территорий Томской области испытывают трудности при подключении к качественному Интернету, вводят данные рабочих документов вручную. Только комплексный подход к решению указанных проблем, понимание того, что информатизация – это не просто дополнительные расходы, а инструмент, помогающий экономить и находить новые резервы и источники поступлений в бюджет, позволят эффективно управлять общественными финансами.

Литература

1. Материалы ведомственной статистики.

2. Итоговый доклад о результатах деятельности Федерального казначейства за 2015 г. и основных направлениях деятельности на среднесрочную перспективу.

3. Об утверждении ведомственных целевых программ Томской области на 2016–2018 гг.: приказ Департамента финансов Томской области № 5 от 09.02.2016 г.

4. О переходе на электронный документооборот в автоматизированной системе исполнения бюджета «АЦК-Финансы»: распоряжение Департамента финансов Томской области № 08/12-р от 22.04.2015 г.

УДК 342.519

Р.М. Газизов

Предоставление государственных услуг в электронной форме субъектам предпринимательской деятельности

Рассматривается правовое регулирование порядка предоставления государственных услуг субъектам предпринимательской деятельности, предлагается перечень государственных услуг и их классификация, исследуются проблемы по выбранной тематике, а также предлагаются пути совершенствования действующего законодательства в области предоставления государственных услуг.

Ключевые слова: электронное государство, государственные услуги, субъекты предпринимательской деятельности, предпринимательство.

Актуальность темы, связанной с предоставлением государственных услуг в электронной форме, обусловлена необходимостью повышения качества и доступности государственных услуг населению. В настоящее время на законодательном уровне заложены правовые основы формирования информационного общества, реализации государственных услуг в электронной форме. К примеру, указанные вопросы определены в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р [1], Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации, утвержденной Президентом Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. № Пр-212 [2], Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р [3], а также Стратегией развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 гг. и на перспективу до 2025 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. № 2036-р [4].

Базовыми принципами развития отрасли информационных технологий на 2014–2020 гг. и перспективу до 2025 г. являются, в том числе улучшение институциональных условий при минимальном прямом регулировании, сохранение конкурентного характера развития отрасли, поддержка малого бизнеса в качестве приоритетного направления развития отрасли [4].

Не вызывает сомнения, что использование информационных технологий обеспечивает улучшение качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности. С развитием системы предоставления государственных услуг в электронной форме для граждан все большую актуальность приобретает также предоставление данных услуг субъектам предпринимательской деятельности.

В настоящее время Официальный интернет-портал государственных услуг (https://www.gosuslugi.ru) предусматривает отдельные разделы государственных услуг для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Раздел государственных услуг для юридических лиц содержит следующие услуги:

– проверка задолженностей судебным приставам;

– предоставление информации о наличии исполнительного производства;

– регистрация транспортных средств;

– снятие с регистрационного учета автомототранспортного средства в связи с утилизацией;

– изменение регистрационных данных транспортных средств, связанных с выдачей свидетельств о регистрации, ПТС, регистрационных знаков транспортных средств, взамен утраченных, непригодных для пользования;

– восстановление регистрации автомототранспортного средства;

– изменение регистрационных данных, связанных с изменением регистрационных данных собственника транспортного средства (Ф.И.О., наименование юридического лица, адрес регистрации);

– государственная регистрация юридического лица, создаваемого путем реорганизации;

– регистрация гражданина по месту пребывания;

– получение информации о зарегистрированных некоммерческих организациях, филиалах и представительствах иностранных некоммерческих неправительственных организаций в бумажном и электронном виде;

– получение запрашиваемой официальной статистической информации;

– получение информации из реестра деклараций о соответствии средств связи;

– получение информации о тиражах печатных СМИ;

– прием и регистрация расчета по начисленным и уплаченным страховым взносам на обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством и по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также по расходам на выплату страхового обеспечения (форма 4-ФСС);

– рассмотрение Фондом социального страхования РФ жалоб, поданных плательщиками страховых взносов в вышестоящий орган контроля за уплатой страховых взносов или вышестоящему должностному лицу.

Раздел государственных услуг для индивидуальных предпринимателей содержит следующие услуги:

– прием и регистрация расчета по начисленным и уплаченным страховым взносам на обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством и по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также по расходам на выплату страхового обеспечения (форма 4-ФСС);

– прекращение разрешений на использование радиочастот или радиочастотных каналов для радиоэлектронных средств гражданского назначения;

– продление сроков действия разрешений (оформление разрешений на использование радиочастот или радиочастотных каналов с установлением новых сроков их действия);

– включение в реестр плательщиков страховых взносов в государственные внебюджетные фонды;

– регистрация сертификатов соответствия;

– получение информации из реестра сертификатов соответствия системы сертификации в области связи;

– получение лицензии на эксплуатацию взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности;

– внесение сведений об операторе в реестр операторов, осуществляющих обработку персональных данных;

– получение лицензии на осуществление деятельности в области оказания услуг связи;

– прекращение действия лицензии на осуществление деятельности в области оказания услуг связи;

– получение лицензии на пользование недрами;

– внесение изменений и дополнений в лицензию на пользование участками недр;

– переоформление лицензий на пользование участками недр;

– получение лицензии на осуществление деятельности по производству маркшейдерских работ;

– получение достоверных сведений о запасах полезных ископаемых в пределах месторождения (лицензионного участка).

Официальный интернет-портал государственных услуг группирует государственные услуги для субъектов предпринимательской деятельности по следующим критериям:

– популярные услуги;

– по ведомствам;

– по категориям;

– по жизненным ситуациям.

Стоит отметить, что количество жизненных ситуаций для субъектов предпринимательской деятельности требует расширения. Сейчас существует две ситуации: получение дотации и социальной помощи и получение патентов, защита интеллектуальной собственности.

Одним из направлений совершенствования действующего законодательства предлагается дополнить перечень жизненных ситуаций для субъектов предпринимательской деятельности следующими ситуациями:

– проведение государственного контроля (надзора) в отношении субъекта предпринимательской деятельности;

– проверка контрагентов при заключении гражданско-правовых договоров;

– участие субъекта предпринимательской деятельности в государственных торгах;

– трудоустройство работников у субъекта предпринимательской деятельности.

Становление «электронного государства», формирование «электронного правительства» с различных аспектов, в том числе порядка предоставления государственных услуг в электронной форме требует в дальнейшем научного исследования для выработки практических рекомендаций.

Литература

1. О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 47. – 24 нояб.

2. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации: утв. Президентом РФ 07.02.2008 № Пр-212 // Российская газета. – 2008. – № 34. – 16 февр.

3. Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 1. – 02 янв.

4. Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 № 2036-р // Собрание законодательства РФ. – 2013. – № 46. – 18 нояб.

УДК 303.06

Е.А. Макридина, Д.В. Сапрон, А.М. Фостенко

Интернет-сервисы как механизмы общественного участия граждан в решении вопросов местного значения (на примере развития городских территорий Томска)

Рассмотрены вопросы, касающиеся инструментов, применяемых в рамках концепции электронного правительства по обеспечению учета мнения граждан при подготовке управленческих решений. Рассматриваются проблемы развития интернет-сервисов, позволяющих организовать обратную связь между органами власти и общественностью. Особое внимание уделяется такой форме электронного участия граждан, как онлайн-опрос.

Вместе с тем поднимается проблема несовершенства механизмов онлайн-анкетирования населения на базе официального портала муниципального образования.

Ключевые слова: электронное правительство, интернет-сервис, онлайн-голосование, электронное участие, онлайн-анкетирование.

Активное развитие в России прогрессивных информационных технологий поспособствовало появлению концепции информатизации государственного и муниципального управления. В рамках данного замысла сформировалось понятие электронного правительства как квинтэссенции некоторых аспектов этого явления. Электронное правительство – новая форма организации деятельности органов государственной власти, обеспечивающая за счет широкого применения информационно-коммуникационных технологий качественно новый уровень оперативности и удобства получения гражданами и организациями государственных услуг и информации о результатах деятельности государственных органов [1]. Данный инструмент нельзя считать заменой или аналогом традиционного правительства. Следует воспринимать его как систему дополнительных точек роста в области повышения эффективности взаимодействия чиновников с гражданами.

Несомненно, существенной составляющей системы электронного правительства являются различные интернет-сервисы как форма обратной связи. К таковым можно отнести электронный почтовый ящик, личный кабинет гражданина, форумы, чаты и блоги, онлайн-голосования и опросы. Одним из вариантов повышения эффективности взаимодействия власти и общества является развитие данных инструментов участия населения в управлении. Такой способ привлечения общественности в процесс подготовки управленческих решений позволяет учитывать мнения отдельных субъектов. Эта новая форма кооперации органов власти и населения позволяет расширить существующие каналы взаимодействия, увеличить спектр возможностей двустороннего обмена информацией, а также повысить степень вовлеченности граждан в работу органов местного самоуправления. Таким образом, повышается и эффективность управления, и имидж органов публичного управления.

Одним из перспективных интернет-сервисов является онлайн-опрос, проводимый на базе официальных порталов муниципальных образований. Организация такого удаленного анкетирования уместна при решении особого круга вопросов местного значения, который затрагивает интересы населения напрямую и нуждается в обязательном учете общественного мнения. К таким вопросам можно отнести проблемы комфорта городской среды, внешнего облика и имиджа территории в целом, инфраструктуры и культурной жизни города, а также вопросы благоустройства. Именно данный круг вопросов не требует от граждан особого уровня знаний и специальной подготовки, а является наиболее понятным и близким каждому онлайн-респонденту [2]. Саккумулированное таким образом общественное мнение выступает в качестве важного фактора при принятии управленческого решения и ложится в основу будущего управляющего воздействия, хоть и не является обязательным к исполнению.

Некоторые муниципальные образования Сибирского федерального округа используют в своей деятельности онлайн-анкетирование. На официальном сайте г. Новосибирска с августа 2014 г. в разделе «Горожанам» работает вкладка «Экспресс-опросы и голосования». В рамках данной рубрики публикуются с периодичностью 1–2 раза в месяц и выносятся на голосование вопросы в различных категориях («IT, Связь», «Благоустройство», «ЖКХ», «Культура», «Промышленность, торговля», «Социальная политика, медицина», «Спорт», «Транспорт» и т.д.). Уровень развития данного сервиса можно считать довольно высоким: существует множество различных категорий, опросы проводятся с высокой частотой, по окончании опроса публикуются результаты с наглядной аналитикой. По результатам одного из последних онлайн-опросов «Выбери дорогу для ремонта» (25.08.2016–12.09.2016 гг.) муниципалитетом был определен очередной рейтинг дорог 2016 г. Горожане смогли повлиять на то, какие участки дорог будут отремонтированы в первую очередь в следующем году. Всего в определении самых проблемных участков автомагистралей приняли участие более 3,5 тыс. новосибирцев (с учетом сообщений о проблемных участках дорог, оставленных горожанами в муниципальной электронной системе «Мой Новосибирск», в том числе в опросе – 2121 человек. Кроме того, публикации подлежит и положительный эффект от управляющего воздействия, основанного на результатах каждого из проведенных опросов.

На официальном портале органов местного самоуправления Улан-Удэ в разделе «Опросы» размещено 4 онлайн-опроса: «Образование», «Опрос по неформальной занятости», «Мониторинг качества предоставления государственных и муниципальных услуг» и «Оцените качество автомобильных дорог». На базе данного сервиса чиновники получают возможность учитывать мнение общественности по тем или иным вопросам. Результаты опросов не подлежат публикации, а частота посещений сравнительно низкая.

На примере деятельности администрации г. Томска также можно проследить процесс внедрения и развития такого интернет-сервиса, как онлайн-голосование по вопросам местного значения. На официальном портале города в рамках открытой стратегии развития города «Наш Томск 2014–2018» и работы Совета по развитию общественных пространств жителям и гостям города предоставлена возможность быть вовлеченными в тему развития городской среды и выразить свое мнение по обозначенным рубрикам. Кроме того, каждый посетитель имеет возможность оставить отзыв по интересующей его теме и получить ответ.

Результатом организации подобной обратной связи между общественностью и чиновниками стало повышение эффективности управления. Результаты онлайн-голосований принимаются во внимание и служат весомым аргументом при выборе альтернативных решений. Так, по результатам онлайн-опроса на официальном портале администрации г. Томска было учтено мнение жителей на предмет установки в Лагерном саду предпочтительных световых опор. Кроме того, по результатам опроса была выбрана точная дата проведения «Дня томича – 2016», а также были решены многие подобные вопросы.

Несомненно, такой способ обладает рядом преимуществ: оперативность публикации, значительное ускорение подведения итогов опроса, относительно невысокие финансовые затраты, удобство: респондент может сам решать, когда ему принять участие в исследовании, что повышает качество ответов. Однако использование данной формы электронного участия граждан в управлении сопряжено с рядом рисков и ограничений, которые могут привести к искажению полученной информации и, как следствие, снижению эффективности управления. К рискам можно отнести системные, сетевые и программные сбои: сравнительную нестабильность электронных устройств и интернет-систем. Ошибка программиста может привести к деформации конечного результата. Также серьезной проблемой является потеря репрезентативности – маловероятно, что выборка при удаленном опросе будет отражать основные параметры генеральной совокупности. Кроме того, актуальна угроза кибер-терроризма: компьютерные системы муниципалитетов могут быть атакованы через Интернет, что может также повлечь изменение или вовсе утерю результатов опроса.

В качестве ограничений выступают технико-технологические, ресурсные и психологические факторы. К технико-технологическим и ресурсным ограничениям можно отнести неравномерность уровня интернетизации территорий, недоступность Интернета для всех категорий граждан, вероятность возникновения коммуникационных проблем. К психологическим факторам относится возможность искажения респондентом информации о себе, неадекватное понимание сути вопросов, неумение или нежелание отойти от привычных исследовательских методов. Современное российское общество пока не обладает достаточным уровнем готовности к использованию электронного правительства – невысок уровень компьютерной грамотности, а недостаточное техническое оснащение не позволяет всем категориям населения полноценно осуществлять электронное участие в управлении муниципалитетом.

В условиях информатизации развитие интернет-сервисов как механизмов общественного участия граждан в решении вопросов местного значения является перспективным направлением деятельности. Очень мало муниципальных образований используют в своей деятельности данные инструменты взаимодействия с населением. На сегодняшний день практика применения онлайн-опросов в крупных городах Сибирского федерального округа далека от совершенства. Во-первых, пока не каждое муниципальное образование организует на своем портале обратную связь подобного рода. Во-вторых, требуется серьезная доработка уже внедренных интернет-сервисов. Обнародование результатов каждого онлайн-исследования существенно повысит вовлеченность населения в работу органов власти и популярность такой формы участия. Граждане смогут увидеть результаты своего выбора и убедиться в значимости своего голоса.

Кроме того, отлаженные механизмы онлайн-анкетирования населения на базе официального портала муниципального образования открывают дополнительные возможности для применения такого инструмента управления, как мониторинг изменения общественного мнения по отдельным вопросам, под которым можно понимать специальным образом сформированный инструмент информационного обеспечения управленческой деятельности для контроля, оценки, анализа и прогнозирования развития объекта управления на основе непрерывного процесса, состоящего из процедур жизненного цикла переработки информации (сбор, обработка, хранение, отображение и распространение), каждая из которых, в свою очередь, реализуется через свойственные ей методические приемы [3]. Постоянное исследование мнения граждан может быть реализовано в данном случае путем создания фиксированных рубрик и регулярных публикаций одних и тех же онлайн-опросов с заданной периодичностью.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 мая 2008 г. № 632-р «О Концепции формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года».

2. Сидоров А.А. Развитие общественных пространств: социологическое измерение (на примере Новособорной площади г. Томска) / А.А. Сидоров, Д.В. Сапрон // Урбанистика. – 2016. – № 2. – С. 9–22. – URL: http://e-notabene.ru/urb/article_18649.html

3. Сидоров А.А. Мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований в контексте жизненного цикла переработки информации / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко, В.Ф. Тарасенко // Вестник Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 4. – С. 54–61.

УДК 339.138

Е.К. Малаховская

Содержание коммуникационных сообщений для продвижения малобюджетных мобильных приложений

Раскрываются основные положения, которые рекомендуется использовать малым IT-компаниям при продвижении разработанных мобильных приложений на потребительский рынок. Сделан акцент на формировании содержания коммуникационных сообщений как основном элементе маркетинговой деятельности. Представлены ключевые фразы, рекомендуемые для составления текстового содержания коммуникационных сообщений. Набор фраз составлен на основе анализа особенностей потребительских предпочтений лиц, принимающих решение о приобретении мобильного приложения.

Ключевые слова: коммуникационные сообщения, продвижение мобильных приложений, потребительский рынок, малобюджетное продвижение.

Обоснование актуальности исследования

Рынок мобильной разработки в настоящее время перешел в массовый сегмент. Разработчиками выступают не только крупные компании, но и небольшие группы единомышленников, обладающие достаточным уровнем знаний для качественного создания продукта, но не для ведения маркетинговой деятельности по его продвижению на рынок. Производить качественные и эффективные рекламные материалы с привлечением профессиональных рекламных компаний могут позволить себе только крупные фирмы, продукция которых и так известна на рынке программных продуктов. «Самодельная» реклама, как правило, описывает функциональные возможности программного продукта, излагается на «языке» разработчика и мало ориентирована на потребителя. Единственным приемлемым каналом рекламы своей продукции в условиях отсутствия необходимых финансовых ресурсов являются методы и инструменты интернет-маркетинга [1]. В связи с этим актуальной является задача выработки методики по разработке программы продвижения мобильных приложений, помогающей разработчикам малых IT-компаний продвигать программные продукты на потребительский рынок самостоятельно. Целью программы продвижения товара является активация (стимулирование) приобретения (продажи) товара потребителями за счет доведения информации о нем при помощи различных методов, при этом набор методов для достижения цели зависит от ряда факторов: этап жизненного цикла товара, объем бюджета на реализацию рекламной кампании и др. [2, 3].

Маркетинговые коммуникации как ключевой фактор эффективности продвижения товара

В трудах по маркетингу [4, 5] акцентируется внимание на том, что для успешного достижения цели программы продвижению товара важно выстраивать грамотные маркетинговые коммуникации – процессы передачи данных о конкретной продукции целевой аудитории. Под целевой аудиторией подразумевается группа настоящих или потенциальных потребителей, которые могут получить данную информацию и способны соответствующим образом отреагировать на нее. При этом разработчики мобильного приложения при передаче потенциальным потребителям информации должны преследовать три цели [6]:

1) информирование (формирование знаний) перспективных потребителей о товаре (ключевых характеристиках) и условиях его распространения;

2) убеждение потребителей в достоинствах товара для повышения мотивации приобретения товара в ситуации выбора между несколькими марками и т.п., в том числе за счет создания положительного имиджа и укрепления лояльности;

3) проявление внимания и побуждение приобрести товар в данный момент, не откладывая на будущее.

Концепция продвижения приложений

Согласно [7] жизненный цикл мобильного приложения – период времени с момента принятия решения о необходимости создания данного программного продукта и до момента его полного изъятия из эксплуатации, состоит из фаз (и отдельных этапов внутри фаз) (рис. 1).

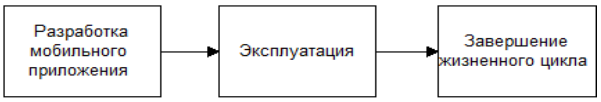


Рис. 1. Фазы жизненного цикла мобильного приложения

Фаза разработки мобильного приложения состоит из двух этапов: внедрить функционал, призывающий пользователя поделиться своим мнением о работе с продуктом, оставив оценку и отзыв на странице магазина (Google Play); выбрать адекватную модель монетизации мобильного приложения.

Для перехода в фазу «эксплуатация» мобильного приложения необходимо:

1) организовать распространение продукта через официальный магазин приложений (Google Play) на основании характеристик потенциальных пользователей (включая особенности их потребительских предпочтений): сформировать пакет для публикации мобильного приложения; оптимизировать «витрину» мобильного приложения в данном магазине;

2) информировать потенциальных пользователей о продукте.

Кроме того, во время нахождения мобильного приложения на рынке необходимо постоянно проводить мониторинг объемов продаж (скачиваний) продукта для принятия одного из двух решений: коррекция содержания работ предыдущих этапов; переход на следующую фазу – завершение жизненного цикла мобильного приложения (снятие с публикации).

Особенности маркетинговых коммуникаций

Процесс маркетинговых коммуникаций (рис. 2) разработчиков с лицом, принимающим решение о приобретении мобильного приложения (далее – ЛПР ПМП), на каждой из фаз жизненного цикла мобильного приложения реализуется с помощью набора коммуникационных сообщений, под которыми в литературе понимается информация, передаваемая в процессе коммуникаций с потенциальными потребителями (ЛПР ПМП) с целью формирования у них определенной ответной реакции (установка мобильного приложения).

При формировании содержания коммуникационного сообщения рекомендуется использовать базовые приемы языкового манипулирования, для чего важно понимать, кто является «получателем» данной информации и какими потребительскими особенностями он обладает. На рис. 3 на основании различных потребительских предпочтений предложен вариант классификации представителей целевой аудитории – получателей коммуникационного сообщения.

Рис. 2. Модель маркетинговых коммуникаций

Представленный вариант классификации не являются исчерпывающим, однако позволяет судить о многообразии особенностей потребительских предпочтений. Анализ «получателя» коммуникационного сообщения на основании определения его потребительского типа (или их совокупности) способствует повышению качества содержания коммуникационного сообщения.

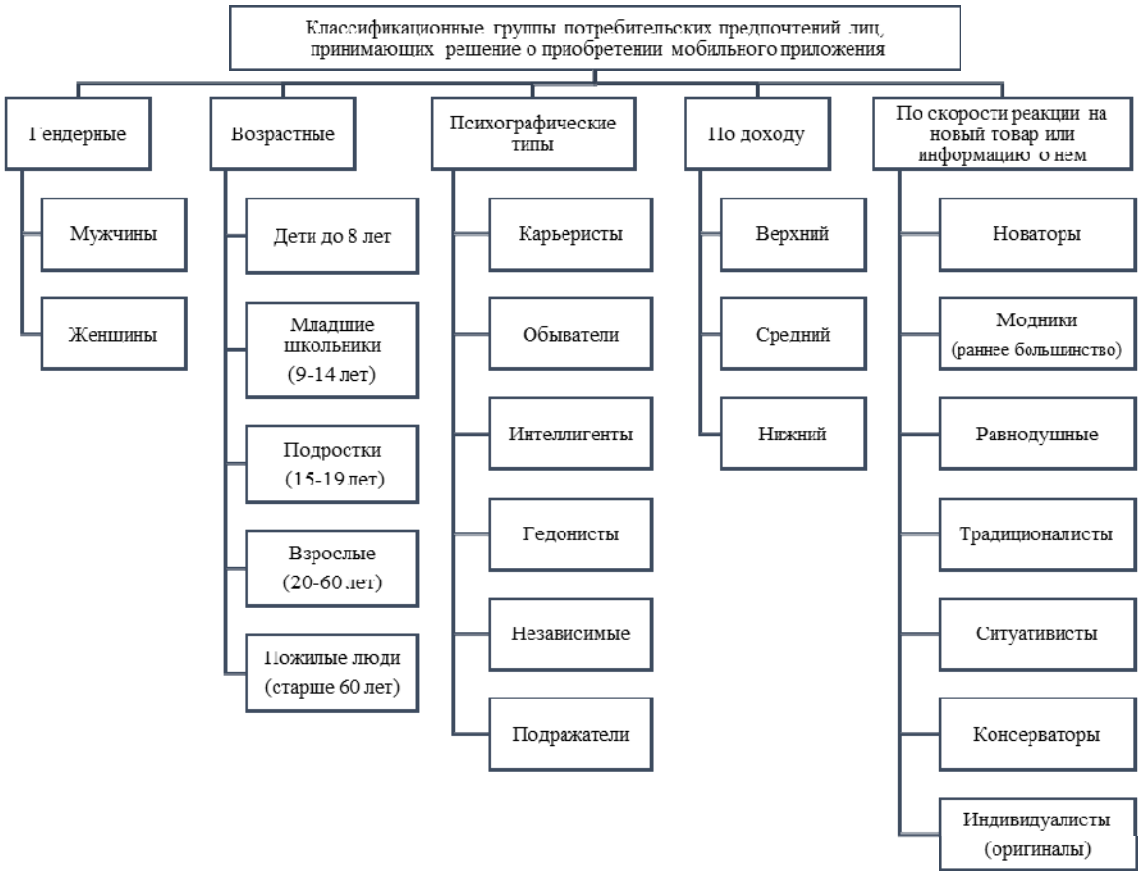


Рис. 3. Классификационные группы потребительских предпочтений

Содержание коммуникационных сообщений

На основании данных, представленных в [8, 9], подобраны ключевые слова, которые могут быть использованы в коммуникационных сообщениях (далее – КС) в зависимости от уровня дохода ЛПР ПМП:

– верхний уровень: улучшенный; престижный; элитный; неординарный; инновационный; эксклюзивный;

– средний уровень дохода: выгодный; практичный; привычный; проверено временем;

– нижний уровень: дешевый; бесплатный.

На основании результатов исследований [10, 11] в табл. 1 представлены потребительские предпочтения лиц, относящихся к различным классификационным группам по «скорости реакции на новую информацию о товаре или появление нового товара».

Кроме того, подобраны ключевые слова, рекомендуемые для использования в КС для потребителей данных групп:

– новаторы: новый, впервые;

– модники: модный, популярный, скидки;

– традиционалисты: проверено временем, качество сквозь года;

– консерваторы: всеми любимая, признано специалистами;

– индивидуалисты (оригиналы): такого вы еще не видели; специально для вас;

– ситуативисты: любые слова из предыдущих групп;

– равнодушные (не определено).

На основании вышеизложенного в табл. 2 выделены целевые группы ЛПР ПМП, имеющие схожие потребительские предпочтения при приобретении мобильных приложений и предложены оценки степени важности тех или иных составляющих коммуникационного сообщения.

Предложенная систематизация процесса разработки содержания коммуникационных сообщений может быть положена в основу разработки типовых шаблонов КС, описанных в общих терминах, характерных для предметной области мобильных приложений, например, следующим образом:

<*Указание авторитетных лиц*> рекомендуют для развития <*Перечисление важных навыков*> использовать новинку – мобильное приложение <*Наименование приложения*>. Просто скачай прямо сейчас <*Указание процедуры установки*>;

<Наименование приложения> предоставляет вам следующие возможности: <ключевые функциональные характеристики приложения>;

Бесплатное мобильное приложение <Наименование приложения> позволит вам <Указание выгоды от использования приложения>.

Таблица 1

Маркетинговые особенности потребителей классификационной группы «скорость реакции на новый товар или информацию о нем»

Наименование классификационной группы	Доля, %	Потребительские предпочтения
Новаторы	4	Новые товары или товары, обладающие новыми атрибутами
Модники (раннее большинство)	25,5	Новые, но некоторыми уже употребляемые товары
Традиционалисты	21	Надежные, «классические» товары, проверенные временем, традициями потребления общества
Консерваторы	20,5	Отрицают нововведения
Индивидуалисты (оригиналы)	9	Товары, подчеркивающие индивидуальный стиль, приемлемый для одного человека или специфической группы потребителей
Ситуативисты	7	Потребление определяется главным образом ситуативными факторами. Свойственна спонтанность
Равнодушные	13	Не имеют предпочтений в конкретном товаре или их предпочтения очень слабые

Таблица 2

Соотношение элементов содержания коммуникационных сообщений и классификационных групп ЛПР ПМП

Группы ЛПР ПМП	Функции	Характеристики	Цена	Отзывы (оценки)	Эмоции (Э), Разум (Р)	Ценности
Гендерные особенности						
Мужчины	1	Функции	1	0	Р	Престиж, логика,
Женщины	0,5	Практичность	0	1	Э	Дом, семья, красота
Возрастные группы						
Родители детей до 9 лет	1	Надежность	0	1	Э+Р	Правильное воспитание, безопасность
9–14 лет	1	Дизайн	1	1	Э	Популярность, признание, яркость
15–19	0,5	Дизайн	1	1	Э+Р	Престижность, общение, выделение из толпы
20 и старше	1	Функции, практичность	1	1	Р	Привычки, выгода, самостоятельность
Скорость реакции на новый товар						
Новаторы	1	Функции	0	0	Э	Инновации, интерес, прогресс
Модники	1	Дизайн	0,5	1	Э+Р	Популярность, мода
Индивидуалисты	1	Практичность	0,5	0,5	Э+Р	Индивидуальный стиль

* Значения данных определяются следующим образом: «1» – важно сделать акцент в рекламном сообщении; «0,5» – желательно сделать акцент; «0» – критерий не важен.

Заключение

Проведенный анализ различных классификационных групп потребительских предпочтений (по полу, возрасту, уровню дохода и т.п.), позволил определить ключевые фразы и особенности оформления рекламных (коммуникационных) сообщений для них, что позволит увеличить эффективность маркетинговой деятельности, и как следствие увеличит объемы доходов разработчиков. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются

разработка моделей и алгоритмов в рамках представленной методики, а также составление шаблонов коммуникационных сообщений на основании характеристик потребителей и каналов их распространения.

Литература

1. Ехлаков Ю.П. Вывод прикладного программного обеспечения на рынок корпоративных продаж: взгляд разработчика // Маркетинг в России и за рубежом. – 2009. – № 4 (72). – С. 45–50.

2. Реклама. Продвижение товаров на рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ereport.ru/articles/market/mktng03.htm, свободный (дата обращения: 29.08.2016).

3. Продвижение товара и маркетинговые коммуникации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.grandars.ru/student/marketing/prodvizhenie-produkta.html, свободный (дата обращения: 29.08.2016).

4. Маркетинговые коммуникации продвижения товара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.telenir.net/delovaja_literatura/marketing_konspekt_lekcii/p9.php, свободный (дата обращения: 11.09.2016).

5. Маркетинговые коммуникации и их роль в построении бренда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m73/14.htm, свободный (дата обращения: 17.05.2016).

6. Кузнецова Ю.В. Новые способы продвижения маркетинговых коммуникаций // Вестник Евразии. – 2006. – №2. – С. 22.

7. Жизненный цикл программных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.maksakov-sa.ru/ProgrProd/GiznenCikl/index.html, свободный (дата обращения: 01.09.2016).

8. Покупательские предпочтения: психографические типы и мнение покупательниц о петербургском рынке одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rustm.net/catalog/article/213.html, свободный (дата обращения: 20.09.2016).

9. Панкрухина А.П. Маркетинг. – М.: ИКФ Омега-Л, 2002. – 656 с.

10. Основы типологии потребления одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://referat.co/ref/672618/read, свободный (дата обращения: 19.07.2016).

УДК 351/354+321.7

О.К. Серых

О некоторых аспектах применения механизмов электронной демократии в Российской Федерации

Рассматриваются аспекты развития электронной демократии в Российской Федерации. С появлением сети Интернет и развитием информационно-телекоммуникационных технологий граждане могут активнее принимать участие в реализации государственной политики. Для этого создаются различные интернет-ресурсы, позволяющие учитывать общественное мнение. Результаты анализа могут быть использованы органами власти и управления для совершенствования государственной политики в области развития демократических основ в Российской Федерации.

Ключевые слова: демократия, электронная демократия, информационно-телекоммуникационные технологии.

Согласно Конституции Российской Федерации Россия – демократическое государство [1]. Для начала следует привести определение самой демократии. В Толковом словаре русского языка С.И. Ожегова термин «демократия» представлен в двух значениях [2]:

1. Политический строй, основанный на признании принципов народовластия, свободы и равноправия граждан.

2. Принцип организации коллективной деятельности, при котором обеспечивается активное и равноправное участие в ней всех членов коллектива.

Таким образом, можно констатировать, что в государстве народ активно вовлекается и участвует в процессах формирования качественной жизни территориальных единиц различных иерархических уровней. Для того чтобы граждане могли участвовать в реализации государственной политики, необходимы механизмы, с помощью которых население смогло открыто направлять информацию о возникших общественных противоречиях, о каких-либо предложениях об улучшении состояния отдельных сфер, а также контролировать действия органов власти при устранении определенных проблем.

Для современного мира уже стало обыденным использование информационно-телекоммуникационных технологий. Получение информации для людей стало более доступным с появлением сети Интернет, равно как и получение государственных, муниципальных и социальных услуг, а также отправление обращений, заявлений и жалоб. Таким образом, сохраняется личное время граждан при получении необходимых услуг или обращении в орган власти за счет исключения из процессов этапа ожидания в очередях. Кроме того, появляются новые способы взаимодействия народа и власти: публичные сайты, где гражданин может направить заявку (обращение) о какой-то возникшей проблеме, или, наоборот, о предложении что-то изменить в городе или регионе. Активное внедрение информационно-коммуникационных технологий в систему общественно-политических отношений позволяет сущест-

венно расширить возможности российских граждан в плане их общественно-политического участия, создать условия для роста их гражданской активности, что, в свою очередь, способствует формированию качественно нового уровня активности граждан, пользующихся современными электронными технологиями не только в личных целях, но и в целях общественно-политического участия на всех уровнях публичного управления [3]. Следовательно, можно говорить о том, что с помощью подручных электронных средств, будь то компьютеры или гаджеты, которые имеют доступ к сети Интернет, граждане могут открыто взаимодействовать с органами власти и проявлять свою инициативу в улучшении своей жизни.

В настоящее время разработан проект Концепции развития в Российской Федерации механизмов электронной демократии до 2020 г. В соответствии с ним под электронной демократией понимается такая форма организации общественно-политической деятельности граждан, которая обеспечивает за счет широкого применения информационно-коммуникационных технологий качественно новый уровень взаимодействия граждан друг с другом, с органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными организациями и коммерческими структурами [3].

Данное обстоятельство обусловлено тем, что в России сложилась благоприятная среда для активного развития механизмов электронной демократии. Во-первых, на государственном уровне четко обозначен вектор в сторону системного укрепления демократических институтов; государство выделяет серьезные средства на развитие гражданского общества, оказывает поддержку многочисленным общественным организациям. Во-вторых, российские граждане проявляют всё больший интерес к современным информационно-коммуникационным технологиям, включая мобильную телефонию и Интернет; растёт число граждан, которые активно пользуются различными мобильными и интернет-проектами в целях защиты своих прав и свобод, осуществления коммуникации с органами власти и общественно-политическими организациями. В-третьих, государственные и частные программы информатизации системы общественных отношений позволили сформировать соответствующую инфраструктуру и создать в России плотную информационно-коммуникационную среду с высоким уровнем распространения мобильных телефонов и персональных компьютеров среди населения, интернет-доступности и компьютерной грамотности. Современные электронные технологии всё шире применяются в бизнесе, медицине, образовании, науке, культуре и государственном управлении [3].

Наиболее распространенными среди механизмов электронной демократии являются следующие из них [3]:

1) электронное голосование (голосование по мобильному телефону, интернет-выборы);

2) механизмы сетевой коммуникации граждан и коллективного обсуждения социально значимых проблем и вопросов общественно-политической тематики в режиме онлайн;

3) механизмы формирования онлайн-сообществ, включая механизмы планирования и реализации гражданских инициатив и проектов коллективных действий;

4) механизмы сетевой коммуникации граждан с органами власти, включая инструменты воздействия на принятие решений и гражданский контроль за деятельностью органов власти;

5) механизмы общественного онлайн-управления на муниципальном уровне.

Приведенные механизмы позволяют выстроить систему мониторинга, под которым понимается специальным образом сформированный инструмент информационного обеспечения управленческой деятельности для контроля, оценки, анализа и прогнозирования развития объекта управления на основе непрерывного процесса, состоящего из процедур жизненного цикла переработки информации (сбор, обработка, хранение, отображение и распространение), каждая из которых, в свою очередь, реализуется через свойственные ей методические приемы. Его цель – предоставление органам власти актуальной информации о ситуации в различных сферах жизнедеятельности [4]. Соответственно в конечном итоге полученная информация от реализации данных механизмов может способствовать совершенствованию государственной политики в Российской Федерации.

К уже созданным системам электронной демократии можно отнести портал «Электронная демократия Новосибирской области» [5]. Портал «Электронная демократия» – это государственная информационная система Новосибирской области, предназначенная для эффективного взаимодействия граждан, организаций и органов власти с целью повышения уровня жизни в регионе. Портал предоставляет возможность подавать сообщения и контролировать сроки и качество их рассмотрения, а также оценивать результаты работы с сообщениями органов власти и других учреждений. Портал «Электронная демократия Новосибирской области» – это современный и эффективный инструмент для того, чтобы решать следующие проблемы [5]:

1) некачественная работа и неисполнение обязанностей в сфере ЖКХ управляющими компаниями и администрациями муниципальных образований Новосибирской области;

2) невозможность записаться или вовремя попасть по записи на приём в медицинское учреждение;

3) ненадлежащее состояние дорог в регионе;

4) нарушение правил перевозок пассажиров и графика движения общественного транспорта;

5) некачественное или несвоевременное оказание услуг многофункциональными центрами (МФЦ) Новосибирской области.

Главной особенностью портала «Электронная демократия» является то, что сообщения попадают

на рассмотрение именно в ту организацию, которая компетентна в решении проблемной ситуации. Ответственная организация определяется автоматически в карточке сообщения, до момента его отправки, исходя из введенных пользователем данных. Например, сообщения из раздела «ЖКХ» попадают в личный кабинет управляющей компании, обслуживающей указанный дом. Сообщения из раздела «Здравоохранение» рассматриваются непосредственно сотрудником указанного гражданином медицинского учреждения. Таким образом, достигается эффективное адресное решение проблем, что, в отличие от рассмотрения обращения, направленного в орган власти в соответствии с Федеральным законом от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации», значительно сокращает срок его рассмотрения. Также предусмотрен механизм контроля за сроком обработки сообщения сотрудником компетентной организации. Сообщения, не решенные в срок, автоматически перенаправляются в соответствующее ведомство, являющееся надзорным органом для организации. Например, при рассмотрении сообщения в управляющей компании более 10 календарных дней сообщение перенаправляется в государственную жилищную инспекцию Новосибирской области, уполномоченную на осуществление регионального государственного жилищного надзора на территории Новосибирской области [5].

По состоянию на 13 сентября 2016 г. на портал «Электронная демократия Новосибирской области» поступило 186 обращений от жителей и 159 обращений носят статус рассмотренных. Большинство обращений от жителей региона направляются в разделы «Дороги» и «ЖКХ». Ответ на обращение жителя указывается ниже самого текста обращения и носит название «комментарий исполнителя». Вместе с тем предусмотрено отображение срока решения (ожидаемая дата решения) по данному обращению.

Также созданы некоторые системы, которые не носят явного названия «Электронная демократия», но имеют прямой ее смысл: так называемые сайты общественного мониторинга «Народный контроль». В регионах создаются подобные сайты для того, чтобы жители могли написать обращение или жалобу по услуге. На сайтах имеется связь с государственными и муниципальными органами власти. Электронные уведомления (заявки) на сайт «Народный контроль» не являются официальным обращением гражданина в органы власти. При поступлении заявки (жалобы/обращения) от зарегистрированного пользователя сайта (портала) «Народный контроль» все заявки граждан переадресовываются в органы власти, которые в соответствии со своими полномочиями могут устранить определенную проблему в оказании услуг либо поясняют, по какой причине проблему, с которой гражданину пришлось столкнуться, нельзя устранить. При перенаправлении заявки от сайта к органу власти, статус заявки официально будет носить название «обращение гражданина». В этой связи будет действовать Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации». Согласно ч. 2 ст. 8 Федерального закона от 02.05.2006 № 59-ФЗ письменное обращение подлежит обязательной регистрации в течение 3 дней с момента поступления в государственный орган, орган местного самоуправления или должностному лицу, а в соответствии с ч. 1 статьи данного закона письменное обращение, поступившее в государственный орган, орган местного самоуправления или должностному лицу в соответствии с их компетенцией, рассматривается в течение 30 дней со дня регистрации [6].

На сайтах имеются тематические рубрики по проблемным областям. Есть сайты, где рассматривается только одна сфера, например, только ЖКХ или дороги (www.rosyama.ru и www.roszkh.ru), а есть ресурсы, которые объединяют в себе множество рубрик (www.gorod.mos.ru и независимый on-line-проект для решения проблем и борьбы с несправедливостью www.angrycitizen.ru).

В ходе анализа сайтов общественного мониторинга было установлено, что существует возможность, при направлении обращений, сопровождать их графическими материалами, например, фотографиями. На некоторых сайтах предусматривается наличие карты, и гражданин может указать на ней местоположение, где необходимо устранить проблему. Также сайты имеют статистику проблем: сколько обращений поступило, сколько находится в работе, сколько уже устранено. Кроме того, можно увидеть ход реализации определенного обращения и устранения проблемы. Это является важными составляющими соответствующих ресурсов, так как гражданин может сам контролировать ход своего обращения и увидеть, какие органы его рассматривают.

Для примера можно привести геоинформационный портал «Наш город», который создан по инициативе мэра Москвы С.С. Собянина [7]. Портал предоставляет москвичам следующие возможности:

1) получение информации о деятельности органов власти;
2) контроль, своевременность и качество проводимых работ на объектах городского хозяйства;
3) сообщение о выявленных нарушениях;
4) указание на незаконное размещение объектов;
5) предложение дополнительных работ по благоустройству дворов.

Помимо создаваемых ресурсов, где каждый житель может написать о своей проблеме или предложении, существуют и оценочные порталы, которые позволяют гражданам оценить предоставление услуг органами власти. Данные порталы создаются потому, что без обратной связи трудно представить эффективное управление. Например, портал «Ваш контроль» помогает сделать получение государственных услуг удобным и эффективным с помощью того, что каждый гражданин, который получает услугу, смог дать отзыв о самом предоставлении конкретной услуги органами власти. Для того чтобы оце-

нить предоставление услуги в организациях, граждане могут оставлять оценки через электронные терминалы в многофункциональных центрах, органах власти, внебюджетных фондах и на интернет-сайтах. Портал «Ваш контроль» собирает и обобщает все собранные оценки и отзывы, а затем ежеквартально формирует сводные оценки по каждому ведомству, его региональному или структурному подразделению. Затем эти сводные отчеты перенаправляются в вышестоящие органы власти. На основе данных отчетов принимаются меры, которые также могут нести в себе досрочное прекращение исполнения соответствующими руководителями своих должностных обязанностей [8].

Таким образом, в проекте Концепции указывается, что должна быть создана единая система электронной демократии, которая должна обеспечить участие граждан и организаций в общественном управлении на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, что должно положительно повлиять на качество предоставления государственных и муниципальных услуг на территории Российской Федерации, обеспечить повышение эффективности государственного управления, а также повысить удовлетворенность граждан деятельностью государственных органов власти и органов местного самоуправления [3]. Однако, как можно видеть, создаются отдельные системы в некоторых регионах Российской Федерации.

Литература

1. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: сайт Конституции Российский Федерации. – Режим доступа: http://www.constitution.ru/ (дата обращения: 15.09.2016).

2. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – 4-е изд., доп. – М.: Азбуковник, 1999. – 944 с.

3. Проект концепции развития в Российской Федерации механизмов электронной демократии до 2020 года [Электронный ресурс]: официальный интернет-портал администрации Томской области. – Режим доступа: https://tomsk.gov.ru/Yalektronnaya-demokratiya (дата обращения: 15.09.2016).

4. Сидоров А.А. Мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований в контексте жизненного цикла переработки информации / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко, В.Ф. Тарасенко // Вестник Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 4. – С. 54–61.

5. Электронная демократия Новосибирской области [Электронный ресурс]: портал «Электронная демократия Новосибирской области». – Режим доступа: http://dem.nso.ru/ (дата обращения: 15.09.2016).

6. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации: Федеральный закон от 02.05.2010 № 59-ФЗ // Нормативно-правовая ситсема Консультант-Плюс.

7. Москва «Наш город» [Электронный ресурс]: портал Москва «Наш город». – Режим доступа: www.gorod.mos.ru (дата обращения: 15.09.2016).

8. Проект «Вашконтроль» [Электронный ресурс]: портал «Вашконтроль». – Режим доступа: https://vashkontrol.ru/ (дата обращения: 15.09.2016).

УДК 004.822:332.145

М.А. Шишанина

Онтологическое моделирование социально-экономического развития сельских территорий: обоснование актуальности

Рассмотрены особенности сельских территорий. Выделены основные аспекты их социально-экономического развития. Сделан вывод о сложности построения адекватной модели социально-экономического развития при помощи формальных традиционных моделей. Предложено использовать онтологическую модель для представления множества показателей, оказывающих непосредственное влияние на социально-экономическое развитие сельских поселений.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, сельское поселение, онтология.

Роль сельских территорий в истории человечества огромна: около половины населения мира проживает на таких территориях; в их границах производится сельскохозяйственная, лесная, рыбная продукция. Однако на сегодняшний день в России сложилась достаточно печальная ситуация: последствия распада СССР откликаются и поныне в виде сокращений земледельческой и животноводческой продукции; снижении доходов граждан, занятых в сельском хозяйстве; сокращении и упадке социальной сферы в сельских населенных пунктах. Всего сельские территории составляют 2/3 от площади страны, на которой проживает около 24% от всей численности населения. Соответственно комплексное развитие государства невозможно без сохранения и развития сельских территорий и населенных пунктов. Разрушение сельского уклада не только подорвет продовольственную безопасность страны, но и культурные традиции и устои, которые складывались тысячелетиями.

Сельская местность как объект изучения и управления

Говоря о незаменимой роли сельских территорий для развития страны, отечественные авторы часто используют различную терминологию для определения данного понятия. При этом можно от-

метить следующую позицию: «что не город – то село». В развитых европейских государствах, например, к сельским территориям относят местность вне крупных городов, которая включает малые города и деревни, служит в роли заповедников или поселенческих территорий, где есть возможность экономической и культурной деятельности, проведения свободного времени [1]. Также и некоторые отечественные авторы [2] допускают отнесение малых городов к сельским территориям. В свою очередь, Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации дает следующее определение: «…сельские территории – это территории сельских поселений и соответствующие межселенные территории» [3]. Сельские территории занимают определенное место в географическом пространстве, соответственно связь места с территорией находит свое проявление в том, что место является конкретной точкой территории, т.е. при отдельном рассмотрении деревень, хуторов, сел и т.д. логичнее употреблять понятие «сельская местность» [4].

Понятие «сельское поселение» в свою очередь, как правило, различается в зависимости от политического строя государства, национальных, экономических, демографических, социальных, географических условий. В общем виде под сельским поселением понимают населенный пункт, находящийся в сельской местности, большинство жителей которого работают в сфере сельского хозяйства [5]. В географической энциклопедии представлено следующее определение: «…сельское поселение – это расположенное в сельской местности несельскохозяйственное поселение, не соответствующее по численности населения городу, связанное с лесным хозяйством, обслуживанием транспорта вне городов» [6]. В 2003 г. Федеральным законом № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» было определено, что сельское поселение – один или несколько объединенных общей территорией сельских населенных пунктов (поселков, сел, станиц, деревень, хуторов, кишлаков, аулов и других сельских населенных пунктов), в которых местное самоуправление осуществляется населением непосредственно и (или) через выборные и иные органы местного самоуправления [7]. Таким образом, в рамках дальнейшей работы будет использоваться определение, закрепленное в базовом нормативном правовом акте, как наиболее полное и соответствующее управленческой практике.

На тип и облик сельского поселения кардинально влияют национальные традиции, природные условия, хозяйственные отношения, и именно они же зачастую определяют расположение, планировку и размеры поселений. Также одной из особенностей сельских поселений является особый тип социальных взаимоотношений: сохранение традиций во всех сферах жизнедеятельности. При этом нельзя говорить, что сельские поселения все одинаковы, каждое из них обладает рядом уникальных черт, которые варьируются в зависимости от различных факторов, представленных выше, но тем не менее можно выделить схожие поселения, используя различные классификационные признаки.

Всего в сельских поселениях проживает 34 565 527 чел. [8], что составляет около 24% от всей численности РФ. Вместе с тем сельские поселения находятся в глубоком социально-экономическом кризисе, что обусловлено следующими причинами:

- экономическими (низкая финансовая обеспеченность поселений, недостаток средств и ресурсов для функционирования объектов социальной сферы, ремонта оборудования, сооружений, а также удовлетворения иных потребностей поселения);
- социокультурными (снижение морального уровня сельского населения, рост криминогенности, повышение уровня безработицы, алкоголизма, наркомании и иных проблем социального и культурного плана);
- демографическими (сокращение численности сельского населения из-за бытующей тенденции переезда трудоспособного населения в города, следовательно, показатели рождаемости сокращаются, а показатели смертности увеличиваются).

Также в [9] отмечаются следующие закономерности: во-первых, вследствие сокращения численности населения исчезают небольшие сельские населенные пункты, в свою очередь, средние поселения деградируют, а часть из них переходит в группу малых и мельчайших. Во-вторых, сельские жители все больше концентрируются в более крупных селах и деревнях (такая тенденция в большей степени характерна для южных населенных пунктов).

Наряду с имеющимися проблемами на уровне государства разработан ряд нормативных правовых документов, регламентирующих развитие в том числе и сельских поселений (например, «Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г.»). В общем данные нормативные документы для развития сельских территорий выделяют следующие цели [10]:

- создание благоприятных социально-экономических условий для выполнения общенациональных функций и решения задач территориального развития;
- обеспечение стабилизации численности сельского населения и создание условий для его роста за счет снижения смертности, увеличения ожидаемой продолжительности жизни, уменьшения миграционного оттока населения;
- обеспечение занятости, повышение уровня и качества жизни сельского населения с учетом современных требований и стандартов;
- повышение эффективности сельского хозяйства и вклада сельских территорий в социально-экономическое развитие страны.

Таким образом, социально-экономическое развитие сельских поселений является одним из приоритетных направлений государственной политики, без которой невозможно комплексное государственное развитие.

Социально-экономическое развитие как целевая функция оценки

В литературе нет единого подхода к однозначному определению социально-экономического развития. Здесь и далее под социально-экономическим развитием будем понимать процесс, направленный на позитивные количественные и качественные изменения во всех сферах жизнедеятельности территории, проистекающий при воздействии различных субъектов и характеризующийся объективностью, комплексностью, непрерывностью и управляемостью [11].

Социально-экономическое развитие сельских поселений является элементом многоуровневой системы стратегического планирования (рис. 1).

Рис. 1. Уровни социально-экономического развития

В соответствии с Федеральным законом от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» определено, что программа социально-экономического развития сельского поселения должна соответствовать приоритетам и целям социально-экономического развития Российской Федерации и ее субъектов [12].

При этом процесс оценки текущего уровня социально-экономического развития является непростой задачей по той причине, что на социально-экономическое положение сельского поселения оказывают влияние множество факторов в разной степени в зависимости от типа, населенности и географического положения сельского поселения. Также множество факторов не всегда можно описать только количественными показателями, при оценке возникают качественные показатели, что усложняет процесс оценки и интерпретации результата. Таким образом, возникает проблема в представлении социально-экономического развития как единого процесса, объединяющего множество взаимовлияющих показателей.

Исходя из обозначенной выше проблемы, возникает потребность в представлении множества показателей, необходимых при оценке социально-экономического развития. Данные показатели необходимо классифицировать в зависимости от анализируемого сельского поселения (например, показатели оценки социально-экономического развития сельских населенных пунктов, расположенных в северных районах, отличаются от аналогичных показателей южных районов). Таким образом, возникает первоочередная задача в выявлении типовых сельских населенных пунктов со схожими показателями оценки социально-экономического развития. Логично, что для выявления типовых населенных пунктов необходимо определить то множество показателей, по которым уровень социально-экономического развития у сельских поселений разнится.

Онтология как инструмент поддержки принятия решений в области управления социально-экономическим развитием сельской местности

Наиболее перспективной среди систем поддержки принятия решений является онтология как методология описания и использования знаний о предметной области исследования [13]. Таким образом, для упорядочения множества показателей предлагается использовать онтологическую модель по следующим причинам:

- онтология позволяет рассмотреть предметную область в качестве системы;
- предметная область представлена в одном ключе – в виде иерархии;
- построение онтологической модели позволяет выделить все множество логических связей, возникающих в рассматриваемой предметной области.

При построении онтологии, как правило, выделяют следующие элементы: концепты, свойства концептов, отношения между концептами. Применительно к социально-экономическому развитию сельских поселений в общем виде онтологическая модель будет представлена следующим образом:

- концепты – это множество понятий предметной области (множество показателей);
- свойства концептов – это области допустимых значений соответствующих показателей;
- отношения между концептами – это множество зависимостей, возникающих между показателями.

Пример взаимоотношений приведен на рис. 2.

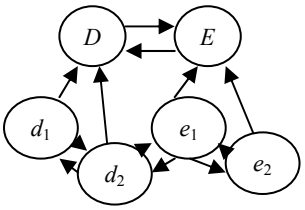


Рис. 2. Пример представления показателей в виде онтологии

Таким образом, на социально-экономическое развитие сельского поселения влияет множество показателей, которые, помимо всего прочего, могут влиять и друг на друга.

Например, такими могут быть показатели, характеризующие уровень демографического (D), экономического (E) и другого уровня развития в зависимости от рассматриваемого типа сельского поселения. Соответственно ряд этих уровней развития необходимо рассчитать относительно общих коэффициентов (d, e), которые в свою очередь рассчиты-

ваются на основе абсолютных и относительных величин.

Например, показатели численности населения оказывают решающее воздействие тем или иным образом на другие показатели. Соответственно в результате снижения численности населения уменьшается доля трудоспособного населения, также уменьшаются показатели, характеризующие экономическое состояние сельского поселения. В свою очередь снижение количества детей влечет уменьшение числа объектов социальной инфраструктуры и соответствующего финансирования. Логично, что процесс может быть разнонаправленным в зависимости от целей социально-экономического развития сельского поселения.

Заключение

Таким образом, подводя итог, следует выделить, что использование онтологической модели при представлении социально-экономического развития сельских поселений обладает рядом преимуществ, представленных и описанных выше, что позволит рассмотреть данный процесс системно, в результате чего можно будет выделить ряд показателей, характерных для совокупности сельских поселений (так называемых типовых). Типовые сельские поселения позволят выделить закономерности в социально-экономическом развитии.

Литература

1. Газизов Р.М. Сельские территории: понятие, типология, функции / Р.М. Газизов // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 11. – С. 348–351.

2. Никулина Е.В. Формирование и оценка финансового потенциала устойчивого развития экономики сельских территорий / Е.В. Никулина // Вестн. ВГУ. – 2010. – № 2. – С. 123–127.

3. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 г., утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации. № 2136-р от 30 ноября 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mcx.ru/documents/document/show/14914.77.htm, свободный (дата обращения: 19.09.2016).

4. Зайцева О.О. Сельские территории как объект управления: понятие, функции, типологии // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6, ч. 2. – С. 416–420.

5. Различие городских и сельских поселений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://geographyofrussia.com/razlichie-gorodskix-i-selskix-poselenij, свободный (дата обращения: 25.09.2016).

6. Определение сельского поселения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/29025, свободный (дата обращения: 25.09.2016).

7. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications, свободный (дата обращения: 15.09.2016).

9. Шестаков С.А. Проблемы устойчивого развития сельских территорий Вологодской области / С.А. Шестаков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2011. – № 5, т. 17. – С. 154–160.

10. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период да 2030 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 2 февраля 2015 г. № 151-р. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Сидоров А.А. Концептуальные основы когнитивного моделирования социально-экономического развития муниципальных образований / А.А. Сидоров, Д.В. Сапрон // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 2(36). – С. 130–135.

12. О стратегическом планировании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

13. Тузовский А.Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) / А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.

Секция 21

RESULTS OF POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN THE SPHERE OF ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

Сопредседатели секции: ***Менгардт Елена Рудольфовна****, доцент каф. ИЯ;*
Покровская Елена Михайловна*, к.фил.н., зав. каф. ИЯ*

UDC 537.533:539.9

I.Yu. Bakeev

Electron-beam Sintering in the Forevacuum Pressure Range of Zirconia and Alumina Powders without Pressing

The results of investigations about electron-beam sintering of non-compacted alumina and zirconia in the forevacuum pressure range are presented. It is shown that due to the insufficient contact area between the ceramic particles, the significant density and strength of samples obtained by this method are not observed. Exception is the system of zirconia-alumina with a weight ratio 6:1. The redistribution of the ceramic particles and local compaction of grains on the SEM-images are seen.
Key words: zirconia, alumina, ceramic powders, electron-beam sintering, forevacuum.

Introduction

Special attention is given to the development of three-dimensional printing technology products from different materials [1], including ceramic [2], and their introduction in manufacturing. The principle enclosed in the currently existing printing methods for ceramics (stereolithography (SLA) [3], laminated object manufacturing (LOM) [4], selective laser sintering (SLS) [5], fused deposition modeling (FDM) [6], three-dimentional printing (3DP) [7], etc.) is a layer-by-layer forming of ceramic batch shape using binders and subsequent post-processing in a high temperature furnace for binder removal and direct sintering the powder particles.

It should be noted that the articles devoted to using an electron-beam for a layer-by-layer forming of ceramic do not exist. The electron-beam melting (EBM) technology [8] is used only for metals, for example, for printing complex shape details from titanium alloys, including medical prosthesis. One of the reasons complicating the usage of this technology for ceramic is the powder spreading due to electron-beam action [9]. The most probable cause of this is charging of particles.

This problem can be solved by two ways: using a special mechanism of charge compensation and using a forevacuum plasma source [10] working in the pressure range from several to tens Pascals for generation of an electron beam. In the latter case, the compensation of the charge on dielectric surfaces is performed by the ion flow from plasma produced by the electron beam propagation.

The aim of this work was investigation of electron-beam sintering of non-compacted ceramic powders (zirconia and alumina) in the forevacuum pressure range.

Techniques and methods of the experiment

The scheme of the experimental setup is shown in Fig. 1. A ceramic powder *1* in a graphite crucible *2* is placed in a vacuum chamber *3* and irradiated by an electron beam *4* generated by the forevacuum plasma electron source *5* [10]. The electron beam *4*, whose diameter is about 1 mm, is formed by electron extraction from the emission plasma *6*, produced by the glow discharge with a hollow cathode *7*, through the central hole (diameter is 0.75 mm) in a perforated electrode *8*, which overlaps an emission aperture in an anode *9*. The voltage U_a applied between the anode 9 and the grounded extractor 10 performs accelerating of the electrons to the required energies. After that, the electron beam is focused by a magnetic coil *11*. Beam scan the powder surface with using a magnetic deflection system *12*. The form of scanning area is a square with sides 15×15 mm.

The power of the discharge and the accelerating voltage are produced by a discharge power supply *13* and an accelerating voltage supply *14* respectively.

To avoid the appearance of cracks in the volume of the sample and the powder spreading caused by the intensive outgassing, controlled warming and cooling after processing are implemented with a rate of change of power density 2 W/cm^2·min. The dwell time at the fixed beam parameters during sintering is 30 minutes.

Pumping the vacuum chamber is produced only by a forevacuum pump, and pressure P in the vacuum chamber is controlled by work gas puffing (air).

The morphological features of sintered samples were investigated by the method of scanning electron microscopy (SEM TM-1000 (Hitachi)).

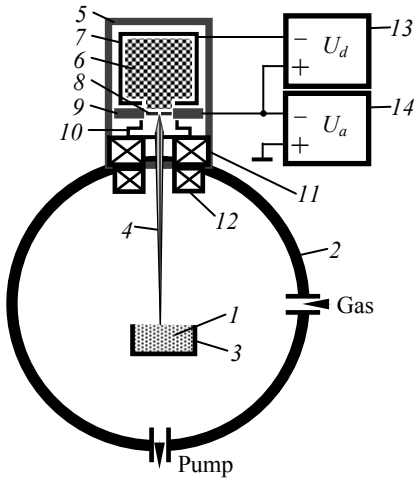


Fig. 1. The experimental setup: *1* – ceramic powder; *2* – vacuum chamber; *3* – graphite crucible; *4* – electron beam; *5* – forevacuum plasma electron source; *6* – emission plasma; *7* – hollow cathode; *8* – anode; *9* – perforated electrode; *10* – grounded extractor; *11* – magnetic focusing coil; *12* – magnetic deflection coil; *13* – discharge power supply; *14* – accelerating voltage supply

Experimental results

The typical sintered structure, which was obtained by the electron beam treatment of surface of alumina powder (average particle size is 100 μm) with different parameters of the beam, is presented in Fig. 2 and Fig. 3. The image of powder surface presented in Fig. 2 is obtained with the average beam power density P_S = 90 W/cm^2. Due to the character of scanning strategy, the beam power density in the corners of the scanned shape is higher than the average by 25%. So two specific areas are seen: melting of the powder particles in the corners of shape and the central sintered area. The image of the central area at a larger scale is presented in Fig. 3. It is seen that the alumina particles are sintered with each other. However, due to their large size, the contact area between particles is too small. As a result, the porosity of the sample is large (approximately 80 %) and the strength is low.

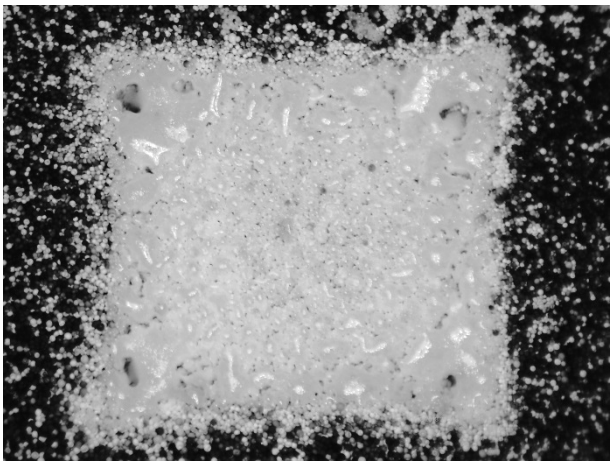


Fig. 2. Image of surface of sintered alumina powder

The image of the zirconia sample (average particle size of zirconia particle is 10 μm) irradiated by the electron beam is presented in Fig. 4. The mode of treatment is as follows. The beam power density were fixed P_S = 300 W/cm^2 during the dwell time of 10 min. Any visual changes in this case are not observed. To further increase the beam power density, size of scanning area was decreased until the beam power density is P_S = 300 W/cm^2. These beam parameters were fixed during 20 minutes.

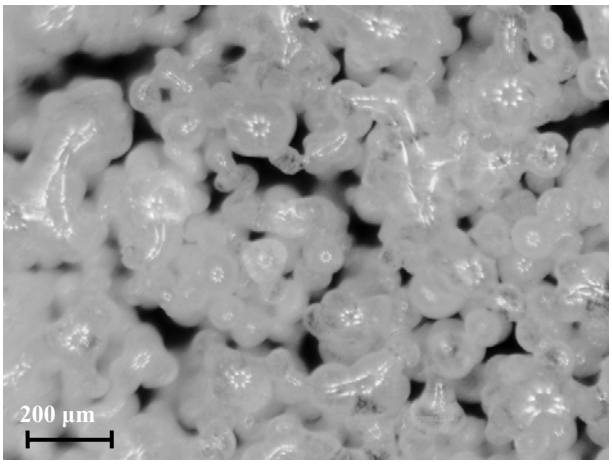


Fig. 3. Image of central area of sintered alumina powder

The resulting sample have two specific area (Fig. 4). Melting zirconia particles and their evaporation are seen in the central area. The other sintering area is very fragile to mechanical stress, and the density of the sintered part is constant throughout its volume, up to approaching the central melted part. This fact may indicate the impossibility of sintering of single-composition non-compacted zirconia powder having average particle size 10 microns by the electron beam.

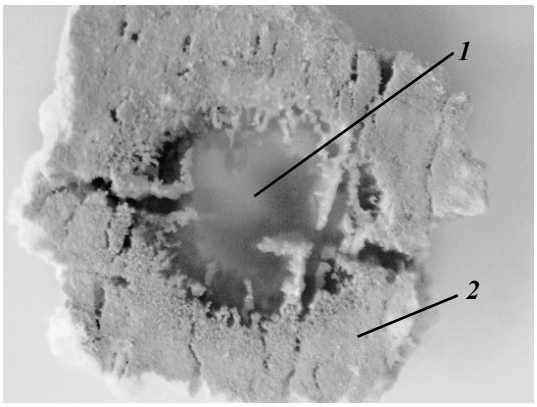


Fig. 4. Image of sintered zirconia: *1* – central melted and evaporated area; *2* – sintered part

SEM-images of cross-section of electron-beam sintered sample of the system zirconia-alumina system (average particle size is 10 μm) with a weight range 6:1 are presented in Fig. 5 (irradiated side), Fig. 6 (at a depth of 0.25 mm from the irradiated side surface), Fig. 7 (reverse to the irradiated side, thickness of the sample is about 2 mm).

The beam power density used in the manufacture of the given sample is P_S = 140 W/cm^2. Porosity of the sample is about 45%, density is 3 g/cm^3.

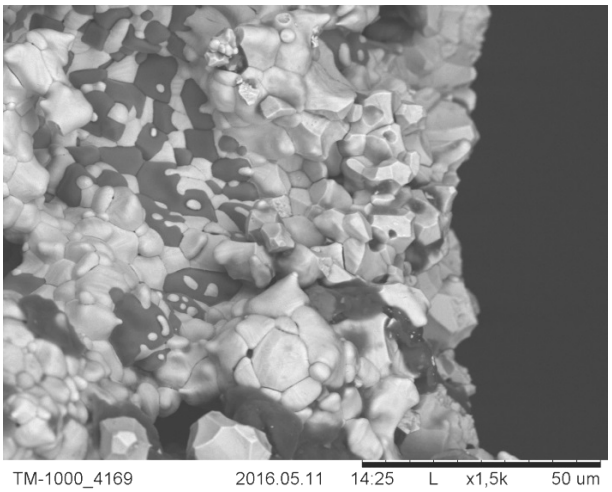


Fig. 5. The SEM-image of cross section of the sample made by electron-beam sintering the zirconia-alumina system with a weight range 6:1 near the irradiated surface.

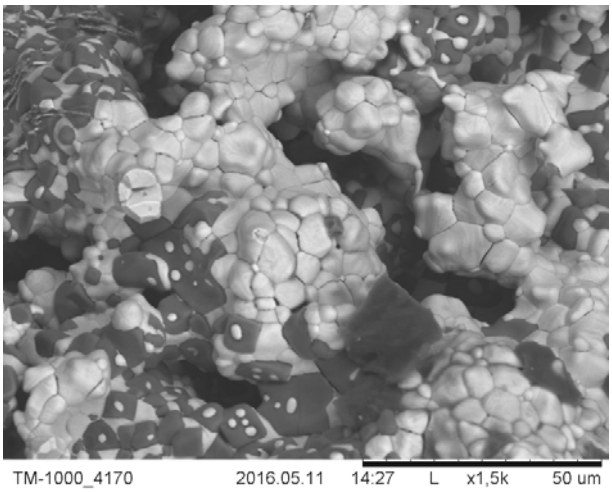


Fig. 6. The SEM-image of cross section of the sample made by electron-beam sintering zirconia-alumina system with a weight range 6:1 at a depth of 0.25 mm from the irradiated side surface

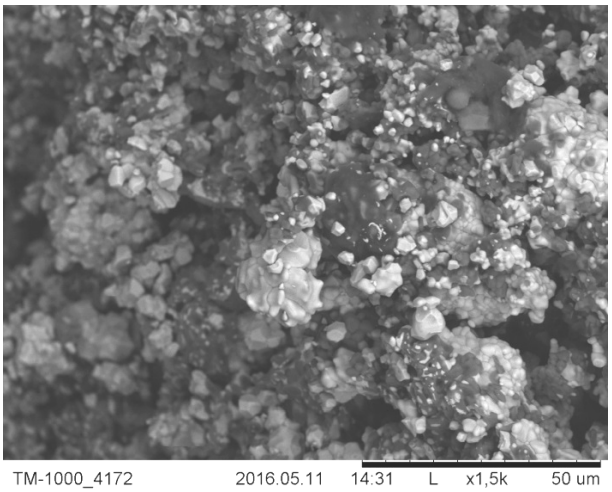


Fig. 7. The SEM-image of cross section of the sample made by electron-beam sintering the zirconia-alumina system with a weight range 6:1 near reverse to the irradiated side

It can be seen on these SEM-images that a local compaction of the material is produced: many pores are found between the sintered formations. Moreover, the sintered parts have the complex grained structure and dense interphase boundary. As the depth is decreased, the size of dense sintered formations and the size and the location period of pores decrease too.

Conclusion

The results of investigations about electron-beam sintering in the forevacuum pressure range of non-compacted alumina and zirconia powders are presented. It is shown that due to the insufficient contact area between the ceramic particles, the significant density and strength of samples obtained by this method are not observed. Exception is the zirconia-alumina system with a weight ratio 6:1. The redistribution of the ceramic particles and local compaction of grains on the SEM-images are observed. The results allow to hope for the successful application of the developed technology of prototyping and layered sintering ceramic products, when the optimization of compositions of powder components and improvement of the process of layer by layer deposition on the already formed ceramic surface are achieved.

The work is supported by RFBR grant No. 15-08-00871.

References

1. Chua C.K. Rapid Tooling in Manufacturing / C.K. Chua, K.F. Leong, Z.H. Liu // Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. – Springer London, 2015. – P. 2525–2549.

2. Tay B.Y. Solid freeform fabrication of ceramics / B.Y. Tay, J.R.G. Evans, M.J. Edirisinghe // International Materials Reviews. – 2003. – Vol. 48. – P. 341–370.

3. Stereolithography of structural complex ceramic parts / T. Chartier [et al.] // Journal of materials science. – 2002. – Vol. 37. – P. 3141–3147.

4. Al2O3 Ceramics Preparation by LOM (Laminated Object Manufacturing) / Y. Zhang et al. // Int. J. Adv. Manuf. Technol. – 2001. – Vol. 17. – P. 531–534.

5. Liu F.H. Fabrication of inner complex ceramic parts by selective laser gelling / F.H. Liu, Y.S. Liao // Journal of the European Ceramic Society. – 2010. – Vol. 30. – P. 3283–3289.

6. Bellini A. New developments in fused deposition modeling of ceramics / A. Bellini, L. Shor, S.I. Guceri // Rapid Prototyping Journal. – 2005. – Vol. 11, No. 4. – P. 214–220.

7. Direct Ink Writing of Three-Dimensional Ceramic Structures / J.A. Lewis [et al.] // J. Am. Ceram. Soc. – 2006. – Vol. 89, No. 12. – P. 3599–3609.

8. Mechanical evaluation of porous titanium (Ti6Al4V) structures with electron beam melting (EBM) / J. Parthasarathy et al. // Journal of the mechanical behavior of biomedical materials. – 2010. – Vol. 3. – P. 249–259.

9. Sigl M. Transient Physical Effects in Electron Beam Sintering / M. Sigl, S. Lutzmann, M.F. Zäh // Solid Freeform Fabrication Symposium Proceedings 17. – Austin, Texas/USA, 2006. – P. 397–405.

10. Burdovitsin V.A. On the possibility of electron-beam processing of dielectrics using a forevacuum plasma electron source / V.A. Burdovitsin, A.S. Klimov, E.M. Oks // Technical Physics Letters. – 2009. – Vol. 35, No. 6. – P. 511–513.

UDC 519.876.5

T.E. Grigorieva, A.R. Aptineeva

The Development of Purchase Optimization Model for Effective Management Solutions at an Enterprise

The article describes the main characteristics of the «Crystal» jewelry enterprise. The features of purchase optimization are studied, which can increase the efficiency of executive decision-making and reduce costs, without affecting the quality at the same time. The results of a survey on the criterion of jewelry popularity are given. The authors have also developed the «Purchase optimization» model, due to which it is possible to choose the most optimum quantity of various products within a limited order amount.

Keywords: modeling, optimization, purchase, jewelry.

Introduction

Effective management of the company, as well as business development, requires the use of information technologies, thereby allowing not to lose in a competitive environment.

Purchase is the most important function of shops. The main objective of purchase is profitable acquiring of goods for satisfaction of the consumer's demand.

Purchase optimization is a complex of measures directed to cost reduction in the consumer – supplier chain, as well as supplier analysis with the purpose of identifying the optimum one. The leftover funds can be allocated for expansion of production or the service area in which the enterprise works. Purchase optimization means improvement, increase in efficiency and reduction of costs, without affecting quality at the same time. It gives the companies undoubted advantages over other competitors.

The purpose of purchase optimization is smooth operation of a trade enterprise. For this purpose, it is necessary to provide constant availability of the goods offered to the consumer. It is possible to ensure it only if there is a sufficient inventory of goods in stock, which immediately can be delivered in exchange for the already sold ones. But the excessive quantity of safety stocks leads to additional expenses on warehousing and ensuring safety of goods. Besides, in the conditions of decrease in demand, the illiquid asset can be formed, which is a direct loss [1].

The purpose of this article is purchase modeling and its optimization for the effective management of an enterprise on the example of the «Crystal» jewelry store.

For achievement of this purpose the following tasks were set: to consider the main characteristics of the «Crystal» enterprise, to study features of purchase optimization, to develop the Purchase optimization model on the example of the jewelry store, and also to offer recommendations for the improvement of purchases.

Description of the jewelry trade and the «Crystal» enterprise

The jewelry trade traces back to the depth of the millennia. The aspiration of a person to decorate himself appeared at the dawn of evolution.

In the period of the Middle Ages jewelers were divided into specialties. The most skilled of them monitored the process of production of each detail. Rings and bracelets were the most popular jewelry. Gradually earrings, pendants, necklaces and chains, including a head band in the form of a thin gold wire, also came into use [2].

Presently rapid growth of equipment, technology and sciences is marked by discovery of new alloys and materials, and cultivation of crystals (analogs of jewelry stones). Due to computer design, there have appeared new opportunities of the jewelry development in combination with the new technologies reducing cost value of production.

Now 500 enterprises of our country constitute the jewelry industry, including 43 large jewelry enterprises.

In Tomsk the jewelry market gained growth in 2000, while the first «Crystal» shop was opened in October, 1998.

For determination of consumption intensity, popularity of products and preference of metal, the «Crystal» enterprise uses the Pareto principle which is based on statistical investigations: 20% of buyers provide 80% of profit [3].

Popularity of products among the female population according to the results of a survey is shown in Fig. 1. It is known that women are the main driving force of the sales demand in the field of jewelry. Therefore, special attention is paid to the female category.

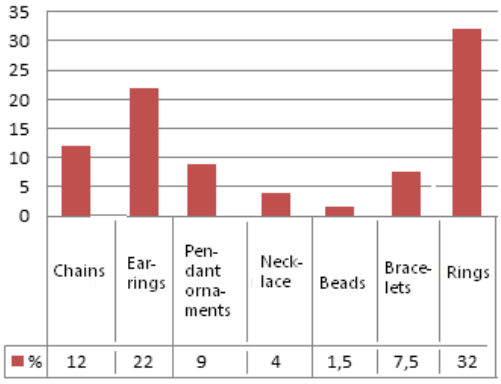


Fig. 1. Popularity of the products among the female

In the rating of the most popular jewelry products which women give preference to, the first place is taken by rings. The second place is taken by earrings.

Popularity of products among the male population is shown in Fig. 2. The attitude to jewelry among the male population is quieter and more even than among the female population. In addition, the range of jewelry products for a 'strong half' was much smaller during the Soviet era. Now the situation has changed: due to the change of fashionable tendencies, men began to feel freer in the choice of jewelry.

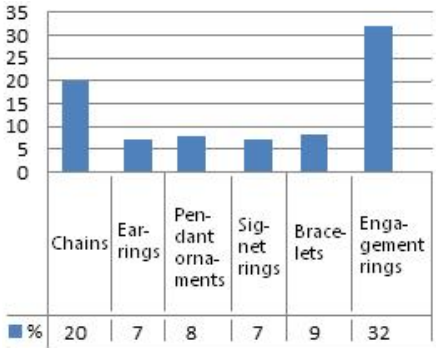


Fig. 2. Popularity of products among the male

In the rating of the most popular jewelry products acquired by men, the first place is occupied by wedding rings. The second place is taken by chains.

Thus, as a result of the carried out researches, it became clear that the most part of consumers of jewelry products are the women preferring to purchase rings and earrings, while men do it in a lesser degree.

The development of the Purchase Optimization model

Purchase optimization activity will allow a considerable reduction of the funds spent for purchase by means of reduction of the price of the purchased goods. It can be reached because managers work with various suppliers and can choose the most attractive offer on the basis of the quality-price ratio of the goods. Additionally, logistic opportunities of the producer who shall provide continuous supply of goods for reasonable price are being estimated. Besides, in case of making a contract, it is necessary to include a possibility to change business arrangements in case of the shift in demand for this category of goods.

For purchase optimization first it is necessary to create a group of managers whose main objective will be to put in order the accounting system of goods. This group has to make assessment of commodity stocks and the system of supply, and to reveal disadvantages and also weak points of the whole system. It is necessary to pay attention to the accounting of analogs of one product type which can fully replace each other. The insufficient attention to such goods can lead to doubling of sales or remains, which, as a result, will lead to illiquid assets or deficiency of goods.

On the basis of this research (Fig. 1, 2), the task is to minimize the costs of purchases which the customer incurs when forming a purchase plan, and to maximize profit when selling the goods by means of creation of a model in the MARS simulation environment. Let's imagine the jewelry store needs to purchase no more than 15 gold earrings and no more than 25 gold rings. The selling price of earrings is 6500 rub, while the selling price of rings is 3200 rub. There is an amount of 150 000 rub for acquisition of jewelry. How much jewelry is it necessary to purchase to get the maximum profit?

The «Purchase optimization» model is represented only on the logical and on the visual levels as in this case only information, but not physical processes are considered.

On the logical level the model of the purchase process algorithm and on the visual level evident result of modeling are provided. On the logical level the model consists of such components as: «Digital display with spin», «Digital display», «Regulator with the rectangular runner», «Sum», «Button», «Source of Material Value», «Multiplication», «Difference», «Exponentiation» and «Coordinatewise Descent». The «Purchase optimization» model on the logical layer is provided in Fig. 3.

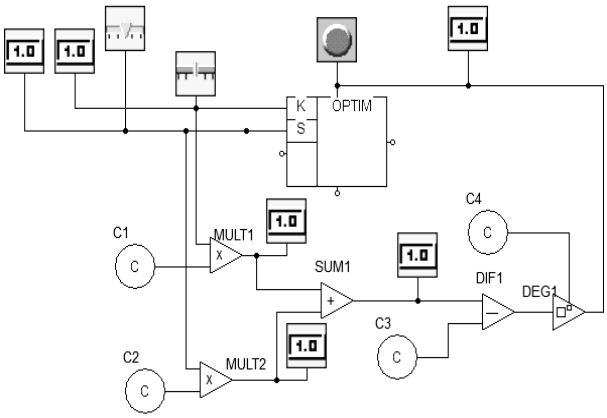


Fig. 3. The «Purchase optimization» model on the logical layer

The idea of modeling consists in the following: «Digital display» and «The regulator with the rectangular runner» are joined to each level *K* and *S* of «Coordinatewise descent» for displaying the quantity of earrings and rings which need to be got on the visual level. Properties of the component «Regulator with the Rectangular Runner» are represented in Fig. 4.

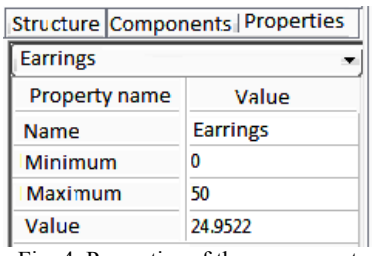


Fig. 4. Properties of the component «Regulator with the Rectangular Runner»

Further quantity of products of each type is multiplied by «Material Value» (the price of the product), which is set by the supplier; in this case the price for earrings is 6500 rub, and for rings is 3200 rub. Properties of the component «Material Value» are provided in Fig. 5.

Structure | Components | Properties

C1

Property name	Value
Name	C1
Visibility of a tag	True
Real number	3200

Fig. 5. Properties of the component «Material Value»

Then we will receive the total amount of products. Let's set «Material Value» for acquisition of jewelry, exceeding the limits of which is forbidden. We will subtract «Material Value» from the total amount of products. It is necessary to involve the received value in degree and to optimize the received function. Properties of the component «Material Value» are represented in Fig. 6.

Structure | Components | Properties

C3

Property name	Value
Name	C3
Visibility of a tag	True
Real number	150000

Fig. 6. Properties of the component «Material Value»

Further on the visual level by means of «The regulator with the rectangular runner» we reveal the optimum plan. The results of modeling are presented in Fig. 7.

Thus, as result, for this task it is necessary to purchase 24 rings, the costs of which are 76800 rub, and 11 earrings, the costs of which are 72084 rub, in order to receive the 148840 rub maximum profit.

Conclusion

Jewelry turned from symbols of the power, wealth or a special provision more into a symbol of love and attention, as well as the objects emphasizing identity and art taste of their owners. Besides, jewelry, especially exclusive one, began to play a noticeable role as a means of accumulation and protection against inflation [3].

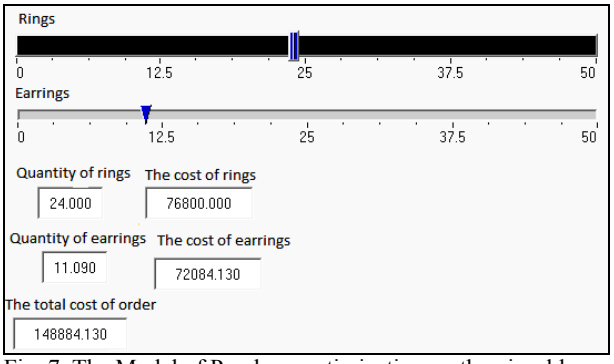


Fig. 7. The Model of Purchase optimization on the visual layer

By means of the developed model it was possible to establish that in order to receive the maximum profit on the available amount of 150 000 rub, it is necessary to purchase 24 pieces of rings and 11 pieces of earrings.

References

1. Eliferov V.G. Business processes: regulation and management: the education guidance for students of higher education institutions / V.G. Eliferov, V.V. Repin; Institute of economy and finance «Synergy». – M.: INFRA-M, 2011. – 319 p.

2. World market conjuncture of jewelry (production volume, leaders, countries-producers, manufacturers) [Electronic resource]. – Access mode: http://www.maninspiration.ru (date of the address: 09.09.2016).

3. Stages of development jewelry [Electronic resource]. – Access mode: http://mirkamney.moy.su (date of the address 11.09.2016).

УДК 004.891.2:004.853

M.I. Kochergin

Automated Training System for Modeling Physics Problems

The article describes the automated training system for modeling physics problems which is currently being developed. The aim of the system is to improve and evaluate students' modeling skills. The system consists of 2 modules: the module of training and the module of evaluation. The system is based on methods of automated analysis of text descriptions of physics problems, forming their computer model and generating educational illustrative text materials which are aimed to help students in modeling a physics problem. The system allows to generate texts of physics problems for student's self-made modeling, test questions and problems for evaluating students' modeling skills.
Keywords: physics, computer modeling, education, automation of education process.

Modeling physics problems

Modeling (in the broad sense) is the main method of research in any field of knowledge and it is a science-based method of evaluating the performance of complex systems. Also modeling is used for decision making in various fields of engineering [1]. Acquisition of modeling skills, especially for students of technical specialties, is an important educational goal. One of the most suitable fields for training skills of modeling objects, described by text, is physics [3]. Physical problems have all the necessary conditions for this purpose:

1) they contain a description of a physical-chemical process (condition of the problem),

2) they formulate some problem to be solved (the requirements of the problem),

3) students are already well-informed in the domain knowledge through studying the school physics course.

Due to the specifics of computer modeling, modeling skills training requires involvement of a teacher. According to this fact, development of the automated system of training modeling skills that can support the educational process is an actual goal. Let us consider the training system for Computer modeling environment of problems (CMEP), which is currently being developed.

Training system of modeling problems

The functionality of the system being developed is:

1) provision of educational text material in physics and computer modeling;

2) illustration of the process of constructing a model of any problem (even entered by a user) from the step of the conditions analysis to a computer model constructing in CMEP;

3) generating a text of physics problems to be solved according to the current difficulty level of education;

4) generating test questions for automatic evaluation of students' modeling skills,

5) statistics management of user training;

6) generating recommendations for a user to work on.

The structure of the training system is suggested to consist of 2 modules: 1) the module of training modeling (for implementing the functions № 1, 2 from the list above), 2) the module of evaluating modeling skills (for implementing the functions № 3–6 from the list above). Only one module (the module of training modeling) is considered below in this article. This module is a kind of an expert system which stores information about the rules and algorithms of modeling physics problems.

A distinctive feature of such system must be capacity to demonstrate the procedure of modeling physics problem not only of fixed set, but of any kind. So the system must be able to form illustrative material texts (hints for a user) for any physics problem even randomly entered by a user. To carry this out, it is necessary to implement the functionality:

1) automatic construction of the model of a physics problem based on its text description,

2) automatic generating natural language illustrative materials (hints) for demonstrating procedure of modeling physics problem.

The scheme of interaction of a user, the training system and the modeling environment is presented in Fig. 1.

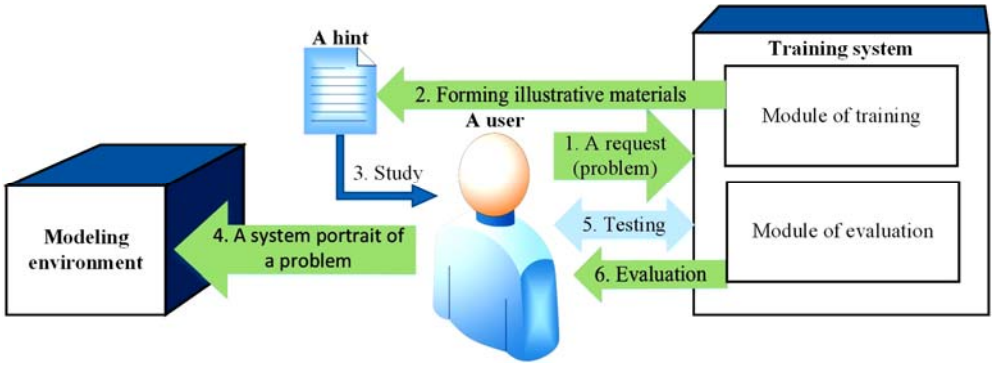


Fig. 1. The interaction scheme

Forming educational materials for modeling physics problem

Educational (illustrative) materials are automatically generated on the basis of an automatically formed computer model of physics problems. Educational materials are a coherent text in Russian, which explains the algorithm of modeling the considered physics problem. The text is formed on a template. The structure and content of such text varies depending on the type of the problem.

Educational materials for any type of problems contain:

1) brief theoretical information in physics section, which includes the considered problem;

2) description of the procedure of analyzing physics problems conditions: information about methods of allocating and classifying information elements (IE – minimum information object, matched to some domain objects), information about what action objects are need to be selected and how to define their parameters;

3) description of the behavioral structure of the problem, lists of mathematical models of objects and mathematical models of intersubjective relations, explanation with indication of how IE determines the procedure of choosing mathematical models (this information is enough for a student to form a computer model in modeling environment by himself);

4) description of the common procedure of forming a computer model in the modeling environment – CMEP, without indication of what components exactly are needed and how they have to be connected with each other (this information must be shown only for the fixed amount of problems in the beginning of education to implement organization of student's work);

5) some information for the interpretation of the results, containing the description of the solution.

So educational materials, automatically formed by the training system, are not a step-by-step instruction for modeling a physics problem, but illustrative text material aimed to explain modeling methods and demonstrate features of the model representation of the concrete physics problem considered by a user and which is interesting for him. After studying such illustrative material, a student needs to translate the model representation of a physics problems into the computer representation (that means to form the computer model), which is a way of improving his modeling skills and a way to refresh his knowledge in physics.

Conclusion

The training system being developed is aimed at educating students of university, college and secondary school and improving their modeling skills. The main feature of the training system is capacity to demonstrate the procedure of modeling any kind of physics problems described by a text, even randomly entered by a student. This capacity does not only allow to implement the automated system for generating a text description of physics problems and for evaluating student's modeling skills, but also gives an opportunity for organizing the procedure of students' self-study work in modeling physics problems of any kind.

For implementing this capacity, different groups of methods are applied: methods of text automated analysis, methods of logical processing of formalized representation of the text of the problem and others. It is planned to adapt the developed system for training modeling of complex systems: controlled technical systems and eco-economics systems.

Using physics as the domain knowledge for computer modeling also allows to implement the approach of computational physics [4] with all needed visualizations and computations but without the need for a student to program.

References

1. Sovetov B.Ya. Modelirovanie sistem / B.Ya. Sovetov, S.A. Yakovlev. – M.: Vysshaya Shkola Publishers, 2001. – 343 p.

2. Yaşar O. A Pedagogical Approach to Teaching Computing Principles in the Context of Modeling and Simulations // International Journal of Science, Technology and Society. – 2013. – Vol. 1, Is. 1. – P. 9–18.

3. Dmitriev V.M. Computernoe modelirovanie fizicheskih zadach / V.M. Dmitriev, A.Yu. Philippov, T.V. Gandzha, I.V. Dmitiev. – Tomsk: V-Spektr Publ., 2010. – 248 p.

4. Chabaya R. Computational physics in the introductory calculus-based course / R. Chabaya, B. Sherwood // Am. J. Phys., 2008. – Vol. 76. – P. 307–313.

UDC 621.396.41

E.I. Trenkal, A.G. Loschilov

Method for Increasing the Precision of TDR Analysis of Multiphase Liquids

The authors propose the solution allowing to determine the structure and the layers parameters of the multiphase liquid in real-time mode and thereby to increase the measurement precision. The method is based on using the periodic controllable loads in the measuring probe construction, which can change their own parameters at the required time moment. In the paper a description of the mathematic model of the proposed solution is presented; an algorithm for determination of the layers parameters of the multiphase liquid is proposed; the calculation example of the model multiphase liquid parameters using the proposed algorithm is shown.

Ключевые слова: level measurement, multiphase liquid, TDR, method, measuring probe, controllable loads, parameters measurement.

Introduction

One of the standard processes of modern industry is measurement of liquid levels in tanks. In spite of the availability of a variety of methods and techniques for implementation of this procedure, their application efficiency and measurement precision are often related to the parameters of measuring liquids and their change under the influence of external factors. One of the actual tasks is the analysis of a multilayer medium, which is the combination of several liquids with different properties. An example is the monitoring task of layer-by-layer composition of liquids at the stage of oil-product clearing requiring the determination of the following levels: the oil, the bottom water and the emulsion layer.

One of the promising methods for solving this task is the time domain reflectometry (TDR) method, which was initially applied for the diagnostics of cable lines [1]. The method is as follows: the investigated object is affected by a video pulse or step function. Analyzing the object response to the test signal, its properties are determined.

In the 1960s the TDR method was first applied to determine the level of the single liquid [2]. In [3] the application of the method for measuring of the multiphase liquid's levels (fuel oil and seawater) is described. The article [4] shows the detailed description of physical principles of the liquid level measurement using the TDR method. In addition, in this article the comparison with the alternative methods is presented. Numerous papers [5–8] describing the practical implementation of the TDR method for liquids' level measurement are known.

The restriction for the existing solutions is that priori information about the parameters of the multiphase liquid for the accurate determination of its levels is used. Consideration of these parameters is performed either on the basis of reference data or as a result of the calibration procedure during the mounting of the measurement system. In the latter case the highest accuracy is achieved.

However, in practice the liquids' properties are not stationary and depend on external conditions and can be changed during the measurement. The interface between adjacent layers is often an emulsion, whose parameters are quite difficult to predict. A high temperature of the measured liquids leads to intense evaporation of the upper layers and the change of the air layer properties. This is rarely taken into account when the method is used.

Problem definition

It may be concluded that the values of the predefined parameters of a liquid may be true only in a limited time interval. To improve the accuracy of the TDR analysis of multiphase liquids, it is necessary to dynamically determine the parameters of each layer during the measurement.

Thus, a relevant task is to find a method for determining the multiphase liquid's parameters. The method must allow getting the properties of the inner layers of this liquid in real time.

Theory

One of the ways to improve the accuracy of level sensors based on the TDR is shown in the patents [9, 10]. The authors offer to use the periodical discontinuities in the probe design for the calibration of signal propagation speed in the investigated environments using the delays of the signals reflected from these discontinuities. The disadvantage of such solution is the attenuation of the energy of the useful signal on this discontinuities and complication of the reflectogram due to the presence of a lot of reflections between them.

Based on this calibration method, we offer the following solution of the problem: to use the controllable loads with the known parameters in the probe design. It allows to realize two operating modes of the measuring probe: the calibration mode in which the condition of the controllable loads is successively changed and the parameters of the investigated environments are determined, and the measurement mode in which the controllable loads have no effect on the signal propagation in the probe, or distortion caused by their presence is not significant.

1. *Mathematical model of the proposed solution*

In Fig. 1 an example of the measuring probe with the controllable loads is shown.

For simplicity the case in which each layer of the measuring liquid contains at least one controllable load in the measuring probe will be considered. The equivalent circuit diagram of such measuring probe represents the cascading segments of the transmission lines $L_{i,j}$ and the controllable loads, which represent the lumped obstacle Z_k.

The model of such probe with the controllable loads can be described by the method of classic transmission matrix. The full transmission matrix of the measuring probe AP is equal to the product of the matrices AL, each of which complies with the segment of the measuring probe in a layer of the modeled liquid:

$$AP = \prod_{i=1}^{N} AL_i ,$$

where i – the index of the layer; N – the number of the modeling layers.

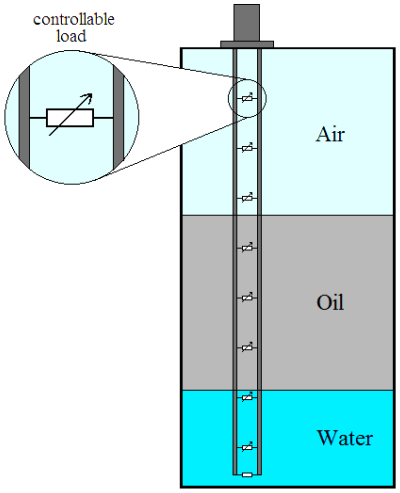


Fig. 1. Example of the measuring probe with controllable loads

The equation of the transmission matrix of the measuring probe segment AL_i can be written as:

$$AL_i = (\prod_{j=1}^{M} A_{i,j} \cdot AZ_{i,j}) \cdot A_{i,M_i+1},$$

where j – the index of the controllable load in i-th layer; M_i – the number of the controllable loads in i-th layer; $A_{i,j}$ – the transmission matrix of the measuring probe segment; $AZ_{i,j}$ – the transmission matrix of the controllable load.

The transmission matrix of the measuring probe segments $L_{i,j}$ can be written as:

$$A_{i,j} = \begin{bmatrix} ch(\gamma_i \cdot l_{i,j}) & \rho_i \cdot sh(\gamma_i \cdot l_{i,j}) \\ \frac{1}{\rho_i} \cdot sh(\gamma_i \cdot l_{i,j}) & ch(\gamma_i \cdot l_{i,j}) \end{bmatrix},$$

where $l_{i,j}$ – the length of the segment $L_{i,j}$; ρ_i – the impedance of the transmission line segment; γ_i – the propagation coefficient equal to:

$$\gamma = \alpha + j\beta .$$

In the simplest case, the controllable load can be written as transmission matrix of a quadripole:

$$AZ_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/Zp_k & 1 \end{bmatrix},$$

where Zp_k – the impedance of the controllable load Z_k.

Voltage on the input of the measuring probe immersed in a multiphase liquid is determined as

$$u_{in}(t) = F^{-1}\left(E(f) \frac{Z_{in}(f)}{Z_{in}(f) + Z_g} \right),$$

where $E(f)$ – the spectrum of the test signal; Z_g – the output resistance of the generator; F^{-1} – inverse Fourier transform operator; $Z_{in}(f)$ – the frequency response of complex input resistance of the probe.

The frequency response of complex input resistance of the probe can be define by formula

$$Z_{in}(f)=\frac{AP_{0,0}(f)\cdot Z_l+AP_{0,1}(f)}{AP_{1,0}(f)\cdot Z_l+AP_{1,1}(f)},$$

where Z_l – the load resistance on the measuring probe output.

The main function of the controllable loads Z_k is to perform the mode of full or partial reflection of the test signal for determination of the layer parameters of the liquid under investigation, which are calculated based on the known distance l_k^* from the measuring probe entrance to the controllable load.

2. *Algorithm of determining the structure and the parameters of a multiphase liquid*

The algorithm of determining the layer parameters of a multiphase liquid contains the following steps:

a. Formation of the vector of reflectograms.

The sequence of the calculation of the measuring probe reflectograms for the definite set of the controllable loads states is conducted. The reflectogram vector U_k is formed, where k – the number of a controllable load providing the mode of the full or partial reflection of the test signal. Index $k = 0$ corresponds to the mode in which all controllable loads have off-state.

b. Definition of the response array.

Based on the received reflectogram, the two arrays are formed:

R – the array containing the information about the responses reflected from the phase boundaries and the end of the measuring probe;

R^* – the array containing the information about the responses reflected from the controllable loads.

The elements of the vectors $R^{<1>}$, $R^{*<1>}$ are response delays relative to the test signal, and the elements of the vectors $R^{<2>}$, $R^{*<2>}$ are the amplitudes of the responses.

During formation of the array R, to avoid the parasitic responses caused by signals multiple reflections from the phase boundaries, the signal selection algorithm is applied [11].

The value of the element R_0 complies with test signal response.

To form the array R^*, differences of reflectograms $\Delta U(t)$ determined in the step 1 are calculated:

$$\Delta U_k(t)=U_k(t)-U_0(t),$$

where $k \in [1, K]$; K – the number of the controllable loads in the measuring probe.

The values of the elements R_k^* comply with delays and amplitudes of the first responses on each difference reflectograms $\Delta U(t)_k$.

c. Definition of the controllable loads belonging.

Belonging of the controllable loads to the analyzed liquid layers are defined. For that, element-by-element comparison of the delay vectors $R^{*<1>}$ и $R^{<1>}$ is provided. For each element R_k^*, the appropriate layer index i, in which the controllable load is located and the number of the controllable load j in the i-th layer are provided. As a result, each element of the array R^* and the vector l^* may be characterized by indexes i and j, writing them in the form of $R_{i,j}^*$ and $l_{i,j}^*$.

d. Definition of the layers parameters of the multiphase liquid.

The layers' parameters of the measured liquid ε_i and α_i are determined for each layer in the following sequence:

a) based on the parameter of the responses reflected from the controllable loads, the average value of the propagation velocity υ_i in i-th layer is calculated:

$$\upsilon_i=\frac{1}{M_i}\sum_j\frac{2\cdot(l_{i,j}^*-\sum_{n=1}^{i-1}l_n)}{R_{i,j}^{*<1>}-R_{i-1}^{<1>}}. \quad (1)$$

b) the dielectric constant and the length of the layer are determined:

$$\varepsilon_i=\left(\frac{c}{\upsilon_i}\right)^2, \quad (2)$$

$$l_i=\frac{\upsilon_i\cdot(R_i^{<1>}-R_{i-1}^{<1>})}{2}, \quad (3)$$

where c – the speed of light.

c) the average value of the attenuation coefficient α_i [N] in i-th layer is calculated:

$$\alpha_i=\frac{1}{M_i}\sum_j\frac{\ln\left(\left|\frac{R_0^{<2>}\cdot\prod_{n=1}^{i-1}\left((1-\Gamma_n^2)\cdot e^{-2\cdot l_n\cdot\alpha_n}\right)}{R_{i,j}^{*<2>}}\right|\right)}{2\cdot(l_{i,j}^*-\sum_{n=1}^{i-1}l_n)}, \quad (4)$$

where Γ_i – reflection coefficient from i-th layer determined by the formula:

$$\Gamma_i=\frac{R_i^{<2>}}{R_0^{<2>}\cdot\prod_{n=1}^{i-1}\left((1-\Gamma_n^2)\cdot e^{-2\cdot l_n\cdot\alpha_n}\right)\cdot e^{-2\cdot l_i\cdot\alpha_i}}. \quad (5)$$

Modeling

The developed algorithm based on using the periodic controllable loads in the measuring probe construction has been tested on the mathematic model. The parameters of the model liquid are shown in Table 1.

Table 1

Multiphase liquid parameters

layer number	Dielectric constant ε	Losses α, dB/m	Layer length l, m
1	1	0,5	0,5
2	3	1	0,5
3	80	2	0,5

The model of the measuring probe contains three controllable loads ($K = 3$), which are located in the different layers of the multiphase liquid and provide the mode of full reflection in the on-state. The dis-

tances from the measuring probe entrance to the controllable loads are the following: $l_1^* = 0{,}375$ m; $l_2^* = 0{,}75$ m; $l_3^* = 1{,}125$ m.

To determine the layer parameters of the multiphase liquid, the described algorithm is applied. At the first stage the reflectograms $U_k(t)$ in the modes $k = 0$ (Fig. 2) and $k = 1, 2, 3$ (Fig. 3) are calculated and the response arrays R and R^* are formed.

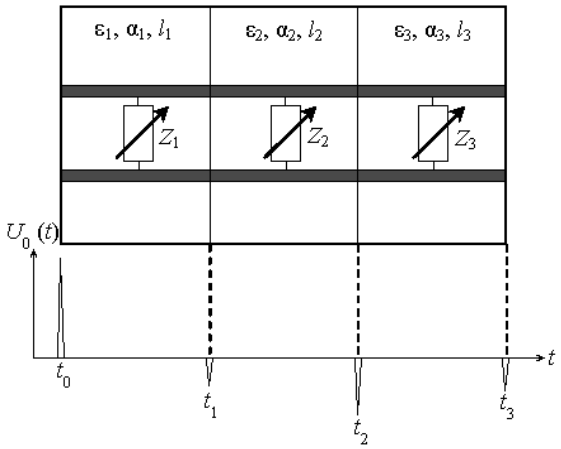


Fig. 2. Forming the reflectogram $U_0(t)$ in the mode $k = 0$

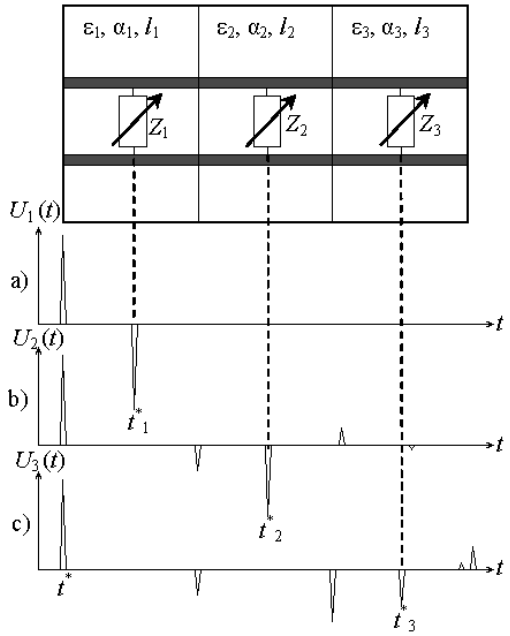


Fig. 3. Forming the reflectograms $U_1(t) - U_3(t)$, where
a – the reflectogram in the mode $k = 1$ ($Z_1 = 0$);
b – the reflectogram in the mode $k = 2$ ($Z_2 = 0$);
c – the reflectogram in the mode $k = 3$ ($Z_3 = 0$)

$$R = \begin{bmatrix} t_0 & A_0 \\ d_1 = t_1 - t_0 & A_1 \\ d_2 = t_2 - t_0 & A_2 \\ d_3 = t_3 - t_0 & A_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3{,}33\cdot10^{-9} & -0{,}25 \\ 9{,}1\cdot10^{-9} & -0{,}53 \\ 3{,}89\cdot10^{-8} & -0{,}34 \end{bmatrix}.$$

$$R^* = \begin{bmatrix} d_1^* = t_1^* - t_0^* & A_1^* \\ d_2^* = t_2^* - t_0^* & A_2^* \\ d_3^* = t_3^* - t_0^* & A_3^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2{,}5\cdot10^{-9} & -0{,}96 \\ 6{,}22\cdot10^{-9} & -0{,}83 \\ 1{,}66\cdot10^{-8} & -0{,}4 \end{bmatrix}.$$

After forming the arrays R and R^*, belonging of the controllable loads to the analyzed liquid layers is defined by comparison of the vectors elements $R^{*<1>}$ and $R^{<1>}$:

Z_1: $d_1^* < d_1$ – belongs to the first layer, $i = 1$, $j = 1$;

Z_2: $d_1 < d_2^* < d_2$ – belongs to the second layer, $i=2$, $j=1$;

Z_3: $d_2 < d_3^* < d_3$ – belongs to the third layer, $i= 3$, $j = 1$.

In Table 2 the parameters A^*, d^*, l^* corresponding to the controllable loads are represented in the form of a table.

Table 2

Controllable loads parameters

i	j	$R^*_{i,j}$		Distance to the controllable load $l^*_{i,j}$, m
		Response delay $d_{i,j}$, s	Response amplitude $A_{i,j}$, V	
1	1	$2{,}5\cdot10^{-9}$	–0,96	0,375
2	1	$6{,}22\cdot10^{-9}$	–0,83	0,75
3	1	$1{,}66\cdot10^{-8}$	–0,4	1,125

Finally, the layer parameters of the multiphase liquid are defined in sequence by formulas (1)–(5). Calculation results are shown in Table 3.

Table 3

Calculated parameters of the multiphase liquid layers

layer number	Layer length l_i, m	Losses α_i, dB/m	Impedance ρ_i, Ohm	Dielectric constant ε	Propagation velocity υ_i, m/s
1	0,5	0,5	50	1	$3\cdot10^8$
2	0,5	1	28,86	3	$1{,}73\cdot10^8$
3	0,5	2	5,59	80	$3{,}36\cdot10^7$

Conclusion

To determine the levels of multiphase liquids using TDR method with high precision, it is necessary to know the structure of the multiphase liquid and parameters of its layers. Taking into consideration the fact that the parameters of the measured liquid are often not stationary and depend on the environment condition, the procedure of parameters determination, at the best case, must be provided at the moment of the levels measurement.

In the paper, we propose a solution allowing to determine the structure and the layers parameters of the multiphase liquid in real-time mode and thereby to increase the measurement precision. The method is based on using the periodic controllable loads in the measuring probe construction, which can change their own parameters at the required time moment. In the paper a description of the mathematic model of the proposed solution is presented; the algorithm for determination of the layers parameters of the multiphase liquid is proposed; the calculation example of the model multiphase liquid parameters using the proposed algorithm is shown. Using the controllable loads in the measuring probe construction is a perspective solution for the task of extracting the multiphase liquids parameters.

References

1. Glebovich G.V. Issledovanie ob'ektov s pomoshch'yu pikosekundnyh impul'sov / M.: Radio i svyaz', 1984. – 256 c.

2. Pat. US3474337. System for sensing levels and electrical characteristics of fluent materials / J.R. Petrick. Filed 27.12.1966; Patented 21.10.1969.

3. Harney W.J. Electromagnetic level indicating (EMLI) system using time domain reflectometry / W.J. Harney, C.P. Nemarich // OCEANS '83, Proceedings. – 1983. – pp. 233–236.

4. Nemarich C.P. Time domain reflectomerty liquid level sensors // IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. – 2001. – Vol. 4. – P. 40–44.

5. Gerding M. Precision level measurement based on time-domain reflection (TDR) measurements / M. Gerding, T. Musch, B. Schiek // Advances in Radio Science. – 2002. – P. 27–31.

6. Cataldo A. Remote sensing of liquid characteristics using Time Domain Reflectometry / A. Cataldo, A. Lay-Ekuakille, C. De Carlo // Proceedings of the SPIE. – 2002. – Vol. 4814. – P. 465–473.

7. Yahya S.I. A Multi-level Gauging System for Crude Oil Settling Mass Tanks Using A One-port Time-domain Technique // WIT Transactions on Engineering Sciences. – 2012. – Vol. 81. – P. 255–266.

8. Cataldo A. A frequency-domain method for extending TDR performance in quality determination of fluids / A. Cataldo, L. Catarinucci and etc. // Measurement science and technology. – 2007. – Vol. 18. – № 3. – P. 675–688.

9. Pat. US3398578. Self-calibrating liquid-level measuring device / B.E. Dozer. Filed 24.01.1966; Patented 27.08.1968.

10. Pat. 2491519 Russian Federation, ITC G 01 F 23/28. Urovnemer / Zakonov M.A., Zagidullin M.Z. and etc.; Patent holder Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu Inzhenernyj centr «Energoprogress». – № 2012107009/28; Filed 27.02.12; Patented 27.08.2013, Bulletin № 23. – 9 c.

11. Trenkal E.I. Algoritm selekcii poleznyh signalov v zadache TDR-izmereniya urovnej mnogofaznyh zhidkostej. E.I. Trenkal, A.G. Loschilov // Elektronika i mikroehlektronika SVCh. – 2016. – № 1. – C. 222–226.

UDC 511.2

Y.V. Shablya, V.S. Melman, D.V. Kruchinin

A Set of Software to Search for an Effective Primality Test

In this paper we consider the mathematical aspects of cryptographic systems – checking natural numbers for primality. We have introduced a set of software to search for an effective primality test.

Keywords: prime, primality test, primality criterion, software.

Introduction

In the modern public-key cryptography there is a problem of generating integer parameters of cryptographic algorithms which must be primes [1]. Nowadays, there is no efficient algorithm which is capable of generating a large prime deterministically (without any error) in polynomial time and which can be applied in practice.

Among the algorithms of determining primality we can distinguish:

– deterministic primality tests, which do not have errors, but have large computational complexity and cannot be applied in practice;

– probabilistic primality tests, which give results fast enough relative to deterministic tests, but also the algorithm can make an error.

Since the probabilistic primality tests can produce incorrect results and the time of their work for the large numbers used in practice is large enough, the development of a fast and accurate primality test is an actual problem.

Authors proposed to use the approach introduced in article [2] for obtaining expressions (primality criteria), on the basis of which it is possible to create new primality tests.

The approach consists in the following property:

Property 1: Suppose $B(x)=\sum_{n\geq 0} b_n x^n$ and $F(x)=\sum_{n>0} f_n x^n$ are ordinary generating functions with integer coefficients, $F^{\Delta}(n,k)$ is the composita of the generating function $F(x)$. Then the value of the expression

$$\sum_{k=1}^{n-1} \frac{F^{\Delta}(n,k) b_{k-1}}{k}$$

is an integer for all prime n. The converse is not true.

Set of software

On the basis of the above-mentioned property it is possible to generate a huge amount of new primality criteria. For partial automation of this process, we have developed the software: «Primality Criterion Generator» – «PCG» [3] (Fig. 1). By using this software, the user's actions are reduced, which accelerates the process of generating new primality criteria.

The functionality of «PCG»:

– loading information about the generating function $F(x)$;

– entering information about the generating function $B(x)$;

– displaying images of formulas;

– generating new primality criteria;

– searching integer sequences in «The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences» [4];

– simplifying the generated primality criteria;

– saving the generated primality criteria.

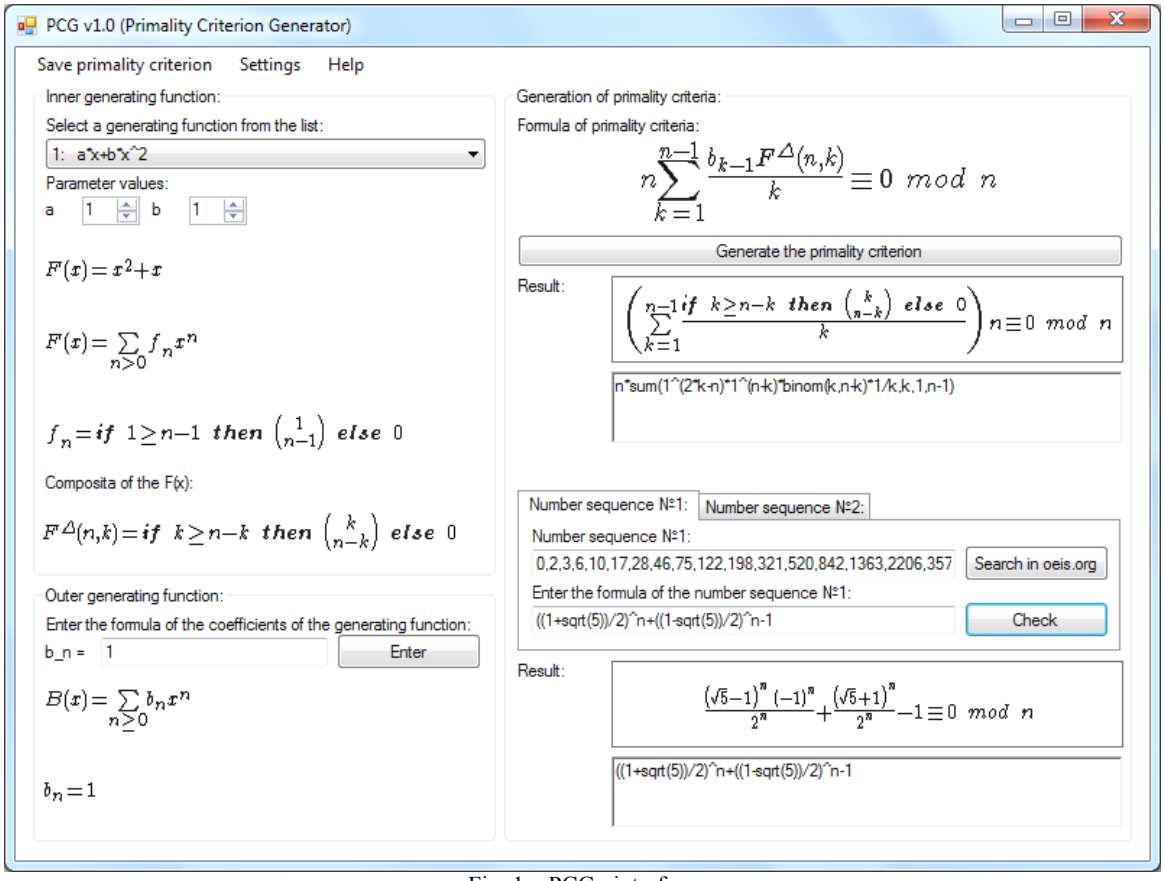


Fig. 1. «PCG» interface

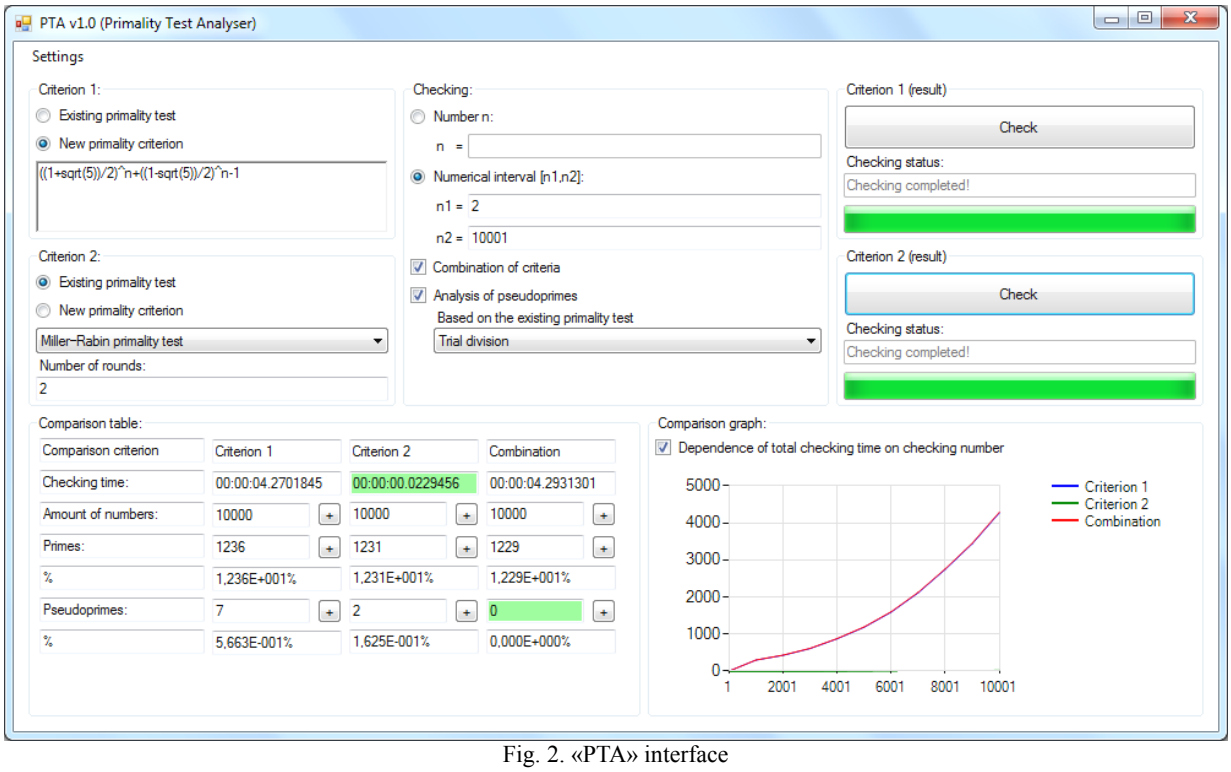


Fig. 2. «PTA» interface

Since the number of generated primality criteria increases rapidly, and the study of each of them takes a lot of time, there is a need to automate the process of analysis of primality criteria. For this purpose, we have developed the software: «Primality Test Analyser» – «PTA» [5] (Fig. 2), which allows us to analyse primality criteria and compare them with the existing primality tests.

The functionality of «PTA»:

– analysis of primality tests and primality criteria;

– comparison between existing primality tests and new primality criteria;

– checking a single number or a range of numbers;

– displaying comparative information in the form of tables and graphics;

– opportunity to combine two different primality tests.

The developed software uses the «Maxima» computer algebra system [6] for computing. The «Maxima» computer algebra system specializes in symbolic computation.

Using the set of software, we plan to generate a set of primality criteria and analyse their suitability for use in a new effective primality test.

This work was partially supported by the Ministry of Education and Science of Russia, Government Order no. 3657 (TUSUR).

References

1. Song Y. Primality testing and integer factorization in public-key cryptography. – Springer, 2009.

2. Kruchinin D.V. New properties for a composition of some generating functions for primes [Electronic resource] / D.V. Kruchinin, Y.V. Shablya. – 2015. – URL: http://arxiv.org/abs/1109.1683 (accessed: 05.10.2016).

3. Shablya Y.V. The generator of primality criteria based on properties of the composition of generating functions (in Russian) / Y.V. Shablya, D.V. Kruchinin, A.A. Shelupanov // Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. – 2015. – №4 (38). – P. 97–101.

4. The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences [Electronic resource]. – 2016. – URL: http://oeis.org (accessed: 05.10.2016).

5. Kruchinin D.V. Analysis software for primality tests (in Russian) / D.V. Kruchinin, Y.V. Shablya // Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. – 2014. – №4 (34). – P. 95–99.

6. Maxima, a Computer Algebra System [Electronic resource]. – 2015. – URL: http://maxima.sourceforge.net (accessed: 05.10.2016).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 13

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Сопредседатели секции: ***Кориков Анатолий Михайлович****, д.т.н., профессор, зав. каф. АСУ,* ***Горитов Александр Николаевич****, д.т.н., профессор, профессор каф. АСУ*

М.В. Кучер, А.В. Серяков
Разработка программного модуля «Task Viber» для архитектуры программного обеспечения «COEX» 5
М.Ю. Катаев, А.А. Бекеров, П.В. Шалда, Д.В. Медвецкий
Сравнение методов обнаружения изменений временного хода вегетационного индекса NDVI 8
М.А. Хвостенко, Е.М. Луговская, А.И. Назарова, Д.И. Рубанов
Проектирование процесса управления страницей организации на мультигородском информационно-справочном портале «ЗнайГород» 10
Мохаммедджавад Бушра Джабер М. Джавад, А.А. Пономарев
Современные способы организации электронной медицинской карты 12
А.Н. Горитов, М.Ф. Молокова
Исследование динамических характеристик манипулятора 14
Н.М. Олиферович
Изучение гармонической и меандровой идентификаций для технологических объектов в реальном времени 17
В.А. Потехин
Аппроксимация и интерполяция динамических рядов параболическими сплайнами 20
М.В. Кучер, А.В. Серяков
Система автоматизации процессов сборки и распространения программного обеспечения на примере программного комплекса проведения компьютерных экспертиз «COEX» 23
С.К. Важенин, Т.В. Ганджа
Компьютерное моделирование системы управления теплоэнергетическими процессами 25
А.Ю. Якимук, Н.С. Егошин, А.О. Осипов, И.М. Боков
Повышение качества идентификации нот в автоматизированной системе распознавания вокала 29
А.Е. Косова, А.М. Кориков
Применение видеокамер на борту беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для задач автоматического определения координат БПЛА 32

Секция 14

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Председатель секции – ***Шелупанов Александр Александрович****, д.т.н., профессор, зав. каф. КИБЭВС, ректор ТУСУРа*

А.Н. Вознюк, Г.В. Тумуров, А.П. Кшнянкин
Модель технической реализации подсистемы технической защиты информации объектов информатизации 35
Д.А. Антипов, А.А. Шелупанов, Л.А. Торгонский
Подстройка частоты режекции в рамках задачи защиты информации 38
А.Ф. Чипига, А.А. Ерещенко
Разработка процедур автоматизированного формирования правил разграничения доступа между объектами программной системы 40
О.О. Евсютин, А.С. Кокурина, Р.В. Мещеряков, О.О. Шумская
Метод стеганографической защиты авторства электронных документов 43
А.В. Козачок, С.А. Копылов
Сравнительный анализ методов робастного хэширования видеоданных 47
И.А. Лысенко, Д.Д. Зыков
Особенности моделирования технологических процессов в среде TCAD 51

В.С. Мельман, Ю.В. Шабля, Д.В. Кручинин
Методы анализа тестов простоты числа 54
А.К. Новохрестов
Модель угроз конфиденциальности информационной системы 56
Е.В. Щерба
Ролевой подход к безопасной маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях 58
Г.В. Тумуров, А.Н. Вознюк, А.П. Кшнянкин
Модель нарушителя подсистемы технической защиты информации объекта информатизации 62
Г.В. Тумуров, А.Н. Вознюк, А.П. Кшнянкин
Модель угроз подсистемы технической защиты информации объектов информатизации при обработке информации с использованием технических средств и систем 65
Я.В. Юракова, И.С. Слонкина
Определение актуальных угроз безопасности информации в информационных системах, используя банк данных угроз (bdu.fstec.ru) 67

Секция 15

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Председатель секции – **Сенченко Павел Васильевич**, к.т.н., доцент, доцент каф. АОИ*

И.В. Манягина
Применение экономико-математического моделирования для оптимизации затрат на сырье в производственной сфере 70
А.Х. Аглиуллин, Э.Ф. Каюмов
Графический метод поддержки принятия решений в процессе строительства и освоения скважин 72
М.А. Казанцев, А.И. Легалов
Модель планирования на предприятии радиоэлектронной промышленности 76
Е.В. Ковалева
Проблемы внедрения систем менеджмента качества в российских компаниях, специализирующихся на разработке программных продуктов 80
Ю.Е. Кривошеева
Разработка модели отбора инновационных идей для принятия управленческих решений на предприятии «Кофейная Кантата» 82
Ю.А. Крякушина
Оценка методов тестирования 84
Ю.С. Маркова, М.П. Силич
Тестирование функциональных возможностей информационной системы интеллектуального анализа энергетической эффективности территориальных образований 87
М.М. Милихин, М.Г. Крашенинников
Веб-ГИС как инструмент для микрогеомаркетинговых исследований 91
О.Н. Морозова
Анализ финансовой отчетности как инструмент управления предприятием 94
А.Я. Муслимова, М.П. Силич
Проверка эффективности алгоритмов нечеткой оценки факторов, влияющих на энергетическую эффективность регионов 97
А.И. Назарова, Е.О. Мерзлякова, Д.И. Рубанов, Е.М. Луговская
Формализация требований преподавателей для автоматического составления расписания 99
С.М. Петросян, Д.М. Маркарян
Сравнительный анализ точности прогнозирования адаптивных моделей при подборе коэффициентов сглаживания 101
А.Г. Самбурский, А.С. Тимофеенко, А.А. Терентьева
Разработка концептуальной модели и архитектуры облачной платформы ведения реестра информационных проектов 104

И.А. Трубченинова
Применение методов математического моделирования с использованием ЭВМ для подбора персонала в сфере общественного питания ... 106
П.И. Усачева, В.О. Реннер, Н.В. Пермякова
Когнитивное моделирование в управлении рисками программных проектов ... 108
Е.А. Голубева, К.Б. Затирко, Е.К. Малаховская, А.А. Голубева
Оценка рынка программных продуктов в сфере медицинских информационных систем (на примере аналитической информационной системы «Workspace Manager») ... 110

Секция 16

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

*Председатель секции – **Дмитриев Вячеслав Михайлович**, д.т.н., профессор, зав. каф. МиСА*

А.А. Световидов
Разработка лабораторного стенда для изучения синхронного детектирования ... 113
И.О. Аксененко, В.В. Романенко
Разработка интерактивных компьютерных тренажеров по дисциплине «Методы оптимизации» ... 114
В.М. Дмитриев, С.А. Панов, С.С. Алексеенко
Алгоритм и система поддержки автоматизированного эксперимента в рамках среды многоуровневого компьютерного моделирования ... 117
С.А. Панов, А.В. Фетелеу, С.В. Салтыков
Веб-тренажёр для дистанционной проверки и оценки знаний студентов высших медицинских учебных учреждений ... 120
М.Ю. Катаев, А.М. Кориков
Информационные технологии аватар при оценке знаний в образовательном процессе студента ... 124
А.В. Шутенков, А.И. Рожкова
Использование учебно-иллюстративного модуля в процессе определения параметров четырехполюсника ... 127
С.Е. Юленков
Программа для решения типовых задач по изучаемому курсу «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» ... 129
А.С. Касаткин, С.Е. Юленков
Реализация программного приложения «Нормы ГТО» ... 131

Секция 17

ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

*Председатель секции – **Пустынский Иван Николаевич**, д.т.н., профессор каф. ТУ*

Д.Е. Головина, М.И. Курячий
Измерение сигнальных и шумовых характеристик телевизионного изображения программными средствами ... 134
А.В. Гребенюк
Разработка усилителя температурного датчика на основе операционного усилителя для системы «Умный дом» ... 137

Секция 18

РОБОТОТЕХНИКА И МЕХАТРОНИКА

*Председатель секции – **Шурыгин Юрий Алексеевич**, д.т.н., профессор, первый проректор, зав. каф. КСУП*

Ф.Б. Тебуева, В.Б. Сычков, С.С. Рябцев
Способ формирования стратегий адаптивного поведения антропоморфных робототехнических систем ... 138

А.В. Мишуткин, А.В. Степачева, И.М. Добуш
Обзор графических библиотек для визуализации характеристик радиоэлектронных компонентов и устройств в веб-приложениях 140
Ф.Б. Тебуева, М.Г. Огур, Е.А. Некрасова
Алгоритм управления движением мобильного робота, основанный на множественной выборке путевых точек 143
В.И. Петренко, В.О. Антонов, Д.Е. Пижевский
Алгоритм выбора стратегии поведения мобильного манипуляционного робота в нештатной ситуации 146
Т.С. Цурикова
Разработка мобильного робота для поиска людей в завалах 148

Секция 19

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУКАХ

*Сопредседатели секции: **Боровской Игорь Георгиевич**, д.т.н., профессор, зав. каф. ЭМИС; **Зариковская Наталья Вячеславовна**, к.ф.-м.н., доцент, доцент каф. ЭМИС*

А.О. Иващенко, Т.В. Емельянова
Исследование длительности последовательной процедуры оценивания параметров авторегрессионных моделей 152
В.Я. Карташов, А.Р. Пивоварова
Процесс изменения характеристик объекта первого порядка с запаздыванием 153
И.В. Бойченко, А.Ю. Колпаков
Моделирование катодной защиты 157
Д.С. Косов, В.М. Карабан
Программный комплекс для моделирования дугообразования в бортовой радиоэлектронной аппаратуре 159
К.О. Силаев
Программный модуль по анализу кривых падения добычи в топливно-энергетическом комплексе 161
И.А. Жданов, Г.Г. Лунев
Разработка модуля для построения карт изобар методом кригинга 164
В.Л. Сергеев, Нгуен Т.Х. Фыонг
Рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации и интерпретации кривой восстановления давления скважин газовых месторождений 166
И.В. Скворцов, И.Г. Денисов, А.Г. Новиков
Моделирование электромагнитных полей печатной платы методом моментов 168

Секция 20

ЭЛЕКТРОННОЕ ГОСУДАРСТВО: ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И АДМИНИСТРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

*Председатель секции – **Сидоров Анатолий Анатольевич**, к.э.н., доцент каф. АОИ*

А.В. Артеменко
Мониторинг социально-экономического развития как элемент системы государственного стратегического планирования на базе ситуационных центров: региональный аспект 172
А.Ю. Бородин
Технологии электронного взаимодействия как новая форма вовлечения населения в местное самоуправление 175
С.К. Дичит
Инструментально-методические подходы к оценке населением эффективности деятельности руководителей органов местного самоуправления, предприятий и учреждений, оказывающих услуги населению 179
М.А. Ермолова
Организация документооборота в государственных учреждениях (на примере Департамента по вопросам семьи и детей Томской области) 182

М.Ю. Катаев, Н.В. Лосева
Учет пространства временных событий при оказании услуг в государственном учреждении на основе бизнес-процессов ... 186

А.А. Гавриленко
Региональная информатизация управления финансами (на примере Департамента финансов Томской области) ... 189

Р.М. Газизов
Предоставление государственных услуг в электронной форме субъектам предпринимательской деятельности ... 192

Е.А. Макридина, Д.В. Сапрон, А.М. Фостенко
Интернет-сервисы как механизмы общественного участия граждан в решении вопросов местного значения (на примере развития городских территорий Томска) ... 194

Е.К. Малаховская
Содержание коммуникационных сообщений для продвижения малобюджетных мобильных приложений ... 196

О.К. Серых
О некоторых аспектах применения механизмов электронной демократии в Российской Федерации ... 199

М.А. Шишанина
Онтологическое моделирование социально-экономического развития сельских территорий: обоснование актуальности ... 202

Секция 21

RESULTS OF POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN THE SPHERE OF ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

Сопредседатели секции: ***Менгардт Елена Рудольфовна****, доцент каф. ИЯ;*
Покровская Елена Михайловна*, к.фил.н., зав. каф. ИЯ*

I.Yu. Bakeev
Electron-beam Sintering in the Forevacuum Pressure Range of Zirconia and Alumina Powders without Pressing ... 206

T.E. Grigorieva, A.R. Aptineeva
The Development of Purchase Optimization Model for Effective Management Solutions at an Enterprise ... 209

M.I. Kochergin
Automated Training System for Modeling Physics Problems ... 211

E.I. Trenkal, A.G. Loschilov
Method for Increasing the Precision of TDR Analysis of Multiphase Liquids ... 213

Y.V. Shablya, V.S. Melman, D.V. Kruchinin
A Set of Software to Search for an Effective Primality Test ... 217

Для заметок

Научное издание

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

XII Международная научно-практическая конференция

16–18 ноября 2016 г.

Материалы докладов

В двух частях

Часть 2

Корректор – В.Г. Лихачева
Верстка В.М. Бочкаревой

Издательство «В-Спектр»
Подписано к печати 30.12.2016.
Формат $70\times100^{1}/_{16}$. Печать трафаретная.
Печ. л. 14,125. Тираж 200 экз. Заказ 23.

Издано ТУСУР
634050, Томск, пр. Ленина, 40, к. 205, ГК. Тел. (382-2) 70-15-24.

Издательство «В-Спектр». ИНН 7017129340
634055, Томск, пр. Академический, 13-24. Тел. (382-2) 49-09-91.